

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**



**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**“Evaluación de una premezcla gluconeogénica sobre el comportamiento productivo y sus modificaciones del tejido magro en canales de cerdos”**

**AUTOR:**

Tomy Brian Morales Collaguazo

**TUTOR:**

Ing. Gonzalo Aragadvay

**Cevallos – Ecuador**

**2023**

CEVALLOS, 31 DE AGOSTO DEL 2023

**APROBACIÓN DEL TUTOR**

“Evaluación de una premezcla gluconeogénica sobre el comportamiento productivo y sus modificaciones del tejido magro en canales de cerdos”

**REVISADO POR:**



---

Ing. Gonzalo Aragadvay

**TUTOR TRABAJO TITULACIÓN**

## AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

“Yo, TOMY BRIAN MORALES COLLAGUAZO, portador de cédula de identidad número: 172749416-1, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado **“Evaluación de una premezcla gluconeogénica sobre el comportamiento productivo y sus modificaciones del tejido magro en canales de cerdos”** es original, auténtico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, con excepción donde se indican las fuentes de información consultadas”



---

Tomy Brian Morales Collaguazo

CI: 1727494161

**Autor**

## DERECHOS DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “**Evaluación de una premezcla gluconeogénica sobre el comportamiento productivo y sus modificaciones del tejido magro en canales de cerdos**” como uno de los requisitos previos para la obtención del Título de grado de Médico Veterinario Zootecnista, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no ponga una ganancia económica potencial y se respete los derechos de propiedad intelectual del proyecto al cual está asociado, así como al director de este.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la Publicación de este Informe Final, o parte de él.



---

Tomy Brian Morales Collaguazo

CI: 1727494161


**Autor**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

“Evaluación de una premezcla gluconeogénica sobre el comportamiento productivo y sus modificaciones del tejido magro en canales de cerdos”

APROBADO POR:

FECHA:



.....

Ing. Patricio Núñez, PhD

31 de agosto del 2023

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN**



.....

Ing. Ricardo Guerrero, Mg

31 de agosto del 2023

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN**



.....

Ing. Deysi Guevara

31 de agosto del 2023

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo va dedicado a Dios quien me ha protegido, ayudado y acompañado en esta etapa de mi vida, también a mi familia, principalmente a mi Madre Martha Collaguazo la cual me ha apoyado incondicionalmente, por lo que este logro también es suyo; a mi Padre José Morales que espero se sienta orgulloso de este triunfo, a mis hermanos Henry Morales y Bladimir Morales por darme palabras de aliento y motivación para culminar la carrera de Medicina Veterinaria y Zootécnica

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por la salud y sabiduría brindada durante toda la carrera.

A mis padres y hermanos, por el apoyo tanto emocional como económico

A la Universidad Técnica de Ambato, por ayudarme a realizar esta investigación en el campus Querochaca.

Al ING. Gonzalo Aragadbay, PhD y Dr. Marcos Barros, PhD por ser una guía durante la realización de este trabajo investigativo.

A mis padrinos Manuel Morales y Rosa Maisincho por sus palabras de apoyo y confianza demostrada durante toda mi vida.

A mi Abuela Transito Collaguazo, tío Cesar Morales, prima María Córdor, primo político Diego Loachamin quienes lastimosamente no se encuentran en este mundo

A mis amigos, Andrés Sailema, Alejandra Núñez, Belén Almeida, Darwin Tubon, Erick Portilla, Jipson Murillo, Joseth Toledo, Mauro Valencia, Marco Teneda, por acompañarme en la gran mayoría de la carrera de medicina veterinaria y zootecnia, su paciencia, empatía y ayuda.

Y a toda persona y ser que me ha apoyado en algún momento de mi vida como son mis primos, tíos, amigos, mascotas, etc.

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
CAPÍTULO I.....	3
MARCO TEÓRICO.....	3
1.1. Antecedentes investigativos .....	3
1.2. Categorías fundamentales.....	18
1.2.1. Gluconeogénesis .....	18
1.2.2. Precursores gluconeogénicos .....	19
1.2.3. Utilización de gluconeogénicos en la alimentación de cerdos .....	22
1.2.4. Aporte de las grasas a energía.....	22
1.2.5. Requerimientos nutricionales de los cerdos.....	23
1.2.6. Cerdos de raza Duroc x Pietrain .....	25
1.2.7. Indicadores productivos importantes en explotaciones porcinas.....	26
1.2.8. Características generales de los cerdos .....	28
1.2.9. Distribución .....	29
1.2.10. Anatomía y fisiología digestiva del cerdo .....	29
1.2.11. Glándulas anexas del sistema digestivo .....	41
1.3. Objetivos.....	45
1.3.1. Objetivo general.....	45
1.3.2. Objetivos específicos .....	45
1.4. Hipótesis .....	46
CAPÍTULO II .....	47
METODOLOGÍA .....	47
2.1. Equipos y materiales.....	47
2.2. Métodos .....	48



2.2.1. Ubicación del experimento .....	48
2.2.2. Características del lugar .....	49
2.2.3. Factores de estudio .....	49
2.2.4. Tratamientos .....	50
2.2.5. Diseño experimental .....	50
2.3. Manejo del experimento .....	51
2.3.1. Selección de los animales .....	51
2.3.2. Etapa I: Engorde de los cerdos .....	51
2.3.3. Etapa II: Pruebas de digestibilidad aparente .....	54
2.3.4. Análisis de la calidad de carne .....	54
2.4. Variables respuesta .....	56
2.4.1. Consumo de Alimento Acumulado (CAA), kg .....	56
2.4.2. Consumo Voluntario de Nutrientes (CVMS, CVMO, CVPC, CVFDN, CVFDA), kg .....	57
2.4.3. Ganancia de Peso (GP), kg .....	57
2.4.4. Conversión alimenticia (CA) .....	57
2.4.5. Digestibilidad de nutrientes (Materia Seca, Materia Orgánica, Proteína Cruda, Fibra Detergente Neutra) .....	58
2.4.6. Espesor de grasa dorsal (EGD), mm .....	58
2.4.7. Área del músculo longísimo dorsal (ALD), cm <sup>2</sup> .....	58
2.4.8. Pérdidas por goteo (PG), % .....	58
2.4.9. Relación proteína grasa (P-G), % .....	59
2.4.10. pH (Potencial Hidrógeno) .....	59
2.4.11. Costos de producción, \$/kg .....	61
2.4.12. Relación beneficio-costos .....	62
2.5. Procesamiento de la información .....	63
CAPÍTULO III .....	64

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	64
3.1. Análisis y discusión de resultados.....	64
3.1.1. Resultados etapa I: rendimiento productivo de los cerdos .....	64
3.1.2. Resultados etapa II: digestibilidad de nutrientes .....	69
3.1.3. Resultados etapa III: Modificaciones del tejido magro .....	70
3.1.4. Análisis de costos.....	72
3.1.5. Relación Beneficio/Costo .....	74
3.2. Discusión de resultados .....	74
CAPÍTULO IV.....	81
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	81
4.1. Conclusiones.....	81
4.2. Recomendaciones.....	82
BIBLIOGRAFÍA.....	83
ANEXOS.....	95

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Requerimientos nutricionales de Cerdos Machos Castrados .....	25
<b>Tabla 2.</b> Condiciones meteorológicas Julio - Diciembre 2022 .....	49
<b>Tabla 3.</b> Distribución de los tratamientos.....	50
<b>Tabla 4.</b> Dietas con inclusión de una premezcla gluconeogénica (0,0; 0,25 y 0,50 kg/tn) para cerdos en etapa de engorde en reemplazo del 0, 25 y 50% de la energía neta aportada por el aceite de palma.....	53
<b>Tabla 5.</b> Clasificación de la carne en función del pH.....	59
<b>Tabla 6.</b> Tabla de costos de las dietas experimentales .....	62
<b>Tabla 7.</b> Comportamiento productivo en cerdos en tres etapas de engorde alimentados con diferentes niveles de inclusión de una premezcla gluconeogénica (Inkreb). .....	64
<b>Tabla 8.</b> Consumo voluntario de nutrientes (g/animal/día) en cerdos en tres etapas de engorde alimentados con diferentes niveles de inclusión de una premezcla gluconeogénica (Inkreb).....	67
<b>Tabla 9.</b> Digestibilidad de nutrientes (%) en cerdos de engorde alimentados con diferentes niveles de inclusión de una premezcla gluconeogénica (Inkreb). .....	69
<b>Tabla 10.</b> Modificaciones del tejido magro en cerdos de engorde alimentados con diferentes niveles de inclusión de una premezcla gluconeogénica (Inkreb). .....	70
<b>Tabla 11.</b> Costo de inversión del ensayo por tratamientos.....	72
<b>Tabla 12.</b> Costo por kilogramo de peso.....	73
<b>Tabla 13.</b> Ingresos totales del ensayo .....	73
<b>Tabla 14.</b> Cálculo de la relación beneficio/costo de los tratamientos aplicados a una tasa de interés del 9,46% .....	74

## INDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Elaboración de balanceado y pesaje de cerdos.....	95
<b>Anexo 2.</b> Pruebas de digestibilidad.....	95
<b>Anexo 3.</b> Procesamiento de muestras de orina recolectadas.....	97
<b>Anexo 4.</b> Faenamiento de los cerdos .....	97
<b>Anexo 5.</b> Prueba para el análisis de las pérdidas por goteo .....	98
<b>Anexo 6.</b> Medida del espesor de grasa dorsal (EGD) in vivo.....	99
<b>Anexo 7.</b> Medida del espesor de grasa dorsal post mortem y área del longissimus dorsi.....	99
<b>Anexo 8.</b> Análisis de varianza del peso inicial de los cerdos .....	100
<b>Anexo 9.</b> Análisis de varianza del peso final en los cerdos .....	100
<b>Anexo 10.</b> Análisis de varianza de la ganancia de peso en cerdos de 50 – 70 kg ...	101
<b>Anexo 11.</b> Análisis de varianza de la ganancia de peso en cerdos de 70– 100 kg ..	102
<b>Anexo 12.</b> Análisis de varianza de la ganancia de peso en cerdos de 100– 125 kg	102
<b>Anexo 13.</b> Análisis de varianza de la conversión alimenticia en cerdos de 50– 70 kg .....	103
<b>Anexo 14.</b> Análisis de varianza de la conversión alimenticia en cerdos de 70– 100 kg .....	103
<b>Anexo 15.</b> Análisis de varianza de la conversión alimenticia en cerdos de 100– 125 kg.....	104
<b>Anexo 16.</b> Análisis de varianza del consumo de alimento en cerdos de 50-70 kg..	104
<b>Anexo 17.</b> Análisis de varianza del consumo de alimento en cerdos de 70-100 kg	105
<b>Anexo 18.</b> Análisis de varianza del consumo de alimento en cerdos de 100-125 kg .....	105
<b>Anexo 19.</b> Análisis de varianza del consumo voluntario de materia seca en cerdos de 50-70 kg .....	106
<b>Anexo 20.</b> Análisis de varianza del consumo voluntario de materia seca en cerdos de 70-100 kg .....	107
<b>Anexo 21.</b> Análisis de varianza del consumo voluntario de materia seca en cerdos de 100-125 kg .....	107
<b>Anexo 22.</b> Análisis de varianza del consumo voluntario de materia orgánica en cerdos de 50-70 kg .....	108

<b>Anexo 23.</b> Análisis de varianza del consumo voluntario de materia orgánica en cerdos de 70-100 kg .....	108
<b>Anexo 24.</b> Análisis de varianza del consumo voluntario de materia orgánica en cerdos de 100-125 kg .....	109
<b>Anexo 25.</b> Análisis de varianza del consumo voluntario de proteína cruda en cerdos de 50-70 kg.....	109
<b>Anexo 26.</b> Análisis de varianza del consumo voluntario de proteína cruda en cerdos de 70-100 kg.....	110
<b>Anexo 27.</b> Análisis de varianza del consumo voluntario de proteína cruda en cerdos de 100-125 kg.....	110
<b>Anexo 28.</b> Análisis de varianza del consumo voluntario de fibra detergente neutra en cerdos de 50-70 kg .....	111
<b>Anexo 29.</b> Análisis de varianza del consumo voluntario de fibra detergente neutra en cerdos de 70-100 kg .....	112
<b>Anexo 30.</b> Análisis de varianza del consumo voluntario de fibra detergente neutra en cerdos de 100-125 kg .....	112
<b>Anexo 31.</b> Análisis de varianza del consumo voluntario de fibra detergente ácida en cerdos de 50-70 kg .....	113
<b>Anexo 32.</b> Análisis de varianza del consumo voluntario de fibra detergente ácida en cerdos de 70-100 kg .....	113
<b>Anexo 33.</b> Análisis de varianza del consumo voluntario de fibra detergente ácida en cerdos de 100-125 kg .....	114
<b>Anexo 34.</b> Análisis de varianza del coeficiente de digestibilidad de materia seca (DMS) .....	114
<b>Anexo 35.</b> Análisis de varianza del coeficiente de digestibilidad de materia orgánica (DMO).....	115
<b>Anexo 36.</b> Análisis de varianza del coeficiente de digestibilidad de proteína cruda .....	115
<b>Anexo 37.</b> Análisis de varianza del coeficiente de fibra detergente neutra (DFDN) .....	116
<b>Anexo 38.</b> Análisis de varianza del área del Longissimus dorsi (ALD).....	116
<b>Anexo 39.</b> Análisis de varianza del porcentaje de pérdidas por goteo a las 24 horas (PG 24H) .....	117

<b>Anexo 40.</b> Análisis de varianza del porcentaje de pérdidas por goteo a las 48 horas (PG 48H) .....	117
<b>Anexo 41.</b> Análisis de varianza del espesor de grasa dorsal inicial.....	118
<b>Anexo 42.</b> Análisis de varianza del espesor de grasa dorsal final in vivo (EGD in vivo) .....	118
<b>Anexo 43.</b> Análisis de varianza del espesor de grasa dorsal final post mortem (EGD post mortem) .....	119
<b>Anexo 44.</b> Análisis de varianza del porcentaje de proteína cruda (PC) de la carne	119
<b>Anexo 45.</b> Análisis de varianza porcentaje de grasa cruda (GC) de la carne .....	120
<b>Anexo 46.</b> Análisis de varianza porcentaje de grasa cruda (GC) de la carne .....	120
<b>Anexo 47.</b> Formulación de dietas con 0,0 kg/Tn de inclusión de premezcla gluconeogénica para cerdos de 50-70 kg en reemplazo del 0% de la energía neta aportada por el aceite de palma.....	122
<b>Anexo 48.</b> Formulación de dietas con 0,25 kg/Tn de inclusión de premezcla gluconeogénica para cerdos de 50-70 kg en reemplazo del 25% de la energía neta aportada por el aceite de palma.....	123
<b>Anexo 49.</b> Formulación de dietas con 0,50 kg/Tn de inclusión de premezcla gluconeogénica para cerdos de 50-70 kg en reemplazo del 50% de la energía neta aportada por el aceite de palma.....	124
<b>Anexo 50.</b> Formulación de dietas con 0,0 kg/Tn de inclusión de premezcla gluconeogénica para cerdos de 70-100 kg en reemplazo del 0% de la energía neta aportada por el aceite de palma.....	125
<b>Anexo 51.</b> Formulación de dietas con 0,25 kg/Tn de inclusión de premezcla gluconeogénica para cerdos de 70-100 kg en reemplazo del 25% de la energía neta aportada por el aceite de palma.....	126
<b>Anexo 52.</b> Formulación de dietas con 0,50 kg/Tn de inclusión de premezcla gluconeogénica para cerdos de 70-100 kg en reemplazo del 50% de la energía neta aportada por el aceite de palma.....	127
<b>Anexo 53.</b> Formulación de dietas con 0,0 kg/Tn de inclusión de premezcla gluconeogénica para cerdos de 100-125 kg en reemplazo del 0% de la energía neta aportada por el aceite de palma.....	128

<b>Anexo 54.</b> Formulación de dietas con 0,25 kg/Tn de inclusión de premezcla gluconeogénica para cerdos de 100-125 kg en reemplazo del 25% de la energía neta aportada por el aceite de palma.....	129
<b>Anexo 55.</b> Formulación de dietas con 0,25 kg/Tn de inclusión de premezcla gluconeogénica para cerdos de 100-125 kg en reemplazo del 25% de la energía neta aportada por el aceite de palma.....	130

## RESUMEN

La presente investigación tuvo por objetivo evaluar el efecto de una premezcla gluconeogénica sobre el comportamiento productivo y sus modificaciones del tejido magro en canales de cerdos. Esta investigación se realizó en los predios de la Granja Experimental Querochaca, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias en la Universidad Técnica de Ambato, en la que se emplearon nueve cerdos machos castrados Duroc x Pietrain con un peso promedio inicial de 50 kg. Las variables analizadas fueron rendimiento productivo, digestibilidad de nutrientes, modificaciones del tejido magro y relación beneficio-costo. Para este fin se evaluaron tres tratamientos: T1=0,0 Kg/Tn de premezcla gluconeogénica (Inkreb) como reemplazo del 0% de energía neta, aportado por el aceite de palma; T2= 0,25 Kg/Tn de premezcla gluconeogénica (Inkreb) como reemplazo del 25% de energía neta, aportado por el aceite de palma y T3= 0,50 Kg/Tn de premezcla gluconeogénica (Inkreb) como reemplazo del 50% de energía neta, aportado por el aceite de palma. Se empleó un diseño completamente al azar con tres tratamientos y tres repeticiones, con un total de nueve unidades experimentales conformadas por un cerdo cada una. El análisis de varianza se realizó con la prueba de Tukey al 5% de significancia. La administración de T2 mostró un mejor desempeño productivo, particularmente en el peso final, ganancia de peso y conversión alimenticia. Particularmente se observaron diferencias en el consumo de proteína bruta, fibra detergente neutra y fibra detergente ácida, con la inclusión de T2. El impacto fue más pronunciado en los cerdos que pesaban entre 50 y 70 kg. No obstante, la digestibilidad de nutrientes, tan solo mostró diferencias en la proteína. La inclusión de T2 incrementó el área del *Longissimus dorsi* y redujo las pérdidas por goteo a las 24 y 48 horas en comparación con los demás tratamientos. Sin embargo, variables como el grosor de la grasa dorsal, la grasa cruda y el pH no mostraron diferencias significativas. Económicamente, T2 exhibió una rentabilidad superior con un beneficio neto actualizado de \$49,20 y una relación costo-beneficio de \$0,04.

**Palabras clave:** Digestibilidad, premezcla gluconeogénica, rendimiento productivo, relación beneficio-costo



## ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the effect of a gluconeogenic premix on productive behavior and its modifications of lean tissue in pig carcasses. This research was carried out on the premises of the Querochaca Experimental Farm, belonging to the Faculty of Agricultural Sciences at the Technical University of Ambato, in which nine Duroc x Pietrain castrated male pigs with an initial average weight of 50 kg were used. The variables analyzed were productive yield, nutrient digestibility, lean tissue modifications, and benefit-cost ratio. For this purpose, three treatments were evaluated: T1=0.0 Kg/Tn of gluconeogenic premix (Inkreb) as a replacement for 0% of net energy, provided by palm oil; T2= 0.25 Kg/Tn of gluconeogenic premix (Inkreb) as a replacement for 25% of net energy, provided by palm oil and T3= 0.50 Kg/Tn of gluconeogenic premix (Inkreb) as a replacement for 50% of net energy, contributed by palm oil. A completely randomized design was used with three treatments and three repetitions, with a total of nine experimental units made up of one pig each. The analysis of variance was performed with the Tukey test at 5% significance. The administration of T2 showed a better productive performance, particularly in the final weight, weight gain and feed conversion. Differences were particularly observed in the consumption of crude protein, neutral detergent fiber and acid detergent fiber, with the inclusion of T2. The impact was more pronounced in pigs weighing between 50 and 70 kg. However, the digestibility of nutrients only showed differences in the protein. The inclusion of T2 increased the area of Longissimus dorsi and reduced drip losses at 24 and 48 hours compared to the other treatments. However, variables such as backfat thickness, crude fat, and pH did not show significant differences. Economically, T2 outperformed with a discounted net profit of \$49.20 and a benefit cost ratio of \$0.04.

**Keywords:** Digestibility, gluconeogenic premix, productive performance, benefit-cost ratio

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1. Antecedentes investigativos

El propionato de calcio es un aditivo alimentario presente en varios alimentos, especialmente en productos horneados, a manera de una sal orgánica natural, formada por una reacción entre el hidróxido de calcio y el ácido propiónico. **Gamarra (2021)**, realizó una investigación en la que evaluó el efecto de un promotor gluconeogénico sobre la conversión alimenticia en cerdos de cruce comercial Duroc-Pietrain para las etapas de crecimiento y engorde. En el estudio se evaluaron 60 lechones destetados de una misma edad, donde se aplicaron los siguientes tratamientos: T1= dieta con 4,0 kg/t/producto gluconeogénico; T2= 4,5 kg/t/producto gluconeogénico y T3= sin la inclusión de producto gluconeogénico (control o testigo), estas dietas fueron administradas por seis semanas. La variable de estudio fue la conversión alimenticia misma que, al llevarse a cabo el respectivo análisis estadístico, se evidenció que, los tratamientos que incluyeron en su formulación el producto gluconeogénico llegaron a presentar diferencias significativas, de modo que, los resultados obtenidos indicaron una mejor conversión alimenticia tras la administración de la dieta que incorporó 4,5 kg del promotor gluconeogénico.

**Real, et al (2000)** realizó un estudio sobre el rendimiento del crecimiento en lechones destetados tras 24 días de administración de un acidificante dietético (propionato de calcio) en dosis bajas. Las dietas experimentales se administraron al día 0 y al día 10, una de esta fue la dieta control sin acidificante, luego se administró una dieta con 4 lb/ton de Kemgest y la dieta con 4 a 8 lb/ton de propionato de calcio. Desde el día 10 hasta el día 24, los cerdos fueron alimentados con una dieta común de fase II las cuales no contenían acidificantes. Los resultados de la investigación indicaron que, la adición de una tasa baja de acidificante no influyó sobre el rendimiento de los cerdos.

Una investigación realizada por **Mocherla, Suiryanrayna & Ramana (2015)**, evaluó la respuesta en términos de rendimiento a la inclusión de ácidos orgánicos en la dieta de lechones destetados, cerdos en crecimiento y cerdas reproductoras. Para lo cual, se estudiaron las siguientes variables: tasa de crecimiento, consumo de alimento y utilización del alimento. Los lechones que se destetan tempranamente están expuestos a estrés con una ingesta reducida de alimento y poco o ningún aumento de peso. Este período de retraso posterior al destete se debe a una capacidad digestiva y absorción limitada debido a una producción insuficiente de ácido clorhídrico, enzimas pancreáticas y cambios repentinos en la consistencia y el consumo de alimento. En este sentido, la principal actividad de los ácidos orgánicos está asociada con una reducción del pH gástrico, convirtiendo el pepsinógeno inactivo en pepsina activa para una hidrólisis proteica eficaz. Los ácidos orgánicos son tanto bacteriostáticos como bactericidas. El ácido láctico reduce el pH gástrico y retrasa la multiplicación de *Escherichia coli* enterotoxigénica. Estos ácidos son los productores intermediarios del ciclo de Krebs y por tanto actúan como una “fuente de energía” evitando la degradación tisular resultante del gluconeogénesis y la lipólisis. Los ácidos grasos de cadena corta como el ácido acético, propiónico y n-butírico producidos por la fermentación microbiana de la fibra dietética en el intestino grueso pueden aumentar la proliferación de células epiteliales y tener efectos estimulantes sobre las secreciones pancreáticas tanto endócrinas como exocrinas. Los ácidos orgánicos también mejoran la digestibilidad aparente del tracto y mejoran el rendimiento del crecimiento. Se concluye que, la administración de ácidos orgánicos y sus sales aumentan la utilización de proteínas especialmente en lechones destetados mejorando de esa forma los índices productivos.

El destete temprano reduce la producción de ácidos gástricos en los lechones afectando el balance de la flora intestinal y el ritmo de crecimiento de los mismos. **Bohórquez (2004)**, realizó un estudio para evaluar el efecto del propionato de calcio sobre la ganancia diaria de pesos, consumo de alimento e índice de conversión alimenticia en lechones destetados a los 21 días. La evaluación se realizó al cabo del día 0 y 49 al post- destete. En este caso se empleó un diseño de bloques completamente al azar con

tres tratamientos y tres repeticiones, para dos períodos: 1) 0 a 21 días pos destete y 2) 22 a 49 días pos destete. Los tratamientos administrados fueron: dieta sin ácido y sin antibiótico, dieta con antibiótico y sin ácido y dieta con propionato de calcio (Luprosil®) al 1,5% y sin antibiótico. La dieta que integraba propionato de calcio no mostró diferencias significativas sobre la ganancia diaria de peso en ninguno de estos dos períodos. No obstante, en la ganancia de peso acumulada la dieta sin ácido ni antibiótico tuvo un mejor desempeño que las otras dos. Para el consumo diario de alimento y el índice de conversión alimenticia no hubo diferencia significativa en ninguna de las etapas de evaluación. La ausencia en la respuesta del propionato de calcio puede deberse a una influencia reducida sobre el pH intestinal debido a que las sales tienen una capacidad lenta para liberar aniones en comparación con los ácidos. El estudio recomienda evaluar el efecto de los ácidos orgánicos, incluidos a diferentes concentraciones en la dieta, sobre la flora intestinal de los lechones para determinar la influencia benéfica en el tracto digestivo.

**González (2018)**, evaluó el efecto del 1% de propionato de calcio (PrCa) en la sustitución del 5% de grano para el balanceo en la ración consumida por ovinos y con ello analizar el comportamiento productivo de los mismos que fueron alimentados con la dieta de finalización. Para el estudio se empleó un diseño completamente al azar, en el que se utilizaron 18 ovinos machos criollos con un peso de  $25,05 \pm 5,0$  kg de peso vivo distribuidos aleatoriamente en dos tratamientos: a) dieta control de 83% de grano y melaza; b) dieta experimental con 1% propionato de calcio con 78% de grano. En este caso se apreció que, el uso de propionato de calcio mantiene las variables de: peso final, consumo de alimento, conversión alimenticia, ganancia diaria de peso y consumo de agua sumado a la digestibilidad. El estudio concluye manifestando que, el uso del 1% de propionato puede llegar a sustituir el 5% de grano en la dieta para ovinos de finalización, de tal forma que no pueda alterar significativamente la respuesta productiva obteniéndose las mismas variables que en una dieta convencional en ovinos en etapa de finalización.

Lipofeed® es un suplemento energético empleado en la nutrición animal creado en México. Este producto se presenta como una alternativa de suplementación para la obtención de glucosa en el organismo a partir de precursores gluconeogénicos como los propionatos, lactatos, glicoles y aminoácidos glucoformadores. La formulación de este producto está basada a partir de 1-2 propanodiol (propilenglicol) y propionatos de sodio y calcio. De acuerdo a investigaciones realizadas por sus creadores, este producto genera hasta 10 veces más energía que los aceites y las grasas tradicionales empleadas en la formulación de piensos. Esto se debe a que el producto cumple una función de acelerador del ciclo del ácido tricarbóxico (Ciclo de Krebs), en las células hepáticas (principalmente) y así también activa la vía aerobia del metabolismo de los carbohidratos denominada como gluconeogénesis.

En base a esto, **Mendoza (2018)**, evaluó el efecto de la adición de un precursor gluconeogénico (Lipofeed®), como suplemento energético en la dieta de cerdas a partir de los 90 días de gestación hasta el término de la lactancia. Para el experimento se utilizaron 37 cerdas de razas Landrace, Yorkshire y sus cruces. Dicho estudio se realizó entre los meses de julio a diciembre del 2017 asignándose los tratamientos a las cerdas en relación a la raza y números de partos. A las reproductoras que se suplementaron con Lipofeed®, recibieron 8 g diarios del producto y a las cerdas multíparas 12 g en la dieta base, por otro lado, el grupo control recibió solo la dieta base. Las variables analizadas fueron: espesor de grasa dorsal (mm), peso del lechón (kg), tamaño de camada, consumo de alimento en lactancia (kg), porcentaje de mortalidad pre-destete, intervalo destete-estro (días), porcentaje de preñez (%) y análisis económico. Para esta investigación se emplearon dos tratamientos con 19 repeticiones para el tratamiento con suplemento y 18 repeticiones en el grupo control. En cuanto al espesor de grasa dorsal, tampoco hubo diferencias significativas entre los tratamientos. Así también, con respecto al consumo de alimento no se evidenciaron diferencias significativas. Para la variable intervalo destete-estro los tratamientos no reflejaron diferencias significativas con un intervalo promedio de 4,7 días en las cerdas del estudio. En lo que respecta al porcentaje de preñez no se evidenciaron diferencias significativas. Las cerdas alimentadas con el suplemento Lipofeed® presentaron un 86,7% de preñez al primer servicio y un 84,5% de concepción luego del mismo. Para

el peso de los lechones no existieron diferencias significativas entre los tratamientos, tanto al nacimiento como destete con un peso promedio de 1,7 kg/lechón y 5,2 kg/lechón respectivamente. En lo que refiere al tamaño de la camada, no existieron diferencias significativas entre los tratamientos, donde las cerdas tuvieron un promedio de 11,8 lechones nacidos totales, 10,2 nacidos vivos y 9,4 destetados. En cuanto al porcentaje de mortalidad pre-destete, los tratamientos presentaron diferencias significativas. Las cerdas alimentadas con el suplemento Lipofeed® reflejaron una media del 5% de mortalidad previo al destete, adjudicándose al aplastamiento como la mayor causa de mortalidad pre destete. Por último, el análisis de costos indicó que al adicionar el suplemento energético Lipofeed® en cerdas desde los 90 días de gestación, tomando en cuenta un consumo de 2,5 kg/día de pienso, por 25 días y en la etapa de lactancia (alrededor de 21 días) con un consumo de 3,65 kg/día, los costos son superiores que al emplear un concentrado normal. No obstante, la calcular el costo de la alimentación por kilogramo en lechones destetados, la dieta con Lipofeed® tuvo menor costo en relación al grupo control.

En otra investigación, **Dorado (2014)** evaluó el efecto de la sustitución de aceite de soya por un precursor gluconeogénico Lipofeed® en el pienso para cerdos en las etapas de fase III e inicio sobre los parámetros de ganancia de peso, conversión alimenticia y consumo. Para el estudio se utilizaron 120 cerdos, 60 machos y 60 hembras de 42 días de edad mismos que fueron distribuidos en 12 corrales con 10 animales por corral. Los tratamientos a evaluar fueron los siguientes: Tratamiento I) sustitución del 50% de aceite de soya por Lipofeed® manteniendo en la fracción de sustitución la relación 1:10 (Lipofeed®: aceite de soya). Tratamiento II) sustitución del 100% del aceite por el suplemento energético y finalmente un tratamiento control que presentó al aceite de soya como su principal fuente energética. Luego de realizar el análisis estadístico de los datos, en la Fase III no se evidenciaron diferencias significativas para el consumo alimenticio. No obstante, para la variable de ganancia de peso, el p-valor fue de 0,0559 de tal forma que pudiese considerarse la presencia de una diferencia significativa para los tratamientos I y II, pero no al control, por lo que el tratamiento I vino a ser el de mayor ganancia de peso, seguido por el control y finalmente con el tratamiento II. La ganancia de peso presentó un comportamiento lineal en sus medias. En cuanto a la

conversión alimenticia se evidenció la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos, donde la dieta control reportó la conversión más baja y el tratamiento II la más alta. En la etapa productiva inicio, de la misma forma no hubo diferencias significativas en lo que refiere al consumo de alimento, no obstante, con la ganancia de peso se reportó diferencias entre el tratamiento II y los demás tratamientos, donde el tratamiento II reflejó una menor ganancia de peso. Se reportó un comportamiento lineal decreciente en los resultados conseguidos. La conversión alimenticia para este periodo no evidenció diferencias significativas entre el tratamiento I y el control. No obstante, el tratamiento II reflejó valores estadísticamente más bajos, en este caso se consigue un comportamiento lineal creciente con las medias. Los valores acumulados para el consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia no reflejaron diferencias significativas. Finalmente, el estudio concluye mencionando que, productivamente hablando, la utilización de este precursor gluconeogénico no presentó una mejoría para las variables de consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia si se compara con la dieta control que emplea únicamente aceite de soya, en las etapas Fase III e inicio. Así también, se comprueba que la sustitución total de aceite de soya por este producto energético, perjudica los niveles en lo que refiere a ganancia de peso y consecuentemente la conversión alimenticia para las etapas Fase 3 e inicio. Desde un punto de vista económico, no se evidenció una mejoría en la eficiencia del sistema de alimentación sobre uno de tipo convencional, indicando que este producto no perfiló como una materia prima atractiva para disminuir costos de producción.

Otro estudio realizado por **Meneses (2018)**, evaluó el efecto de sustituir el 100% de una fuente de lípidos con el suplemento gluconeogénico Lipofeed® en la alimentación de cerdos de engorde, utilizándose 146 cerdos (machos y hembras) de raza Duroc, Yorkshire, Landrace y sus cruces. Las variables estudiadas fueron: ganancia diaria de peso (GDP), consumo diario de alimento (CDA), índice de conversión alimenticia (ICA), rendimiento de la canal caliente (RCC), espesor de grasa dorsal (EGD), área de lomo (AL), porcentaje de carne magra (PCM) y costos de alimentación. El estudio evaluó dos tratamientos: Tratamiento 1 (dieta núcleo con el 100% de reemplazo de aceite de palma por el producto Lipofeed®); Tratamiento 2 (dieta control, sin

Lipofeed®) y el 100% de aceite de palma con tres repeticiones por cada tratamiento. Los resultados del estudio indicaron que, para la ganancia diaria de peso se encontraron diferencias entre los tratamientos para las tres etapas de engorde donde la dieta que integró el suplemento Lipofeed® reflejó una media superior al tratamiento control durante la etapa de finalización. Para el peso final de cosecha, al cabo de 161 días la media obtenida en la investigación con el tratamiento integrando Lipofeed® fue de 103 kg. Los valores del consumo diario de alimento no presentaron diferencias significativas al aplicar el tratamiento con Lipofeed®. Para el índice de conversión alimenticia no se evidenciaron diferencias entre los tratamientos en ninguna de las tres etapas. La media del ICA que se observó fue de 2,879 durante la etapa de crecimiento tras la aplicación de Lipofeed®. Los valores de rendimiento de canal caliente presentaron diferencias entre los tratamientos encontrándose en el rango de 70-73%. Para el espesor de grasa dorsal, los resultados obtenidos muestran que existe diferencia entre los tratamientos, donde la administración de Lipofeed® en la dieta redujo la deposición de grasa dorsal en 0,547 cm con respecto al tratamiento control. Esta reducción se atribuye a la optimización que produce el promotor gluconeogénico sobre el ciclo de Krebs, mismo que se encarga de mantener una fuente constante de energía utilizable reduciendo la deposición de reservas corporales en los animales. Los cerdos que fueron tratados con Lipofeed® mostraron una deposición de 9,572% de músculo del lomo superior al del grupo control. De la misma manera la utilización de Lipofeed® mostró diferencias en la producción de carne magra en relación al grupo control, encontrándose dentro de la calidad de Cerdo Plus (>55%) y el tratamiento control dentro del rango Cerdo Más (50-54%). En el análisis de costos de alimentación por cerdo producido, se evidenció que la inclusión de Lipofeed® durante el engorde de cerdos provocó un incremento de \$0,01 lo cual no resultó ser significativo entre los tratamientos. En conclusión, el sustituir el 100% de aceite de palma por el suplemento Lipofeed® en dietas de cerdos de engorde no tiene ningún cambio significativo en la CDA e ICA. No obstante, en la etapa de finalización este producto aumentó la ganancia diaria de peso, redujo el espesor de grasa dorsal, incrementó el área del lomo y el porcentaje de carne magra, sin afectar el rendimiento a la canal. Por último, los costos de alimentación para las dos dietas fueron similares, aunque la utilidad y rentabilidad con Lipofeed® fueron superiores al grupo control.



Una investigación similar fue realizada por **Medeles, Ayala y Herrera (2016)**, con el fin de para evaluar el comportamiento en cerdos a finales de los meses de octubre 2015 a febrero 2015. En el estudio se evaluaron las etapas que comprendían: la iniciación y finalización, con el objetivo de demostrar que la sustitución del 100% de la dieta por el suplemento Lipofeed® no afecta al comportamiento productivo de los animales. Para esta investigación se utilizaron 33 cerdos con un peso promedio de 21 kg y 55 días de edad, distribuidos aleatoriamente en 8 corrales y divididos en 2 grupos (control y experimental) concluyendo la prueba a los 156 días de edad. Para la formulación de las dietas se empleó una de tipo control en la que se utilizó aceite de soya, y la dieta experimental que sustituyó al 100% el aceite por Lipofeed® con un valor de 77,5 Mcal/kg. En las primeras etapas de evaluación para los períodos de iniciación y crecimiento, se observó un mejor desempeño con relación al peso en el grupo experimental con un kilogramo más pesado en la etapa inicial a dos kilogramos en la etapa de crecimiento. Los cerdos alimentados con dietas que integraron Lipofeed® fueron 12% más pesados cuando finalizó el proceso de evaluación. La ganancia diaria de peso en la etapa de iniciación no mostró valores estadísticamente significativos mientras se encontraban en la etapa de crecimiento (día 76 a 101 de edad) y en la finalización existieron diferencias estadísticamente significativas favorables para el grupo que fue alimentado con Lipofeed®. Por otro lado, el consumo diario de alimento mostró una mayor diferencia estadística para el grupo experimental, lo que explica en gran medida los mejores pesos en este grupo. En cuanto a la conversión alimenticia durante la etapa de iniciación el grupo que se alimentó con Lipofeed® fue en promedio menor sin ser estadísticamente representativo. Mientras que para la etapa de crecimiento 91 y 101 días de edad, esta fue un 16,5% menor para los cerdos alimentados con este producto. Para concluir, el uso de Lipofeed® al sustituir el 100% de las fuentes de grasa de la dieta como sebos y aceites no mostraron efectos adversos sobre los parámetros productivos.

Los promotores gluconeogénicos se han usado ampliamente en otras especies animales con fines productivos. En base a estos antecedentes, **McNamara y Valdez (2005)**, realizaron un estudio para determinar la acción del propionato de calcio y propionato de cromo sobre la lipogénesis y lipólisis en el tejido adiposo, consumo de materia seca

(MS), producción, composición de leche, glucosa sérica y ácidos grasos libres en 12 vacas lecheras Holstein multíparas tratadas a partir de los 21 días preparto y 35 días posparto. En estos animales se evaluaron los siguientes tratamientos: Control (C), propionato de calcio (CaP, 0,125 kg/d), propionato de cromo (CrP, 0 mg de Ce trivalente/d) y ambos. Todos los animales se cambiaron al tratamiento control a los 36 días en leche (DIM) y el ensayo continuó hasta los 90 días. El consumo en MS del grupo control al parto fue de  $10,6 \pm 2$  kg/d. Se realizaron biopsias de tejido adiposo a 7, 14, 28 y 56 días desde el parto. El consumo de control antes del parto fue de  $10,6 \pm 2$  kg/d. El propionato de calcio aumentó la ingesta de materia seca en un 11% antes del parto y en un 13% luego del parto. El CrP aumentó el consumo de materia seca en 7 y 16%, sin embargo, el tratamiento combinado no tuvo efecto. La producción de leche fue de 44,2 kg/d para los controles y de 46,8 kg/d para los días 1 a 90 en las vacas tratadas con propionato de cromo. La lipogénesis del tejido adiposo en las vacas tratadas con CaP o CrP fue de 1,25 a 78 veces más rápida que en los controles de 14 a 56 días y regresó a las tasas previas al parto a los 56 días. Del día 14 a 28, la lipólisis basal en vacas tratadas con CaP o CrP osciló entre el 12 y el 27% del control, mientras que la lipólisis estimulada fue entre el 61 y 113% del control. El rendimiento de grasa en la leche fue de 92 al 95% del control con CrP y CaP, evidenciándose una diferencia similar a la reducción neta en la lipólisis del tejido adiposo. La concentración de lactosa, proteína y sólidos magros de la leche no difirieron entre los tratamientos. Al proporcionar una pequeña cantidad de precursores gluconeogénicos puede llegar a producirse una lipólisis neta permitiendo aumentar el consumo de alimento y la producción de leche; efecto que puede responder a la acción del cromo para incrementar el flujo de la glucosa en los adipocitos.

**Sánchez y colaboradores (2019)**, evaluaron el efecto de bloques multinutricionales con la adición y ausencia de propionato de calcio (Pr-Ca) en la digestibilidad, cambios de pesos en los corderos y emisión de gases *in vitro*. Para esta investigación se emplearon 12 borregos con un peso promedio de  $20,17 \pm 2,35$  kg de raza Katahdin x Criollo a los que se asignaron tres tratamientos: 1) Dieta basal (DB 70% de paja de avena con 30% de concentrado), DB + bloques sin propionato de calcio y DB +bloque con 1,4% de propionato de calcio, por 50 días. La producción de gas se midió *in vitro*

junto con los parámetros de cinética. La digestibilidad, el metano y CO<sub>2</sub> fueron analizadas *in vivo* e *in vitro*. Los resultados de la investigación reflejaron que, el consumo de materia seca fue menor en los borregos a los que no se les alimentó con bloques nutricionales (753 g/d), en comparación con aquellos que se les administraron bloques sin Pr-Ca (839 g) y de 828 g con bloques que incluían Pr-Ca. La producción de metano *in vivo* se vio incrementada al incluirse los bloques (16,16 y 15,18 g/d; 0 y 1,5% de propionato de calcio respectivamente) en comparación con la dieta base que presentó un valor de 13,93 g/d. La producción de gas *in vitro* fue mayor con la dieta basal, sin diferencias entre los bloques con o sin Pr-Ca. La producción de metano fue mayor en la dieta basal con 47,16 mol y CO<sub>2</sub> (200,04 mol) que con los bloques nutricionales. El estudio concluye argumentando que, la suplementación en corderos con bloques mejora el consumo de materia seca. De la misma manera los bloques redujeron la producción de gas *in vitro* e incrementaron la digestibilidad disminuyendo la concentración de metano y dióxido de carbono.

**Livas, Medeles y García (2019)**, realizaron una investigación donde evaluaron la productividad en términos de ganancias diarias de peso, consumo de materia seca y conversión alimenticia por medio del uso de tres niveles de un sustrato gluconeogénico en ovinos de engorda bajo estabulación. Para el estudio se utilizaron 60 borregos de raza Suffolk x Pelibuey con un peso promedio de 22,72 kg, distribuidos de forma aleatoria en 4 grupos compuestos cada uno por 15 animales. Los tratamientos evaluados fueron los siguientes: T1 (testigo)= régimen normal de alimentación sin sustrato gluconeogénico; T2= dieta más la inclusión del sustrato gluconeogénico Lipofeed a razón de 0,1% tonelada; T3= dieta más la inclusión del sustrato gluconeogénico Lipofeed a razón de 0,15% tonelada; T4= dieta más la inclusión del sustrato gluconeogénico Lipofeed a razón de 0,2% tonelada. Las dietas experimentales fueron isonitrogenadas e isoenergéticas, formuladas en relación a los requerimientos nutritivos para ovinos productores de carne en crecimiento de acuerdo a la National Research Council del 2007. Se realizó un análisis de covarianza para los pesos iniciales de los borregos en cada tratamiento con la finalidad de saber si el peso inicial podía influir en el peso final de los animales evaluados. Las variables de rendimiento productivo que se estudiaron fueron: ganancias diarias de peso, consumo de materia

seca y conversión alimenticia. El estudio integró un diseño completamente al azar con 4 tratamientos (dietas) y 15 repeticiones/tratamiento (borregos). Los resultados obtenidos reflejaron que el peso final se vio influenciado positivamente por el nivel del sustrato gluconeogénico en T4. Las ganancias diarias de peso fueron mayores en T4 con 319 g. El consumo más bajo de MS se obtuvo con T3 (1,35 kgBS/animal/día), seguido por T4 que reflejó mejores resultados en cuanto a rendimiento productivo. A medida que se incrementó el nivel del sustrato gluconeogénico en la dieta, se evidenció una tendencia a la reducción en el consumo de materia seca, mismo que respondía a una mayor eficiencia en el aprovechamiento de energía para satisfacer los requerimientos nutricionales. La mejor eficiencia en lo que respecta a conversión alimenticia se obtuvo con el T4 (3,7:1 kg) en comparación con los demás tratamientos. En adición a esto, el T4 presentó el consumo de energía/animal/día más bajo con 4,36 Mcal/animal/día. El estudio concluye mencionando que tras la suplementación de T4 se obtuvo un mejor comportamiento sobre los pesos finales, ganancias diarias de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.

La grasa es uno de los tres nutrientes esenciales en la formulación de piensos y la principal fuente de energía que tiene como efecto la absorción de vitaminas. En este sentido, **López y Ramírez (2012)**, llevaron a cabo un estudio para demostrar al sustituir el equivalente energético de un 50% del aceite de la dieta por un promotor gluconeogénico (Lipofeed®) en la dieta de pollos de se obtendrían beneficios productivos. Se evaluaron 3136 aves de la línea Arbor Acres Plus® (1568 machos y 1568 hembras) distribuidos en 56 corrales en un diseño estadístico de bloques completamente al azar (B.C.A.). Las variables analizadas fueron: peso corporal, consumo de alimento acumulado, índice de conversión alimenticia acumulado, ganancia de peso y mortalidad. Se administraron los siguientes tratamientos: dieta control para machos; dieta control para hembras; dieta + Lipofeed®, sustituyendo el equivalente del 50% de aceite para machos y dieta + Lipofeed®, sustituyendo el equivalente del 50% de aceite para hembras durante los 15 a 35 días de edad. Los resultados para peso corporal evidenciaron que tras la administración del tratamiento control y del tratamiento con de Lipofeed® en los machos fue mayor que en las hembras para los días 21, 28 y 35. La adición de este precursor gluconeogénico entre

los días 22 a 35 no presentó diferencias significativas para los pesos tanto en machos como hembras. Par el consumo de alimento acumulado, se determinó que en los días 14, 21, 28 y 35 no se observaron diferencias significativas en todos los tratamientos, estableciendo que la adición de Lipofeed® no afecta al consumo de alimento del ave. En el índice de conversión alimenticia acumulada no existió diferencias significativas entre los diferentes tratamientos. Para la ganancia de peso se determinó que al añadir Lipofeed® entre los 22 a 35 días no se evidenciaron diferencias significativas para la ganancia de peso en machos y hembras. Por último, la mortalidad no mostró diferencias entre los tratamientos del día 1 al 14, sin embargo, entre los días 21 a 35 se encontraron diferencias significativas con el tratamiento I en relación a los demás, esta diferencia respondió al síndrome de muerte súbita asociado a un rápido crecimiento.

**Yaniti (2019)**, realizó una investigación para evaluar el efecto de la adición de sales propiónicas sobre el comportamiento productivo, características de la canal, calidad de la carne y parámetros fermentativos en ovinos y conejos en finalización. Para el primer estudio se evaluaron 36 conejos machos Nueva Zelanda x California con un peso de  $1,4 \text{ kg} \pm 0,10 \text{ gr}$ , distribuidos aleatoriamente en un diseño completamente al azar integrando cuatro tratamientos con nueve repeticiones. Los tratamientos para este experimento constaron de la inclusión de 0,0; 0,5; 1,0 y 1,5% de propionato en la dieta testigo basada en un alimento comercial con el 16% de proteína, 3,0% de grasas, cenizas 9,0%, 15% de fibra cruda y 44% de extracto libre de nitrógeno. Cada una de las dietas fueron ofrecidas *ad libitum* al igual que el suministro de agua. Las variables que se midieron durante la etapa productiva fueron: peso final, consumo de alimento, ganancia diaria de peso, conversión alimenticia y digestibilidad. Por otro lado, se midió las características de la canal como el color, pH y aspectos de la carne. Los resultados de la investigación reflejaron que, al incluir propionato de calcio no existió diferencias estadísticas significativas en las variables productivas evaluadas. Por otro lado, digestibilidad *in vivo* mostró un efecto lineal tras la inclusión de 1,0% de propionato de calcio. En cuanto a las características de la carne: el pH, parámetros, pérdida de agua por cocción y contenido de ácidos grasos no evidenciaron cambios tras la administración de los tratamientos, mientras que para la pérdida por presión se

reflejó un efecto lineal. Los parámetros cecales pH, como los ácidos grasos volátiles se mantuvieron mientras que el lactato y nitrógeno amoniacal disminuyeron tras emplear propionato de calcio en las dietas de conejos durante la etapa de finalización.

Para el segundo experimento se emplearon 28 ovinos criollos machos con un peso vivo inicial de  $25 \pm 1,5$  kg distribuidos aleatoriamente en un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos y ocho repeticiones. Las dietas empleadas se balancearon con una relación forraje: concentrado (30:70) incluyendo propionato de sodio en 0,0; 1,0; 2,0 y 3,0% en la sustitución de 5,8; 8,7 y 14,0%. Las variables estudiadas fueron el consumo de alimento, ganancia de peso, peso final, conversión alimenticia, digestibilidad de la dieta, características de la canal como el peso de la canal fría y caliente, pérdida de agua de la carne, color y pH. Para las variables productivas no existieron cambios estadísticos, mientras que la digestibilidad *in vivo* mostró un efecto lineal, con el aumento de hasta 2,7% de propionato de sodio tras la administración del tratamiento testigo. En cuanto a las características de la canal, no se evidenciaron efectos por la adición de propionato de sodio. De la misma manera las variables ruminales no se vieron afectadas (pH, ácidos grasos volátiles y nitrógeno amoniacal). Por otro lado, la cantidad de lactato mostró un efecto cuadrático, donde el menor contenido fue con la dieta de 3,0% de sodio.

**Acho, et al (2018)** determinaron el efecto de la inclusión alimentaria de cuatro niveles de propionato de calcio 0,0; 0,5; 1,0 y 1,5%, sobre la calidad y perfil de ácidos grasos en la carne de conejos. En esta investigación se alimentaron a 36 conejos de raza Nueva Zelanda x California en un período de 35 días (finalización) y se sacrificaron al término de la engorda para obtener sus canales y fragmentos del músculo *Longissimus dorsi*, para determinar la pérdida de agua por cocción y presión, color y perfil de ácidos grasos. Los datos obtenidos se analizaron mediante un diseño completamente al azar. En este caso los resultados no evidenciaron cambios significativos en las características de la canal (pH, color y pérdida por cocción), únicamente la variable de pérdida de agua por presión mostró un efecto lineal. De la misma manera, el perfil de ácidos grasos no presentó cambios tras el efecto de la inclusión de propionato de calcio. El estudio concluye determinando que el efecto de la inclusión de propionato de calcio en la dieta de conejos no modificó las características y perfil de ácidos grasos,

aunque por otro lado mejoró la jugosidad de la carne debido al aumento en la capacidad de retención de agua de la misma.

Otro estudio realizado por **Razo (2018)** evaluó el efecto *in vitro* de la adición del 0,0; 0,5; 1,0 y 1,5 % de propionato de calcio (ProCa) en raciones formuladas con un elevado porcentaje de forraje (paso y ensilado de maíz) para las variables de producción de gas, ácidos grasos volátiles, dióxido de carbono y metano. Con el fin de establecer el efecto del propionato de calcio en una ración con elevado grado de digestibilidad se establecieron cuatro dietas con un 84% de inclusión de Ray grass y 0,0; 0,5; 1,0 y 1,5% de propionato de calcio. Las raciones que fueron formuladas con ensilado de maíz se realizaron incrementando con distintos niveles de forraje: a) 72 % inclusión de ensilado de maíz con 20 % de grano; b) 76 % inclusión de ensilado de maíz con 15 % de grano y 0.5 % de ProCa; c) 80 % inclusión de ensilado de maíz con 10 % de grano y 1.0 % de ProCa y d) 84 % inclusión de ensilado de maíz con 5 % de grano y 1.5 % de ProCa. Se obtuvo líquido ruminal de forma prepancreal de dos bovinos Holstein (400 kg) canulados en el rumen los cuales estaban siendo alimentados en una relación forraje: concentrado 50:50 para las incubaciones. Se evidenció un efecto cuadrático en un volumen máximo de gas al suministrar una dosis de 1,0% de propionato de calcio y un volumen mínimo con el tratamiento testigo. No se observaron efectos en la concentración molar de ácido acético, propiónico, butírico y en los ácidos grasos volátiles. En cuanto a la digestibilidad de materia seca observó un efecto cuadrático tras la inclusión del 1,5% de propionato de calcio incrementando el 7,39% la degradabilidad en comparación con la dosis de 0,5%. La producción de dióxido de carbono y metano no tuvieron cambios al incrementarse la inclusión de forraje.

**Cao y colaboradores (2020)**, realizaron un estudio para determinar el efecto del propionato de calcio (CaP) sobre la microbiota ruminal, indicadores de fermentación y la ganancia de peso en terneros antes y después del destete. Para la investigación se utilizaron 24 terneros recién nacidos que se dividieron aleatoriamente en 4 grupos (en un diseño factorial 2x2): antes de los 90 días y después de los 160 días, con y sin la

suplementación dietética de CaP (5% de materia seca). La suplementación con propionato de calcio aumentó el peso corporal y del rumen de los terneros, por otro lado, redujo la concentración de NH<sub>3</sub> a nivel ruminal. Se caracterizó la composición de la microbiota a través de la secuenciación de los amplicones en los genes 16S rRNA bacterianos y arqueales. La suplementación con propionato de calcio redujo la abundancia relativa de microorganismos del filo *Bacteroidetes* con una tendencia a elevar las Proteobacterias. Así también, la suplementación con propionato de calcio disminuyó la diversidad de bacterias y arqueas en el rumen en comparación con los terneros alimentados con la dieta de control. El análisis discriminante lineal de la microbiota del rumen reveló que *Succinivibrionaceae* y *Methanobrevibacter* se enriquecieron en el grupo a los que se administraron propionato de calcio luego del destete. Así mismo, se evidenció una correlación entre la proporción de acetato a propionato y las especies que actuaron como centros de la red incluidos en *Treponema*, *Megasphaera* y *Succiniclaticum*. Para finalizar, tras la administración de propionato de calcio se pudo observar una mejoría la ganancia de peso corporal y el crecimiento del rumen, alterar la microbiota ruminal para terneros antes y después del destete.

**Zhang y colaboradores (2022)**, realizaron un estudio con el fin de investigar los cambios en la composición de la leche y los metabolitos séricos asociados con la alimentación de propionato de calcio a vacas lecheras posparto durante 5 semanas. Para esta investigación se emplearon 32 vacas Holstein multíparas que luego de parto fueron asignadas aleatoriamente a grupos control (CON), propionato de calcio bajo (LCaP), propionato de calcio medio (MCaP) y propionato de calcio alto (HCaP). Las vacas lecheras en los cuatro grupos recibieron empapamiento oral con 0, 200, 350, 500 g/d de propionato de calcio por vaca respectivamente desde el parto hasta el día 35 en la lactancia temprana. La producción de leche aumentó cuadráticamente al suministrarse cantidades crecientes de propionato de calcio, siendo mayor con el grupo MCaP. Por el contrario, la suplementación de CaP no afectó la composición de la leche de las vacas que se encontraban en lactancia temprana. La glucosa sérica, la insulina, el glucagón, el  $\beta$ -hidroxibutirato, el calcio, el magnesio, la calcitonina y el calcitriol no se vieron afectados tras la suplementación con propionato de calcio. Así también, los ácidos grasos séricos no esterificados tendieron a disminuir linealmente y la



hormona paratiroidea aumentó cuadráticamente con el tratamiento. La concentración sérica de alanina aminotransferasa fue más baja en el grupo MCaP y la aspartato aminotransferasa fue más alta en el grupo HCaP entre los cuatro grupos. Para concluir, la suplementación de 350 g/d de propionato de calcio podría mejorar significativamente el rendimiento de la leche y reducir la capacidad antioxidante en las vacas lecheras.

## **1.2. Categorías fundamentales**

### **1.2.1. Gluconeogénesis**

El concepto de gluconeogénesis incluye a los mecanismos y vías encargadas de la síntesis de glucosa o glucógeno a partir de precursores que no son carbohidratos. Entre los principales sustratos para este proceso se encuentran los aminoácidos gluconeogénicos, propionatos, lactatos y glicerol (**Murray et al., 2012**). El cerebro, los eritrocitos, la médula renal, el cristalino, la córnea del ojo, los testículos y el musculo esquelético durante el ejercicio, son estructuras anatómicas que requieren de un suministro constante de glucosa, misma que funciona a manera de combustible metabólico (**Abali, et al., 2022**).

Según lo expuesto por **Cherbuy et al. (2017)**, en los mamíferos adultos, en el hígado, los riñones y presumiblemente el intestino son los órganos se lleva a cabo el proceso de gluconeogénesis durante el ayuno y bajo condiciones insulínopénicas. La gluconeogénesis se realiza principalmente a nivel del citoplasma de la célula, sin embargo, algunas reacciones dentro de este proceso se llevan a cabo en la mitocondria (**Fornaguera y Gómez, 2014**).

La glucosa producida pasa a nivel sanguíneo para abastecerá los demás tejidos; luego de un ejercicio intenso, el lactato que se produce mediante glucólisis anaeróbica en el

músculo esquelético regresa al hígado, para ser convertido en glucosa y posteriormente almacenarse provisionalmente a manera de glucógeno, todo este proceso está inmerso en un circuito llamado “Ciclo de Cori”. (Nelson, Cox y Hoskins, 2021)

El hígado y los riñones son los principales tejidos involucrados en el proceso de gluconeogénesis; los riñones pueden llegar a contribuir hasta el 40% de la síntesis de glucosa en la etapa de ayuno y con mayor intensidad durante la inanición (Murray et al., 2012). El hígado es el principal órgano gluconeogénico capaz de sintetizar entre el 85 a 90% del total cuando se administran dietas ricas en fibra, empleando aminoácidos, glicerol, lactatos y propionatos como principales sustratos (Relling y Mattioli, 2003)

La gluconeogénesis involucra hasta once reacciones enzimática. En este proceso metabólico ocho enzimas funcionan de manera bidireccional, catalizando las reacciones inversas al glucólisis, mientras que tres enzimas (Fosfoenolpiruvato carboxinasa, fructosa-1-6-bisfosfatasa y Glucosa-6-fosfatasa) son específicas para la gluconeogénesis (Miyamoto y Amrein, 2017).

Durante la glucólisis, se puede especular que el piruvato puede convertirse en fosfoenolpiruvato (PEP) para continuar con su dirección inversa, no obstante, esta reacción es irreversible debido a sus características termodinámicas. Por consiguiente, como un proceso inverso a la glucólisis, durante la gluconeogénesis, se emplea una vía alterna que a este permite saltarse la barrera energética, de tal forma que la conversión de piruvato a PEP involucra tanto enzimas citosólicas como mitocondriales y puede llevarse a cabo por dos diferentes vías, según se inicie con un sustrato ya sea piruvato o lactato (Fornaguera y Gómez, 2014).

### **1.2.2. Precursores gluconeogénicos**

Los sustratos gluconeogénicos son un grupo de moléculas de las que se puede obtener energía empleando rutas metabólicas por vía intrínseca. En la alimentación de los

cerdos se utilizan almidones y grasas como las más importantes fuentes de energía mediante procesos bioquímicos como la glucólisis, glucogenólisis y la beta oxidación para la generación de ATP. No obstante, la gluconeogénesis permite generar un extra de energía de la producida normalmente por otras vías (**Herrera, 2020**).

De acuerdo con **Abali et al. (2022)** los precursores gluconeogénicos son moléculas que pueden emplearse con el objetivo de sintetizar glucosa de forma neta. Los precursores gluconeogénicos más importantes son: el glicerol, el lactato y los  $\alpha$ -cetoácidos derivados del metabolismo de los aminoácidos glucogénicos, con excepción de la leucina y lisina.

- **Glicerol**

El glicerol es una molécula que se libera durante la hidrólisis de los triacilgliceroles (TAG) en el tejido adiposo para luego ser transportado al hígado por vía sanguínea. El glicerol se fosforila a glicerol 3-fosfato mediante la acción de la enzima glicerol quinasa y posteriormente oxidado por la enzima glicerol 3-fosfato deshidrogenasa a dihidroxiacetona, un intermediario de la glucólisis y gluconeogénesis (**Abali, et al., 2022**).

- **Lactato**

En la glucólisis anaeróbica, el lactato se libera a nivel sanguíneo como respuesta al ejercicio del músculo esquelético y por los eritrocitos. En el ciclo de Cori, este lactato se absorbe en el hígado y se oxida a piruvato para su posterior conversión en glucosa, que se libera nuevamente a la circulación sanguínea (**Nelson, Cox y Hoskins, 2021**).

- **Aminoácidos**

Los aminoácidos que se producen por la hidrólisis de las proteínas tisulares son las fuentes principales de glucosa durante el ayuno. El metabolismo de los aminoácidos genera  $\alpha$ -cetoácidos como el piruvato que se convierte en glucosa o el  $\alpha$ -cetoglutarato que puede ingresar en el ciclo de los ácidos tricarbónicos (TCA) y formar el

oxalacetato (OAA), que funciona como un precursor directo de la fosfoenolpiruvato (PEP) y de esa manera sintetizar glucosa (**Abali, et al., 2022**).

- **Propionatos**

Los propionatos, son transformados a oxalacetatos en el hígado, para luego ser condensados con acetil-CoA y de esa forma ingresar al ciclo de Krebs con el objetivo de incrementar la síntesis de glucosa y facilitar el almacenamiento de glucógeno, como precursor de glucosa. No obstante, sin presencia del oxalacetato, la acetil-CoA se desvía a otra ruta metabólica provocando la formación de cuerpos cetónicos. La vía metabólica del propionato requiere de los siguientes procesos: la conversión de propionil CoA, carboxilación de metil-malonil-CoA y la transformación a succinil-CoA. Para llevar a cabo estas reacciones es necesaria la participación de vitamina B12 y biotina a manera de coenzima (**González, 2018**).

- **Propilenglicol**

Es un carbohidrato de alta pureza utilizado como precursor de la glucosa sintetizado a partir del propileno y el carbonato. Esta sustancia juega un papel en la regulación de la liberación de insulina, inhibiendo la movilización de grasas y contribuyendo a la reducción del balance energético negativo (BEN) en el cuerpo, tal como lo afirma (**Bavera, 2007**).

El propilenglicol se absorbe en el sistema digestivo y posteriormente ingresa al hígado a través de la vena porta. Dentro de los hepatocitos, el propilenglicol se metaboliza para producir oxalacetato, que sirve como precursor de la gluconeogénesis. En ausencia de suficiente oxaloacetato, la acetil CoA sigue una vía alternativa para generar cuerpos cetónicos, (**Hippen, DeFrain y Linke 2008**).

### **1.2.3. Utilización de gluconeogénicos en la alimentación de cerdos**

Las nuevas tecnologías en el desarrollo de sustratos gluconeogénicos para su implementación en las dietas de cerdos, han permitido generar energía a menor costo, de tal manera que un kilogramo de una combinación de estos sustratos puede llegar a generar un equivalente de 77,5 Mcal/kg de energía metabolizable (**Herrera, 2020**).

En los animales las necesidades energéticas pueden cubrirse cuando se suministran carbohidratos (almidón o fibra), proteínas, o lípidos en la dieta, debido a que estos nutrientes tienden a proporcionar energía en niveles distintos (**Dorado, 2014**). La ventaja de la utilización de precursores gluconeogénicos evita la adición de grasas, aceites y sebos en la dieta de los cerdos, evitando el calentamiento, áreas sucias, deficiencias en la calidad de las materias primas evaluadas (**Herrera, 2020**).

### **1.2.4. Aporte de las grasas a energía**

Los ácidos grasos suministrados en la dieta se almacenan en el tejido adiposo a manera de triglicéridos, también denominados triacilgliceroles (**Cunningham y Klein, 2014**). Los triglicéridos son ésteres de alcohol trihídrico glicerol conformados por tres moléculas de ácidos grasos unidas por medio de enlaces éster (**Murray et al., 2012**).

Los ácidos grasos no pueden convertirse en glucosa, lo que en condiciones normales imposibilita su contribución al aporte de energía para el sistema nervioso central. Las grasas no son solubles en un medio líquido. No obstante, estos ácidos grasos pueden llegar a convertirse en cuerpos cetónicos (**Cunningham y Klein, 2014**). En los hepatocitos, los ácidos grasos de cadena larga se utilizan para formar triacilgliceroles, fosfolípidos y ésteres de colesterol. Estos lípidos complejos luego se almacenan en gotitas de lípidos y se liberan a la circulación como partículas VLDL (lipoproteínas de

muy baja densidad), así también llegan a formar estructuras de membrana dentro de las células **(Rui, 2014)**.

### **1.2.5. Requerimientos nutricionales de los cerdos**

Los requerimientos nutricionales se han ido modificando en los últimos años como respuesta a la evolución de las líneas genéticas, a la mejora en la oferta y calidad de materias primas para los piensos, así como en el estado sanitario de los sistemas de producción **(García-Contreras, et al. 2012)**.

Las necesidades nutricionales de los cerdos machos reproductores adultos se centran principalmente en mantener su condición corporal, con un ligero requerimiento energético adicional para el ejercicio y la monta. Sin embargo, en los verracos jóvenes, las demandas para la etapa de crecimiento son relativamente más altas. Para asegurar una producción adecuada de semen, es vital que el verraco gane peso durante su vida productiva, lo que puede implicar un cierto grado de sobrealimentación **(Whitney y Baidoo, 2010)**.

En toda formulación se debe poner atención a una diversidad de factores extrínsecos (sistema de producción, ambiente, época del año) e intrínsecos (edad, sexo, tipo genético, estado de salud, consumo de alimento) de los animales a los que va dirigida, así como en las metas de producción (consumo alimento/día, ganancia de peso/día, conversión alimenticia, peso de la camada, peso de los lechones al nacimiento y destete, grasa dorsal y rendimiento a la canal) sin olvidar que estas dietas están relacionadas directamente con el nivel nutritivo empleado, así como la calidad de los nutrientes **(García-Contreras, et al. 2012)**.

Los cerdos no requieren de una elevada concentración de proteínas sino de aminoácidos. Sin embargo, es recomendable establecer niveles mínimos y máximos razonables de estos compuestos en su dieta para evitar problemas potenciales como

deficiencias de estos que lleguen a generar problemas de salud, así como heces y purines excesivos debido a una sobreabundancia de aminoácidos **(De Blas et al., 2013)**.

De igual manera, al formular la dieta y asegurar que cumpla con los objetivos productivos, es fundamental tener en cuenta un margen de seguridad para cada nutriente seleccionado. Este margen ayuda a garantizar que la dieta pueda cumplir con los objetivos deseados de manera efectiva. Sin embargo, para evitar cualquier impacto negativo en la salud y la productividad de los animales, es fundamental conocer el límite de inclusión de las materias primas utilizadas en el proceso de formulación. **(García-Contreras, et al. 2012)**.

El contenido de fibra en el alimento proporcionado a los cerdos en crecimiento y ceba juega un papel importante en su palatabilidad, digestibilidad de nutrientes, rendimiento de la canal y sensación de saciedad **(Pu et al., 2022)**. Para fomentar el consumo, es recomendable establecer límites en el nivel de FND (Fibra Detergente Neutra) en los piensos para lechones y cerdos de engorde. Sin embargo, es importante evitar una deficiencia de fibra, debido a que puede provocar un deterioro del peristaltismo intestinal y tener efectos negativos como úlceras, prolapso y problemas de diarrea no específicos **(Li et al., 2021)**.

Por lo tanto, se recomienda incluir una cantidad mínima de fibra en el alimento. La cantidad específica de fibra a agregar debe estar en función de las condiciones higiénico-sanitarias de la finca y del tipo de fibra utilizada **(De Blas et al., 2013)**.

La energía no se puede clasificar técnicamente como un nutriente, pero se deriva de ciertas fuentes de alimentos que contienen grasas (lípidos) y carbohidratos como parte de su composición química. En los cerdos, la principal fuente de energía proviene de los carbohidratos, específicamente del almidón, que se encuentra en los cereales o sus productos procesados. **(García-Contreras, et al. 2012)**.

En la tabla 1, se exponen los requerimientos nutricionales para cerdos machos castrados en etapas de crecimiento y finalización.

**Tabla 1.**

*Requerimientos nutricionales de Cerdos Machos Castrados*

<b>Fase</b>	<b>Crecimiento</b>		<b>Finalización</b>	
Edad, días	77-91	98-112	119-140	147-175
Intervalo de peso, kg	30 a 50	50 a 70	70 a 100	100 a 125
Peso Medio, kg	40	60	85	112,5
Ganancia, kg/día	0,838	0,954	0,990	0,912
Consumo, kg/día	1,729	2,378	2,967	3,257
Energía Neta, kcal/kg	2430	2470	2500	2500
Proteína bruta, %	15,28	13,29	11,48	9,96
Fibra bruta, %	3,4-5,3	3,5-6,3	3,5-6,3	3,6-6,4
Lisina, %	0,930	0,835	0,726	0,630
Metionina, %	0,288	0,251	0,218	0,189
Metionina+Cisteína,%	0,566	0,493	0,436	0,378
Treonina, %	0,624	0,543	0,472	0,410
Calcio, %	0,655	0,524	0,454	0,406
Fósforo disp. %	0,324	0,256	0,221	0,198
Sodio, %	0,185	0,171	0,160	0,153
Cloro, %	0,175	0,161	0,150	0,144
Potasio, %	0,451	0,427	0,400	0,372
Extracto Etéreo, %	4-8	5-9	5-9	5-9

**Fuente:** Rostagno et al., 2017; Federación Española de Nutrición Animal, 2019

### 1.2.6. Cerdos de raza Duroc x Pietrain

La raza Duroc es de procedencia norteamericana que ha sido ampliamente distribuida en Latinoamérica, especialmente en Colombia, permitiendo alcanzar un gran avance productivo, en respuesta a un gran desarrollo en la anatomía de estos cerdos (aplomos fuertes), rusticidad y adaptabilidad en diversos ambientes (**Garzón, Guzmán y**



**Renteria, 2007).** Cuando se trata de cruzamiento, los cerdos Duroc (D) se seleccionan comúnmente como sementales terminales debido a su crecimiento excepcional, carne de alta calidad y características deseables, como un contenido de grasa y niveles de pH elevados (**Kim et al., 2018**).

Esta raza americana se caracteriza por su color rojo, que puede ir del amarillo claro al rojo-cereza oscuro. Tienen un cuello corto y profundo, una espalda larga y estrecha y patas de fuerza media. Estos animales generalmente se seleccionan por sus cualidades de doble propósito, ya que exhiben fuertes habilidades maternas y producen abundante leche. Son animales resistentes y prolíficos. De la misma manera, también son adecuados para cruces de terminales (**Monge, 2005**).

Son conocidos por su comportamiento tranquilo, resistencia y alta tasa reproductiva. Además, tienen una tasa de crecimiento rápida, una excelente eficiencia de conversión alimenticia y demuestran adaptabilidad a varios climas de reproducción. Sierra y Costa son dos ejemplos específicos de esta raza y pueden sacrificarse a los 6-7 meses de edad, ya que alcanzan un tamaño y peso satisfactorios para entonces (**Monge, 2005**).

#### **1.2.7. Indicadores productivos importantes en explotaciones porcinas**

Estos indicadores de referencia se utilizan para evaluar la rentabilidad y eficiencia de una explotación pecuaria enfocada a la producción porcina. Permiten identificar las áreas que muestran puntos débiles en la granja y a su vez ayudan con la implementación de mejoras para aumentar la productividad (**Martínez et al., 2003**).

- **Consumo voluntario de nutrientes**

El término "consumo voluntario de nutrientes en materia seca" se refiere a la cantidad de alimento que consume un animal en un período de tiempo específico. Este consumo se mide cuando se proporciona al animal un suministro abundante de alimento, que normalmente supera la cantidad requerida en un 15%. La comida se ofrece en

intervalos separados a manera de “comidas” con descansos relativamente largos entre ellos (**Forbes, 2007**).

- **Ganancia de peso**

El aumento de peso representa la capacidad del animal para transformar los alimentos en carne y, por lo general, se cuantifica en gramos o kilogramos, según sea necesario. El cálculo de la ganancia de peso se puede hacer semanalmente o al final de un período específico. El resultado está influenciado por varios factores, como la condición fisiológica del animal, la raza, la edad y las condiciones de alimentación (**Méndez, 2006**).

- **Conversión alimenticia**

El índice de conversión alimenticia se describe como la relación entre el alimento que es ingerido y la ganancia de peso en un período de tiempo determinado para incrementar el peso corporal en 1kg (**Castellanos, 2017**). Normalmente, el índice de conversión alimenticia que oscila entre 3,35 y 3,45 se determina durante el período de transición desde el engorde hasta la finalización. Este índice tiende a aumentar considerablemente a medida que el animal crece e incrementa su peso (**Méndez, 2006**).

- **Espesor de grasa dorsal**

La calidad de la canal de cerdo está determinada por varios parámetros, incluido el espesor de la grasa dorsal y el estado magro de la carne. Estos parámetros son utilizados como referencia por la mayoría de los industriales a escala nacional e internacional (**Campion, 2013**). El espesor de la grasa dorsal se considera un índice principal para predecir el rendimiento de la carne magra, y se requiere un espesor mínimo de grasa dorsal de 21-30 mm para mejorar la aceptabilidad general de la carne de cerdo (**Hoa, et al., 2021**).

- **Digestibilidad de nutrientes**

Fundamentalmente el valor nutricional de un alimento va a depender de su composición química o análisis bromatológico. Sin embargo, el valor potencial de un alimento para un animal siempre es inferior a su valor real debido a las pérdidas que se producen durante la digestión y la absorción. Una parte del alimento no se absorbe y se elimina en las heces, mismo que depende de la digestibilidad del alimento. Además, otra porción se elimina en la orina durante el metabolismo. Por lo tanto, para evaluar con precisión el valor nutricional, se deben tener en cuenta estas pérdidas, además de determinar las cantidades de nutrientes que se utilizan o no en diversos procesos fisiológicos y metabólicos (Schakel, et al., 1997).

- **Retención de nitrógeno**

La retención de nitrógeno se refiere a la cantidad de nitrógeno ingerido que un animal utiliza para su mantenimiento y crecimiento. Por lo general, se evalúa mediante un balance de nitrógeno, que implica restar el nitrógeno presente en las heces y la orina del nitrógeno ingerido con los alimentos. En determinaciones más precisas también se tienen en cuenta las pérdidas por respiración, sudor y otros factores. Además, es importante diferenciar entre pérdidas endógenas y exógenas, a saber, nitrógeno fecal metabólico (NFm) y nitrógeno urinario endógeno (NUe). Esta distinción ayuda a identificar las fuentes específicas de pérdida de nitrógeno dentro del cuerpo (Alberto, 2011).

### **1.2.8. Características generales de los cerdos**

Los cerdos son animales de tamaño moderado, que suelen exhibir una bata blanca (aunque pueden ser aceptables pequeñas manchas negras o azules ocasionales, siempre que el pelo sea blanco). Su cabeza es de longitud moderada, con orejas relativamente cortas e inclinadas hacia adelante, que cubren casi por completo los ojos del animal. Poseen una musculatura bien desarrollada y, como raza, son conocidos por su

estructura corporal alargada, caracterizada por tener de 16 a 17 pares de costillas, en contraste con otras razas que típicamente tienen 14 costillas (**González, 2019**).

### **1.2.9. Distribución**

Esta raza de animales en particular tiene una representación significativa en las granjas porcinas de todo el Ecuador, con su población repartida por todo el país, como lo indican los datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) en 2023. Los registros muestran que en Ecuador para el 2022, existieron alrededor de 0,9 millones de cerdos. Del total de cerdos, el 46,3% pertenecía a diferentes razas, concentrándose el 22,7% en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y el 15% en Guayas, según los últimos resultados de la Encuesta Continua de Producción Agropecuaria (ESPAC).

### **1.2.10. Anatomía y fisiología digestiva del cerdo**

El sistema digestivo de cerdo es relativamente sencillo en cuanto a los órganos que se lo integran conectados a través de un tubo músculo-membranoso, que inicia en la boca y termina a nivel del ano (**DeRouchey, 2014**). El sistema digestivo está constituido de tal manera que permite el almacenamiento temporal de los alimentos, facilitando que se produzca la ingestión de forma intermitente, con el objetivo de que el animal tenga la posibilidad de desarrollar otras actividades entre comidas (**Álvarez et al., 2019**). El tubo digestivo, en su estructura histológica, se compone de una serie de capas de tejido, superpuestas unas a otras, con forma de anillo, de dentro hacia afuera, que son:

**a) Mucosa:** recubre internamente todo el sistema digestivo posee una estructura homogénea de tejido mucoso, integrada por glándulas en determinadas regiones; por ejemplo, en la boca, se aprecian glándulas bucales, a nivel del estómago e intestino, glándulas gástricas e intestinales respectivamente (**Díaz, 2014**).

**b) Muscular:** está constituida por fibras musculares lisas o no voluntarias, que se extienden a lo largo del tubo digestivo en tres direcciones (longitudinales, transversales y oblicuas). A nivel del esófago las fibras musculares dispuestas de manera oblicua son poco numerosas y de escaso desarrollo, pero en el estómago todas las fibras, incluyendo las oblicuas son muy desarrolladas (**Díaz, 2014**). En algunas ocasiones, entre la capa mucosa y muscular se puede encontrar una pequeña capa de transición denominada como “submucosa”

**c) Serosa:** recubre y favorece externamente a las vísceras (**Díaz, 2014**).

### Órganos que integran el sistema digestivo

En general el sistema digestivo está compuesto por: boca, faringe, esófago, estómago, intestino delgado, intestino grueso y ano.

- **Boca**

El término boca se designa no sólo a la cavidad y sus paredes sino también a las estructuras accesorias que se proyectan y desembocan en esta. Las principales funciones de la boca son la prehensión, masticación e insalivación de los alimentos, no obstante, en otras especies tiene un papel importante en la agresión y defensa (**Dyce, et al., 2007**). La boca sirve como punto de ingreso de los alimentos al tubo digestivo e inicia la descomposición mecánica de los alimentos. Los dientes juegan un papel importante en la masticación y trituración de la comida en fragmentos más pequeños. La saliva sirve para humedecer y ablandar las partículas de comida, al mismo tiempo que contiene una enzima que inicia la digestión del almidón. Además, la lengua ayuda a empujar la comida hacia el esófago (**Rowan et al., 2020**).

- **Faringe**

La faringe, es una estructura alargada y estrecha que llega hasta las vértebras C2. Se divide en nasofaringe y orofaringe, interconectadas por la abertura intrafaríngea, el paladar blando y el arco palatofaríngeo (**Sisson y Grossman, 2001**). La longitud de la

faringe en lechones es de alrededor de 1 cm, mientras que en cerdos adultos oscila entre 3 a 4 cm, y se introduce en dirección caudal entre los músculos faríngeos (**Dyce et al., 2007**).

- **Esófago**

El esófago comprende el segmento inicial del tracto digestivo. Es un tubo muscular responsable de transportar los alimentos desde la cavidad oral y la faringe a través del cuello y el tórax hasta el estómago. El esófago consta de secciones cervical, torácica y abdominal, se encuentra revestido con una capa protectora de epitelio escamoso estratificado y cornificado (**Pasquini et al., 1989**).

El esófago comienza en el vestíbulo esofágico de la faringe ubicado en el borde bucal de los músculos constrictores faríngeos caudales. Es relativamente corto y en gran parte recto. Su calibre puede variar, en los adultos alcanza aproximadamente los 7 cm en sus extremos y la parte media alrededor de 4,2 cm (**Sisson y Grossman, 2001**). El alimento desciende a través del esófago con el movimiento en el esófago mediante el peristaltismo muscular, un proceso en el que los músculos se contraen y se relajan para impulsar la comida (**DeRouchey, 2009**).

- **Estómago**

Es un órgano grande con un fondo (*fundus*) y una porción pilórica. El *fundus* está situado a la izquierda de la línea media y presenta un saco ciego, así como el divertículo gástrico. Por otro lado, la porción pilórica se ubica a la derecha de la línea media. Cuando el estómago se encuentra lleno se asienta sobre el piso del abdomen (**Ortíz, 1996**).

En los lechones, el peso del estómago representa aproximadamente el 0,5-0,8% de su peso corporal. No obstante, en los cerdos en crecimiento, representa alrededor del 1-1,3% de su peso corporal. En los cerdos adultos, el estómago constituye

aproximadamente el 0,6 % de su peso corporal total. La capacidad del estómago varía, empezando con 30 ml en lechones recién nacidos y aumentando hasta aproximadamente 3,5 litros en cerdos de sacrificio y 5 litros en cerdos adultos, pudiendo expandirse entre los 6 y 8 litros respectivamente. Varios estudios han demostrado que la composición y el volumen de la dieta pueden afectar la capacidad del estómago en las comidas posteriores (**Laerke y Hedemann, 2012**).

La función principal del estómago es preparar los alimentos para una mayor digestión en el intestino delgado a través de procesos mecánicos y químicos. La digestión mecánica ocurre a través de las contracciones rítmicas denominadas movimientos peristálticos, que mezclan y ablandan los alimentos. A medida que las contracciones avanzan hacia el píloro, se vuelven más fuertes. Posteriormente, el alimento digerido se libera gradualmente en el duodeno a través del vaciado gástrico, un proceso regulado por mecanismos neuronales y hormonales que involucran a la grelina, la colecistoquinina (CCK), el péptido similar al glucagón 1 (GLP-1) y el péptido tirosina-tirosina (PYY) (**Chiba, 2013**).

Los cerdos presentan un estómago de un solo compartimento dividido en cuatro regiones estructural y funcionalmente diferentes. Una de estas regiones, llamada *pars esophagea*, es una extensión del esófago y carece de propiedades glandulares. En la producción porcina, es común que la *pars esophagea* desarrolle úlceras, que resultan a partir de una interacción compleja de factores que incluyen el tamaño de las partículas de la dieta, la fluidez gástrica, el contenido de carbohidratos en la dieta y el estrés ambiental (**Laerke y Hedemann, 2012**).

A excepción de una banda estrecha próxima a la región del cardias, internamente el estómago se encuentra revestido por mucosa glandular. La región no glandular del estómago es de color blanca y se puede reconocer fácilmente por la similitud que tiene con el revestimiento del esófago. Se encuentra rodeando la abertura del cardias y se prolonga hasta el divertículo del que reviste una pequeña porción defensa (**Dyce et al., 2007**).

Para alcanzar la función digestiva, el estómago se encuentra provisto de células secretoras de ácido clorhídrico (HCl), que permiten mantener el pH en bajos niveles, debido a que se requiere de un pH reducido para la conversión de los zimógenos gástricos en enzimas activas (**Tennant y Hornbuckle, 1980**). Este entorno ácido permite la activación del pepsinógeno en pepsina, lo que facilita la digestión de proteínas. La lipasa gástrica, una enzima involucrada en la digestión de los lípidos, también es secretada a nivel del estómago (**Chiba, 2013**).

- **Intestino delgado**

El intestino delgado es un órgano en forma tubular presente el abdomen derecho. En el cerdo adulto se extiende unos 20 metros desde el estómago hasta el intestino grueso. Consta de tres partes: el duodeno, el yeyuno y el íleon, que constituyen aproximadamente el 5%, el 90% y el 5% de su longitud total, respectivamente (**Adeola y King, 2006**).

El intestino delgado está provisto de cuatro capas de membranas. En primer lugar, se encuentra la serosa, luego la muscularis, submucosa y por último la mucosa. La serosa, la capa más externa, consta de un epitelio escamoso que forma el mesenterio, que contiene grandes vasos sanguíneos, tejido conectivo y nervios. La capa muscular presenta dos subcapas, la capa exterior formada por fibras musculares longitudinales y la capa interior compuesta por músculos circulares. La submucosa se compone de tejido conectivo, contiene vasos sanguíneos y linfáticos, así como nervios. Por último, la capa más interna, llamada mucosa, se divide en tres capas más pequeñas: la muscular de la mucosa, la lámina propia y el epitelio (**Chiba, 2013**).

Su función principal es descomponer químicamente los alimentos y absorber los nutrientes a través de numerosas proyecciones digitiformes denominadas vellosidades que recubren su superficie. El intestino delgado se encuentra enrollado en la cavidad abdominal y se mantiene unido por el mesenterio intestinal, dicha membrana además



contiene vasos sanguíneos que suministran nutrientes hacia y desde los intestinos (Ormandy, 2020).

- **Duodeno**

En los cerdos adultos, el duodeno se extiende desde el píloro hasta la unión duodenal-yeyunal, que se encuentra ubicada a unos 70-95 cm por el tracto digestivo. El duodeno se clasifica en cuatro segmentos: superior, descendente, inferior y ascendente. Después de la digestión química inicial que tiene lugar en la boca y el estómago, el duodeno es el tercer órgano encargado de la digestión química y enzimática de los alimentos (Chiba, 2013).

El duodeno parte del píloro en el lado derecho de la línea media y continúa en dirección caudodorsal, en posición ventral al lóbulo derecho del hígado y el riñón derecho. Envuelve la parte caudal de la base del mesenterio, moviéndose entre este y el colon descendente, antes de que pueda descender ventralmente para conectarse con el yeyuno (Dyce et al., 2007). Al comienzo del duodeno, el pH es de 6,1 y aumenta gradualmente a 6,4 debido a las secreciones alcalinas de las glándulas de Brunner presentes en la submucosa duodenal, que ayudan a neutralizar los contenidos ácidos recibidos del estómago a través del píloro gástrico (Chiba, 2013).

La porción craneal del duodeno gira de hacia la línea media por encima de la superficie visceral del hígado, hacia el lado derecho de la fisura portal. La porción inferior desciende y entra en contacto con la parte medial del riñón derecho de manera dorsal, mientras se coloca ventralmente al colon. En la región sublumbar, cerca de la línea media, realiza un giro para cruzar el plano medio y luego continúa en dirección craneal, con la parte mesentérica del intestino delgado. La porción craneal del duodeno se encuentra unida con la porción craneal y en este lugar es donde se abre el conducto pancreático (Sisson y Grossman, 2001).

Después de la digestión química que se produce en boca y el estómago, el duodeno es el tercer órgano involucrado en la digestión química y enzimática de los alimentos. A pesar de constituir solo el 5% de la longitud del intestino delgado, el duodeno desempeña un papel fundamental en la recepción de los principales jugos digestivos esenciales empleados en la digestión de los alimentos: bilis (específicamente ácidos biliares) y jugos pancreáticos (enzimas pancreáticas). Estas sustancias ingresan al duodeno a través del conducto hepatopancreático secundario, formando la papila duodenal mayor ubicada a 2-5 cm del píloro del estómago. Los cerdos poseen un conducto pancreático adicional (accesorio) que se abre en una papila duodenal menor ubicada a 8-10 cm distal de la papila duodenal mayor. El flujo de los jugos digestivos hacia el duodeno está controlado por el esfínter hepatopancreático (esfínter de Oddi). Para optimizar la digestión enzimática, se requiere de pH que oscila entre 6.4 (**Chiba, 2013**).

El epitelio duodenal posee la característica única de contener células I secretoras de CCK. Además, el duodeno juega un papel menor en la absorción de una pequeña porción de nutrientes libres. El epitelio duodenal posee la característica única de contener células I secretoras de CCK. Además, el duodeno juega un papel menor en la absorción de una pequeña porción de nutrientes libres. El epitelio duodenal posee la característica única de contener células I secretoras de CCK (como se muestra en la Tabla 1.1). Además, el duodeno juega un papel menor en la absorción de una pequeña porción de nutrientes libres (**Chiba, 2013**).

- **Yeyuno**

En los cerdos adultos, el yeyuno mide entre 14 y 19 metros de longitud, comprendiendo aproximadamente el 90% del intestino delgado (**Chiba, 2013**). El yeyuno es el sitio principal para la absorción de lípidos, aunque los mecanismos exactos involucrados en la absorción de lípidos no se han establecido por completo. Las micelas, se mueven hacia la capa de agua sin agitar a lo largo de la membrana de borde en cepillo sin interrupción. La absorción de compuestos lipídicos a través de la membrana apical ocurre a través de una combinación de difusión pasiva y transporte

activo mediado por transportador facilitado por proteínas especiales de unión a ácidos grasos (**Laerke y Hedemann, 2012**).

La porción restante del intestino está sostenida por un mesenterio de aproximadamente 15 a 20 cm de largo, grueso, que contiene una cantidad importante de grasa y numerosos ganglios linfáticos en su base; está conectada a la región sublumbar caudal del estómago y con el mesenterio del intestino grueso (**Sisson y Grossman, 2001**). El yeyuno se caracteriza por su color rojizo que indica un alto grado de vascularización con una pared intestinal relativamente gruesa. El pH al inicio del yeyuno es 6,4 y va aumentando gradualmente a 6,6 antes de volver a 6,4 al comienzo del íleon (**Chiba, 2013**).

Las asas yeyunales están trabadas flojamente por un largo mesenterio, ocupando la porción caudoventral de la cavidad abdominal, que comparte con el colon ascendente. Una vez que estas asas se disponen a la izquierda del mesenterio, el yeyuno se encuentra en gran parte a la derecha, pero se pueden apreciar porciones en contacto con la pared abdominal izquierda tanto por encima como por debajo del colon ascendente (**Dyce et al., 2007**).

La mucosa yeyunal destaca por sus profundas criptas llamadas Lieberkühn, así como por vellosidades bien desarrolladas. Las criptas contienen una concentración significativa de células de Paneth que destacan por sus propiedades antimicrobianas. Además, la mucosa presenta numerosos pliegues circulares paralelos conocidos como válvulas de Kerckring, que mejoran aún más el área de superficie disponible para la absorción de nutrientes. Las glándulas de Brunner están presentes en la parte proximal del yeyuno, lo que garantiza la neutralización de la acidez al proporcionar secreciones alcalinas antes de que se produzca una absorción completa (**Chiba, 2013**).

La ubicación exacta donde el duodeno se lleva a cabo la unión del duodeno y el yeyuno no está claramente definida, pero generalmente se cree que está situada debajo del asa

duodenal, que se extiende hacia arriba y luego lateralmente desde el extremo inferior del cuerpo pancreático (**Swindle y Smith, 2016**). En el cerdo la submucosa del yeyuno está densamente poblada de placas de Peyer (PP), dispuestas como folículos linfoides ricos en células B y T, que contribuyen al tejido linfoide asociado al intestino (GALT) que mejoran aún más el área de superficie disponible para la absorción de nutrientes (**Chiba, 2013**).

- **Íleon**

El íleon constituye los últimos 30 cm del intestino delgado. Posee gran cantidad de placas de Peyer y nódulos linfáticos (**Díaz, 2014**). El íleon está situado en las proximidades del lado izquierdo del abdomen y asciende para conectarse con el ciego, que está unido por medio del pliegue ileocecal. En su extremo, se levanta una paila nítida, que está provista de un esfínter que se cree evita el reflujo del material ingerido (**Dyce et al., 2007**).

Una vez que el quimo atraviesa el duodeno, el proceso digestivo se encuentra en pleno apogeo. Después de salir del duodeno, el viaje digestivo continúa hasta el yeyuno, en esta porción del intestino se produce una mayor descomposición de los nutrientes e inicia la absorción de los nutrientes y a continuación se dirige al íleon. La absorción de nutrientes tanto en el yeyuno como en el íleon ocurre dentro de un área específica denominada como "borde en cepillo" o mucosa intestinal. La mucosa está compuesta por proyecciones similares a dedos llamadas vellosidades, que contienen microproyecciones aún más pequeñas conocidas como microvellosidades. Las puntas de las microvellosidades forman estructuras intrincadas en red llamadas glucocáliz (**DeRouchey, 2009**).

El íleon representa el segmento tubular más distal del intestino delgado. En cerdos adultos, su longitud oscila entre 0,70 y 1,0 m, de color rosa, indicando una menor vascularización en comparación con el yeyuno. La válvula ileocecal actúa como un esfínter que regula el movimiento del contenido digerido desde el intestino delgado al

grueso, lugar donde inicia el ciego. Su función principal es prevenir el reflujo de líquido entérico abundante en bacterias desde el intestino grueso hacia el intestino delgado. El pH en el punto de entrada del íleon es de 6,4, aumentando gradualmente a 6,7 en las secciones medias y luego descendiendo a 6,4 en el extremo terminal próximo a la unión ileocecal (**Chiba, 2013**).

A diferencia del duodeno y el yeyuno, en el íleon se lleva a cabo a una digestión mínima, mientras que la absorción de nutrientes se maximiza gracias a una pared intestinal relativamente delgada, lo que reduce la distancia de difusión. En la parte proximal del intestino delgado, los alimentos parcialmente digeridos, especialmente los lípidos, tienen la capacidad de inducir el freno ileal. Además, la submucosa ileal de los cerdos contiene placas de Peyer (PP) que poseen una composición única con linfocitos B comprendiendo el 90 % de las células inmunitarias (**Chiba, 2013**).

- **Intestino grueso**

En los cerdos, el intestino grueso posee una longitud de 4 a 4,5 metros y generalmente es más ancho que el intestino delgado. Se une a la pared abdominal dorsal, por un mesenterio, entre los riñones (**Sisson y Grossman, 2001**).

- **Colon**

El colon porcino tiene su origen en el colon ascendente, a manera de una estructura larga, enrollada y con forma de cono. Está adherido a la pared dorsal del abdomen, con su extremo se orienta ventralmente, para luego ascender cranealmente, moviéndose hacia el hígado donde toma un ángulo recto para viajar horizontalmente. Esta curva pronunciada se conoce como el ángulo hepático y marca el inicio del colon transversal (**Chiba, 2013**).

Inicialmente, el colon tiene un diámetro similar al del ciego, pero gradualmente disminuye de tamaño. Ocupa principalmente el lado izquierdo del plano medio, caudal al estómago (**Sisson y Grossman, 2001**).

A lo largo del colon, se evidencian tres bandas de músculo liso (*teniae coli, free y omental coli*) que se extienden longitudinalmente sobre la superficie del intestino grueso. Estas bandas musculares se contraen, creando bolsas llamadas haustras. El pH dentro del segmento proximal del colon aumenta de 6,1 a 6,4. El ángulo esplénico colon transverso se extiende horizontalmente hasta llegar al bazo, donde realiza un giro a manera de ángulo recto para descender caudalmente (**Chiba, 2013**).

El pH dentro de la sección media del colon permanece constante en 6,5. El colon descendente continúa su movimiento caudal hacia la pelvis y luego toma un giro medial, pasando al colon sigmoide (**Chiba, 2013**).

- **Colon ascendente**

En el cerdo el colon ascendente es alargado y se dispone en asas formando una masa con forma cónica. Durante el desarrollo del cerdo, el asa inicial del colon ascendente se mueve hacia el lado izquierdo del mesenterio que sostiene el yeyuno y el íleon. El segmento proximal que se origina en el ciego cruza sobre el segmento distal y, a medida que se alarga, forma una espiral a su alrededor. Como resultado, el extremo proximal del asa inicial da origen a vueltas centrípetas fuera de la estructura en forma de cono, mientras que el segmento distal forma centrífugas localizadas (**Dyce et al., 2007**).

- **Colon transverso**

El colon ascendente se coloca en el mesenterio y forma tres bucles espirales entrelazados. Está conectado a la parte inferior del abdomen, la parte superior del estómago y el hígado en la parte delantera, mientras que su conexión se extiende hasta

el ciego, el intestino delgado y el lado derecho del cuerpo. Después de navegar a través de esta disposición en espiral, inicialmente se mueve hacia arriba en la región sublumbar, a la derecha de la línea central, y al llegar al estómago y al lado derecho del páncreas, gira hacia la izquierda y se convierte en el colon transversal. Tanto el colon transversal como el descendente cuelgan alrededor de las caras craneal e izquierda de la base del mesenterio (Dyce et al., 2007).

- **Colon descendente**

El colon descendente se caracteriza por dos bandas y dos series de saculaciones, que desaparecen de forma gradual en la porción centrifuga. Están presentes numerosos ganglios individuales, que aparecen a manera de prominencias redondeadas con un diámetro de 2-3 mm y con frecuencia muestran una depresión que se asemeja a un cráter. En la sección inicial del colon, a menudo existen grupos de ganglios linfáticos o placas de Peyer (Sisson y Grossman, 2001). El colon descendente continúa en dirección caudal por el lado izquierdo hasta convertirse en el recto (Swindle y Smith, 2016).

- **Ciego**

La unión entre el intestino delgado y el intestino grueso está marcada por el ciego, una gran estructura similar a una bolsa que alberga las bacterias necesarias para la digestión de los materiales vegetales (Dyce et al., 2007).

El ciego es una bolsa cilíndrica altamente lobulada con tres bandas que corren a lo largo de su longitud, se ubica al inicio del colon, acostado transversalmente en el lado izquierdo del abdomen. El vértice del ciego apunta en sentido caudoventral. El pH en el interior del ciego se mantiene en 6,1, que es más bajo que el pH de 6,4 con el que cuenta el extremo final del íleon. A diferencia de otras partes del sistema digestivo, el ciego no tiene vellosidades en su revestimiento interno (Chiba, 2013). Es bastante largo y se dispone en el piso del abdomen en el plano longitudinal media ligeramente hacia la izquierda (Díaz, 2014).

Las contracciones segmentarias del ciego promueven la absorción y la actividad microbiana, seguida de movimientos en masa que impulsan el quimo hacia el colon. En los cerdos, la fibra soluble se fermenta en el ciego, mientras que la fibra insoluble se fermenta principalmente a nivel del colon. La pared interna del ciego está compuesta por una gruesa membrana mucosa que facilita la absorción de agua y sales. Aunque la mucosa contiene glándulas mucosas, estas se encuentran ausentes en la submucosa. La sección distal del ciego se caracteriza por presentar grandes nódulos linfáticos (PP) dentro de la lámina muscular (**Chiba, 2013**).

- **Recto**

El recto es similar en estructura y posición a las demás especies domésticas. Se encuentra ligeramente dilatado antes del inicio del canal anal, que es estrecho (**Dyce et al., 2007**). Es la continuación del colon descendente. Generalmente, se encuentra rodeado por abundante cantidad de grasa (**Sisson y Grossman, 2001**).

- **Ano**

El ano es una estructura corta. Los siguientes músculos están asociados con el ano: el esfínter anal interno, un anillo de músculo liso que circunda el ano, el esfínter anal externo y el músculo elevador del ano (**Sisson y Grossman, 2001**).

### **1.2.11. Glándulas anexas del sistema digestivo**

- **Hígado**

El hígado, cuenta con un tamaño relativamente grande, se parece en tamaño y lobulación al del perro lobulado (**Dyce et al., 2007**). El peso promedio del hígado en el cerdo adulto es de 1,5 a 2 kg, es grueso centralmente y delgado a nivel de su circunferencia (**Sisson y Grossman, 2001**). Muestra profundas fisuras que lo dividen en lóbulos lateral y medial izquierdos, así como en lóbulos lateral y medial derechos.



Además, en la parte craneal, se disponen un corto lóbulo cuadrado y un proceso caudado, este último no entra en contacto con el riñón derecho (**Dyce et al., 2007**).

Como parte accesoria pero crucial del sistema digestivo, el hígado produce bilis. Este es un líquido alcalino que contiene colesterol y ácidos biliares derivados del colesterol que ayudan en la descomposición de las grasas (**Chiba, 2013**).

El hígado, un órgano complejo, con varias funciones esenciales en el mantenimiento del equilibrio metabólico (homeostasis), entre estas funciones incluyen la desintoxicación de metabolitos peligrosos, la síntesis de gama proteínas y compuestos esenciales para la digestión y el crecimiento (**Chiba, 2013**).

Una porción de la superficie del hígado entra en contacto con el piso abdominal, en la región xifoidea y debajo del arco costal derecho. Su porción más craneal se extiende hasta un plano transversal que pasa por la parte ventral de la sexta costilla o espacio intercostal. La superficie visceral del hígado es significativamente cóncava, una gran parte está relacionada con el estómago, donde se puede observar una depresión gástrica (**Sisson y Grossman, 2001**).

En los cerdos, el hígado se divide en seis lóbulos: lateral izquierdo, medial izquierdo, lateral derecho, medial derecho, cuadrado y caudado, separados por profundas fisuras interlobulillares. Adyacente al hígado, la vesícula biliar (3 a 5 cm, 25 ml) es una pequeña bolsa que almacena la bilis producida previo a su liberación en el intestino delgado para la digestión (**Chiba, 2013**).

Las principales células funcionales del hígado, se denominan hepatocitos, estos se encargan de producir el jugo biliar. Este jugo de bilis, aproximadamente 0.6-1.1 mL kg<sup>-1</sup> BW/h, es transportado a través de los conductos biliares intrahepáticos y finalmente llega al sistema biliar extrahepático (**Swindle, 2015**). El jugo biliar se

moviliza a través de los conductos biliares intrahepáticos hacia el sistema biliar extrahepático que consta de un conducto cístico, conectado a la vesícula biliar, y un conducto biliar que drena en el duodeno, ubicado aproximadamente 2-5 cm distal al píloro (**Chiba, 2013**).

Mientras que la vena porta (VP) es responsable de suministrar una porción de alrededor del 90%, del volumen total de sangre y hasta dos tercios del suministro de oxígeno al hígado, la arteria hepática propiamente dicha desempeña un papel único y esencial en el suministro de sangre para su aporte hacia el árbol biliar (**Eberlova et al., 2020**).

La vesícula biliar, se encuentra ubicada en la fosa homónima entre los lóbulos medial derecho y cuadrado del hígado. Sin embargo, su fondo no se extiende hasta el borde ventral. El conducto cístico y el conducto hepático se unen en un ángulo agudo inmediatamente después de que el conducto hepático emerge de la fisura portal, formando el conducto biliar. El conducto biliar común se abre hacia la papila duodenal, situada de 2,5 a 5 cm del píloro; en este lugar puede desarrollarse una verdadera ampolla (**Sisson y Grossman, 2001**).

A diferencia del páncreas, el jugo biliar se produce y almacena continuamente en la vesícula biliar hasta que se produce la estimulación de nutrientes. Cuando los nutrientes, especialmente los lípidos, están presentes en el intestino delgado proximal, el esfínter de Oddi se relaja y la vesícula biliar se contrae, permitiendo la liberación de jugo biliar hacia el duodeno. Las secreciones que produce el hígado se almacenan en la vesícula biliar y luego fluyen hacia el intestino delgado por medio del conducto biliar. Las secreciones biliares juegan un papel importante en la descomposición de las grasas durante la digestión (**Rowan et al., 2020**). Además, el páncreas produce jugos digestivos que viajan a través del conducto pancreático e ingresan al intestino delgado. Estas secreciones contienen enzimas necesarias para la digestión de grasas, carbohidratos y proteínas (**Rowan et al., 2020**).

Debido a la presencia de una cantidad significativa de tejido interlobular que posee el hígado, en las superficies externas exhibe formas poliédricas que miden de 1 a 2,5 mm de diámetro. Esta característica única distingue el hígado de los cerdos de los de otros animales y contribuye a su naturaleza menos friable (**Sisson y Grossman, 2001**).

## **Páncreas**

El páncreas es un órgano de doble función situado dentro de la porción interna del asa del duodeno, que forma parte del intestino delgado proximal. Sirve como órgano endocrino y exocrino, estrechamente relacionado con el sistema digestivo. En los cerdos, el páncreas se compone de dos lóbulos glandulares y tiene un conducto pancreático que desemboca en el duodeno aproximadamente a 20-25 cm del píloro, muy cerca del conducto biliar desde la vesícula biliar (**Chiba, 2013**).

El páncreas se extiende a lo largo de la pared dorsal de la cavidad abdominal caudal del estómago. Tiene una forma casi triangular. El lóbulo derecho está conectado con la primera curvatura (*flexura portalis*) del duodeno, y es en este punto su conducto ingresa al intestino. El lóbulo izquierdo está cerca del extremo izquierdo del estómago, la porción dorsal del bazo y la parte craneal del riñón izquierdo. La sección media está asociada con la vena porta y la raíz del mesenterio (**Dyce et al., 2007**). El conducto pancreático discurre directamente desde el lóbulo derecho hasta la pared del duodeno, abriéndose a unos 10 a 12 cm desde el píloro. Normalmente, el tejido interlobular contiene una cantidad significativa de grasa (**Sisson y Grossman, 2001**).

La vena porta pasa a través del páncreas en un ángulo agudo a medida que sigue su propio camino desde la raíz del mesenterio hasta el hígado. El páncreas además de estar rodeado de tejido adiposo puede tener una cubierta serosa cerca del duodeno (**Dyce et al., 2007**).

El páncreas exocrino contiene células acinares, responsables de producir y liberar enzimas junto con zimógenos en el duodeno cuando se estimulan. Estas enzimas pancreáticas juegan un papel crucial en la digestión de proteínas, carbohidratos, lípidos y ácidos nucleicos. Por otro lado, el páncreas endocrino se encarga de producir hormonas que regulan la utilización de los productos digeridos después de la absorción. El páncreas endocrino se encuentra estructurado en islotes de células conocidas como los “islotes de Langerhans”, denominados así por el profesor Paul Langerhans (Chiba, 2013).

Dentro del tejido exocrino del páncreas, los islotes están dispersos y contienen células alfa, que producen glucagón (15-20% del total de células de los islotes), células beta, encargadas de producir insulina y amilina (65-80%); células delta, que producen somatostatina (3-10%); células PP, involucradas en la producción de polipéptido pancreático (3-5%); y potencialmente células épsilon, que pueden producir grelina (<1%) (Laerke y Hedemann, 2012).

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Evaluar el efecto de una premezcla gluconeogénica sobre el comportamiento productivo y sus modificaciones del tejido magro en canales de cerdos.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Determinar el nivel de inclusión (0; 0,25 y 0,50 kg/tn de premezcla gluconeogénica) como reemplazante del 0, 25 y 50% de la energía neta aportada por el aceite de palma en dietas alimenticias.

- Evaluar el comportamiento productivo (Índices productivos y digestibilidad aparente) de cerdos en la fase de engorde.
- Analizar las modificaciones del tejido magro en canales de cerdos en etapa de finalización.
- Determinar el beneficio costo (B/C) de los tratamientos.

#### **1.4. Hipótesis**

**H0:** La adición de una premezcla gluconeogénica no afecta al comportamiento productivo ni modifica el tejido magro en cerdos

**H1:** La adición de una premezcla gluconeogénica afecta al comportamiento productivo y modifica el tejido magro en cerdo

## CAPÍTULO II

### METODOLOGÍA

#### 2.1. Equipos y materiales

<b>Materiales de campo</b>	<b>Materiales de digestibilidad</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Cerdos de línea terminal</li><li>• Corrales</li><li>• Comederos</li><li>• Bebederos de chupón</li><li>• Plástico</li><li>• Baldes</li><li>• Recipientes de plástico</li><li>• Desinfectante</li><li>• Overol</li><li>• Botas</li><li>• Guantes de manejo</li><li>• Escobas</li><li>• Palas</li><li>• Caretillas</li><li>• Mangueras</li><li>• Materias primas para la elaboración de balanceados</li><li>• Premezcla gluconeogénica (Inkreb)</li><li>• Dietas experimentales</li><li>• Sacos de polipropileno</li><li>• Cinta zoométrica</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Jaulas metabólicas</li><li>• Jeringuillas de 10 y 20 ml</li><li>• Fundas herméticas Ziploc</li><li>• Recipientes para muestras de orina</li><li>• Fundas de plástico finas</li><li>• Varilla de vidrio</li><li>• Bolsas filtrantes – ANKON Technology F57</li><li>• Vasos de precipitación 100, 500 y 1000 ml</li><li>• Crisoles</li><li>• Pinzas</li></ul>
<b>Materiales de modificaciones del tejido Magro</b>	<b>Materiales de escritorio</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Caja de guantes de manejo N.7</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hojas de papel</li></ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pie de rey o Vernier</li> <li>• Papel milimetrado</li> <li>• Fundas de papel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esferos</li> <li>• Marcadores</li> <li>• Cuaderno de apuntes</li> <li>• Cinta adhesiva</li> </ul>
<b>Equipos</b>	<b>Reactivos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mezcladora</li> <li>• Balanza digital (cap. 300 lb)</li> <li>• Balanza digital (cap. 2000 g; 1,0 g)</li> <li>• Balanza analítica (cap. 30 g; 0,001g)</li> <li>• Refrigerador</li> <li>• Estufa de secado</li> <li>• Computador portátil</li> <li>• pH metro</li> <li>• Refrigerador</li> <li>• Mufla</li> <li>• Sellador por calor</li> <li>• Aparato de digestión- ANKON 200/220 FIBER ANALYZER</li> <li>• Unidad de digestión Bloc Digest (CHONS)</li> <li>• Aparato destilador Kjeldahl</li> <li>• Ecógrafo SIUI-NEO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ácido clorhídrico al 10%</li> <li>• Acetona</li> <li>• Solución de detergente neutro (SDN)</li> <li>• Solución de detergente ácido (SDA)</li> <li>• Alfa-amilasa</li> <li>• Sulfito de sodio</li> <li>• Sulfato de amonio</li> <li>• Agua destilada</li> </ul>

## **2.2. Métodos**

### **2.2.1. Ubicación del experimento**

El presente estudio se llevó a cabo en la Granja Experimental Querochaca, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias en la Universidad Técnica de Ambato, campus Querochaca, ubicado en el cantón Cevallos, provincia de Tungurahua. La granja experimental se encuentra localizada en las siguientes

coordenadas, latitud y una longitud de 1°21'59.4"S 78°36'30.5"W o -1.366506, -78.608467.

### 2.2.2. Características del lugar

**Tabla 2.**

*Condiciones meteorológicas Julio - Diciembre 2022*

<b>Características</b>	<b>Descripción</b>
Clima	Templado-Frío
Temperatura, °C	11-15
Humedad relativa, %	75
Altitud, msnm	2890
Precipitación anual	571,2
Velocidad del viento, km/h	3,0
Presión atmosférica, mmHg	727,12
Nubosidad, %	80-90

**Fuente:** Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), 2017

### 2.2.3. Factores de estudio

#### **Nivel de reemplazo de energía neta con premezcla gluconeogénica, %**

- **T0:** 0,0 Kg/Tn de premezcla gluconeogénica (Inkreb) como reemplazo del 0% de energía neta, aportado por el aceite de palma
- **T1:** 0,25 Kg/Tn de premezcla gluconeogénica (Inkreb) como reemplazo del 25% de energía neta, aportado por el aceite de palma
- **T2:** 0,50 Kg/Tn de premezcla gluconeogénica (Inkreb) como reemplazo del 50% de energía neta, aportado por el aceite de palma



## 2.2.4. Tratamientos

**Tabla 3.**

*Distribución de los tratamientos*

<b>Simbología</b>	<b>Descripción</b>	<b>Repeticiones</b>	<b>Anim/Rep.</b>	<b>Anim/Trat.</b>
T0	0,0 Kg/Tn de una premezcla gluconeogénica (Inkreb) como reemplazo del 0% de energía neta (kcal), aportado por el aceite de palma	3	1	3
T1	0,25 Kg/Tn de una premezcla gluconeogénica (Inkreb) como reemplazo del 25% de energía neta (kcal), aportado por el aceite de palma	3	1	3
T2	0,50 Kg/Tn de una premezcla gluconeogénica (Inkreb) como reemplazo del 50% de energía neta (kcal), aportado por el aceite de palma	3	1	3
<b>Total Animales</b>				<b>9</b>

## 2.2.5. Diseño experimental

En la investigación se empleó un diseño completamente al azar (D.C.A) donde se evaluaron 3 tratamientos con 3 repeticiones por tratamiento obteniéndose un total de 9 unidades experimentales, donde a cada unidad experimental se integró por un cerdo. El procedimiento estadístico se desarrolló con un nivel de confianza del 95% y para la comparación de medias se utilizó la prueba estadística de Tukey. Por último, todos los datos fueron analizados en el software estadístico Infostat (versión estudiantil).

## 2.3. Manejo del experimento

### 2.3.1. Selección de los animales

En el presente estudio se emplearon un total de 9 cerdos machos castrados ( $W\bar{X}= 50\text{kg}$ ) en etapa de finalización o ceba (4 meses de edad), previamente identificados, vacunados y desparasitados. Los animales fueron ubicados en corrales (1,50 x 1,80 m) en los predios de la granja experimental Querochaca de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

### 2.3.2. Etapa I: Engorde de los cerdos

Para el período de engorde se alojó un cerdo por corral con el fin de evitar la competencia por el alimento. En esta etapa los animales se sometieron en primera instancia a un período de adaptación de 10 días en el que se llevó cabo un plan sanitario, nutricional y de manejo empleado en la granja “La Mirage” a cargo del Médico Veterinario Zootecnista Ángel Galora, para todos los animales del estudio y con ello monitorear a las unidades experimentales. Una vez terminado el proceso de adaptación, se administraron las dietas formuladas durante 62 días. A cada cerdo se le administró al inicio del experimento 2,378 g/día de alimento balanceado durante tres días. La cantidad de alimento se adecuó en dependencia de la ganancia de peso más el 50% (3567 g), según lo recomendado por **Rostagno, et al (2017)**, para la etapa de 50-70 kg, se les administró la ración mencionada previamente, en la segunda etapa (70-100 kg) el alimento ofrecido fue de 2967 g + 50% y para la última etapa (100-125 kg) se suministró 3257 g + 50% de pienso. El alimento otorgado fue dividido en dos raciones: una en la mañana (08:00 am) y otra en la tarde (15:00 pm) durante un período de 72 días.

La alimentación de los cerdos consistió en la administración de tres dietas de pienso (isoproteicas e isoenergéticas) con distintos niveles de inclusión de una premezcla gluconeogénica como reemplazo de la energía neta aportada por aceite de palma. El consumo de agua fue *ad libitum* en bebederos automáticos para proporcionarles agua fresca y limpia.

Se formuló una dieta basal (Tabla 3) de acuerdo con los requerimientos nutricionales para cerdos en etapa de engorde descritos por **Rostagno, et al (2017)**. En lo que respecta al valor nutricional y composición química de cada uno de los ingredientes que se utilizaron en la formulación de la dieta basal para los cerdos, se emplearon valores obtenidos del análisis bromatológico realizado previamente en el laboratorio TOX-CHEM en la ciudad de Riobamba, así como los valores procedentes de las investigaciones llevadas a cabo por Rostagno, et al (2017) y la Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA) para el 2019.

**Tabla 4.**

*Dietas con inclusión de una premezcla gluconeogénica (0,0; 0,25 y 0,50 kg/tn) para cerdos en etapa de engorde en reemplazo del 0, 25 y 50% de la energía neta aportada por el aceite de palma*

Materia prima	Reemplazo, %			Nec. Nutric FEDNA (2019); NRC (2012); Rostagno et al. (2017)	Aportes			
	0	25	50		0	25	50	
Maíz	63,00	63,18	63,36	PB, %	13,29- 17	13,32	13,34	13,35
Torta de soya	27,50	27,50	27,50	EN, kcal/kg	2470,00	3838,59	3845,50	3852,41
Aceite de palma	0,82	0,62	0,41	Lisina, %	0,835	1,18	1,18	1,18
INKREB	0,00	0,025	0,05	Metionina, %	0,251	0,33	0,33	0,33
Salvado de trigo	5,33	5,33	5,33	M+C, %	0,493	0,64	0,64	0,64
Carbonato de Ca	0,90	0,90	0,90	Treonina, %	0,543	0,78	0,78	0,78
Cloruro de Na	0,20	0,20	0,20	FB, %	3,5-5,4	4,17	4,18	4,18
Melaza	0,10	0,10	0,10	Ca, %	0,524- 0,8	0,58	0,58	0,58
F. Monocálcico	0,70	0,70	0,70	P. disp, %	0,256- 0,4	0,24	0,24	0,24
DL-Met 99%	0,05	0,05	0,05	Na, %	0,171	0,18	0,18	0,18
HCL-Lisina 98%	0,30	0,30	0,30	Cl, %	0,161	0,25	0,25	0,25
Prem. Vitaminica	0,07	0,07	0,07	K, %	0,427- 1,05	0,77	0,77	0,77
Prozuril	0,20	0,20	0,20	EE, %	4,0-8,0	3,94	3,74	3,54
Salgard	0,02	0,02	0,02					
Genex	0,20	0,20	0,20					
Enz. (Optimax)	0,20	0,20	0,20					
Sesquicarbonato de Na	0,10	0,10	0,10					
<b>Total</b>	100,00	100,00	100,00					

### **2.3.3. Etapa II: Pruebas de digestibilidad aparente**

La digestibilidad aparente de los nutrientes se realizó empleando el “método directo” descrito por **De la Cruz (2017)**, el cual se basa en la diferencia existente entre: el nutriente excretado y el nutriente ingerido cada 24 horas. Este proceso se llevó cabo durante 48 días (1 semana por cada tratamiento), luego de finalizada la primera etapa de la fase experimental (período de engorde), desde el día 73 al 120. El período de adaptación de los cerdos a las jaulas metabólicas fue 7 días por tratamiento, de la misma manera la recolección de heces y orina se realizó durante 7-8 días.

#### **Recolección de muestras de heces y orina**

Las muestras de heces recolectadas a diario se almacenaron a -21 °C, una vez finalizado el periodo de recolección, las muestras fueron seleccionadas y secadas a 65 °C durante 48 horas, mientras que la orina, se recolectó en recipientes plásticos que contenían 25 ml de HCl, con la finalidad de evitar la volatilización del nitrógeno. Finalmente se obtuvo 85 ml de muestra de orina de cada cerdo, mismos que se almacenaron a 4 °C para su análisis (**De la Cruz, 2017**).

### **2.3.4. Análisis de la calidad de carne**

- **Sacrificio de los animales**

Una vez realizadas las pruebas de digestibilidad, los cerdos fueron enviados al Camal Municipal de la ciudad de Pelileo, donde se llevó a cabo el proceso de faenamiento y la extracción de muestras para realizar el respectivo análisis de carne en el laboratorio TOX-CHEM.

- **Medición del espesor de la grasa dorsal *in vivo***

Para la medición de la grasa dorsal *in vivo* se empleó un Ecógrafo SIUINEO, colocando el transductor a la altura del punto de medición denominado como “P2”, lugar que coincide el espacio entre la última y penúltima costilla constituyendo el valor medio del espesor de grasa dorsal subcutánea entre el sector dorsal, lumbar y caudal del cerdo (**Hernández et al 2019**). Los valores registrados se obtuvieron de las

mediciones previo a la administración de los tratamientos y posterior a los 72 días de la etapa de engorde.

- **Medición del espesor de la grasa dorsal *post mortem***

La medición del espesor de la grasa dorsal en la canal de los cerdos se realizó luego del proceso de faenamiento. Las medidas se efectuaron a nivel de la décima (PG10) y décimo tercera (PG13) costilla, utilizando un Vernier o Pie de rey, midiéndose perpendicularmente en un mismo punto para ambos extremos a  $\frac{3}{4}$  de distancia de la línea media de las vértebras (**Pérez et al, 2006**).

- **Área del músculo longísimo dorsal (ALD)**

De acuerdo a lo recomendado por **Pérez et al, (2006)** para medir el área del músculo longísimo dorsal (ALD) se procedió a copiar en un papel milimetrado la figura del músculo largo dorsal del lado que corresponda a la 10ma costilla, luego de ser recortada, se medirá para determinar el área del musculo en cm<sup>2</sup>.

- **Pérdidas por goteo (PG)**

Para el cálculo de las pérdidas por goteo, se utilizó el método descrito por **Honikel (1998)**, en primera instancia se procedió a pesar y etiquetar la bolsa de plástico de cada muestra obtenida, para luego pesar 150 g de carne fresca extraída del músculo *longissimus dorsi* misma que, debía encontrarse libre de grasa y fascias para luego colocar la bolsa en un gancho o anzuelo. Posteriormente se introdujo la muestra de carne en la bolsa y se cerró herméticamente, evitando que la muestra entre en contacto con el fondo de la bolsa, misma que se sujetó en otra superficie para que la carne dentro de la bolsa quede suspendida. Finalmente, se refrigeró y pesó la bolsa con el exudado al término de 24 y 48 horas de almacenamiento.

- **Relación proteína grasa (P-G)**

Se tomaron muestras de 500 gr de carne extraídas del área del *longissimus dorsi* de cada una las canales faenadas. Las muestras se enviaron al laboratorio para determinar el porcentaje de proteína y grasa. La relación de proteína y grasa se valoró en dependencia de los resultados del análisis de laboratorio (**Chifla, 2017**).

- **pH (Potencial Hidrógeno)**

Transcurridas 24 horas posteriores al sacrificio se realizó la determinación del valor de pH de muestras de carne procedentes del músculo *longissimus dorsi*. La medida del pH se efectuó sobre las muestras que fueron homogenizadas al 10% en agua destilada utilizando un pH-metro. Inicialmente se pesaron 5 gramos de la muestra (carne) previamente picada y se homogenizó con 45 ml de agua destilada empleando una varilla de vidrio. Esta mezcla se dejó reposar media hora antes de efectuar la medida en el pH-metro, previamente ajustado a las soluciones de calibración (**Periago, 2012**).

## **2.4. Variables respuesta**

### **2.4.1. Consumo de Alimento Acumulado (CAA), kg**

Para la administración del alimento balanceado el período productivo se lo dividió en dos fases: adaptación (10 días) y engorda (62 días), dosificando el alimento en relación a las necesidades cerdo/día + 50% en dos raciones, en la mañana (08:00am) y en la tarde (15:00pm). El alimento ofrecido y los residuos se pesaron en una balanza digital y su valor se registró en g. Es importante mencionar que, el alimento suministrado a los cerdos, se incrementó en dependencia del aumento de peso que presentaron hasta alcanzar un pico de 3257 +50% g cuando los cerdos pesaron más de 100 kg, esto según lo descrito en las tablas brasileñas para aves y cerdos elaboradas por **Rostagno, et al (2019)**.

#### **2.4.2. Consumo Voluntario de Nutrientes (CVMS, CVMO, CVPC, CVFDN, CVFDA), kg**

Se realizó por métodos directos suministrándose el alimento con un excedente del 50% con respecto a las necesidades cerdo/día, llevándose a cabo cada 24 horas en diferentes tiempos.

$$CVN: \text{alimento ofrecido} - \text{alimento rechazado}$$

Así también, se tomaron muestras de 500 gr de cada dieta formulada (T0, T1 y T2) para luego ser secadas en la estufa a 105°C para determinar el porcentaje de materia seca de cada dieta y por último se almacenaron en bolsas de papel para realizar su posterior análisis bromatológico.

#### **2.4.3. Ganancia de Peso (GP), kg**

Hace relación al incremento de peso que se obtiene por el consumo de alimento registrado de forma diaria. Esta se determina por la diferencia de pesos entre el peso final menos el peso inicial, en cada una de las etapas (50-70 kg; 70-100 kg; 100-125 kg) (Méndez, 2006). El valor de la ganancia de peso se registró en kilogramos (kg).

$$\text{Ganancia de peso: } \text{Peso Final} - \text{Peso Inicial}$$

#### **2.4.4. Conversión alimenticia (CA)**

Se determinó mediante la relación del alimento consumido durante un período de tiempo/ganancia de peso total (50-70 kg; 70-100 kg; 100-125 kg).

$$CA = \frac{\text{Consumo de Materia seca (kg)}}{\text{Ganancia de peso (kg)}}$$



#### **2.4.5. Digestibilidad de nutrientes (Materia Seca, Materia Orgánica, Proteína Cruda, Fibra Detergente Neutra)**

El cálculo de digestibilidad se estimó a través del método descrito por **Nieves, et al (2008)** donde las heces que fueron recolectadas correspondieron a las dietas suministradas cuantificado así la diferencia entre los nutrientes que se aportaron en la dieta y los que posteriormente fueron excretados por medio de las heces y con ello obtener el porcentaje de nutrientes asimilados por el organismo. Para determinar el coeficiente de digestibilidad se empleó la siguiente fórmula

$$CDA = \frac{CN - EN (kg)}{CN} \times 100$$

Donde:

**CDA:** Coeficiente de digestibilidad aparente del nutriente

**CN:** Consumo del nutriente

**EN:** Excreción del nutriente

#### **2.4.6. Espesor de grasa dorsal (EGD), mm**

Los valores del espesor de la grasa dorsal *in vivo* se registraron antes de la fase de engorde y al término de esta. Así mismo, se registró este valor en la canal de los cerdos luego del faenamamiento. Las medidas del espesor de grasa dorsal se expresaron en milímetros (mm).

#### **2.4.7. Área del músculo longísimo dorsal (ALD), cm<sup>2</sup>**

El valor del área del músculo longísimo dorsal se registró en cm<sup>2</sup>.

#### **2.4.8. Pérdidas por goteo (PG), %**

Estos datos se expresaron en porcentajes (%) mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Exudado} = \frac{\text{Peso de Bolsa con Exudado} - \text{Peso de la Bolsa}}{\text{Peso Inicial de la Muestra}} \times 100$$

#### 2.4.9. Relación proteína grasa (P-G), %

El valor de la relación proteína-grasa se expresó en %

#### 2.4.10. pH (Potencial Hidrógeno)

Su valor se expresó en una escala de 0 a 14 puntos, donde 7 correspondió a un valor de neutralidad. Los valores que se encontraban por debajo de 7 fueron considerados ácidos y para aquellos por encima de 7 se los consideró como básicos.

Los valores que se obtuvieron del pH se interpretaron en función de los criterios de clasificación de la carne establecidos por **Periago (2012)**. El rango de pH normal y sus alteraciones se describen en la Tabla 4.

#### Tabla 5.

*Clasificación de la carne en función del pH*

Valores de pH	Clasificación de la carne
5,4 – 5,6	Normal
<5,4	PSE (Pálida, Suave y Exudativa)
>5,6	DFD (Oscura, Dura y Seca)

Fuente: Periago (2012)

#### Indicadores de la variación del pH

##### 1) Estrés

##### a) Efecto a corto plazo

Cuando el cerdo percibe estrés (previo al desangrado) el cuerpo del animal entra en estado de alerta produciendo una rápida movilización del glucógeno, empleado como fuente de energía, lo que desencadena en un incremento significativo en la síntesis de

ácido láctico. Si el sangrado ocurre poco después del estrés, el ácido láctico no se eliminará, resultando en carne con un pH bajo denominada como PSE (Auvray, 2020).

### **b) Largo plazo**

Los cerdos pueden estar expuestos a situaciones estresantes a largo plazo tales como: malas condiciones durante el transporte (tiempos prolongados y aglomeración de animales), peleas grupales en el camal al igual que largos períodos de espera en el corral de hacinamiento previo al sacrificio (Auvray, 2020). Bajo condiciones de ayuno en el matadero, el estrés en los cerdos provoca un consumo rápido de las reservas de glucógeno, de tal forma que, el proceso de acidificación post mortem llega a tornarse deficiente y la carne conserva un pH elevado tendiendo como resultado a una carne de tipo DFD (Simonetta, 2007).

## **2) Insensibilización eléctrica**

La técnica de insensibilización eléctrica o electronarcosis conduce hacia el deterioro en la calidad de carne, generando un aumento en el defecto PSE, consecuencia de rápido descenso en el pH (Mota, 2015). Con el propósito de evitar alteraciones durante el proceso de insensibilización eléctrica, se recomienda lo siguiente:

### **a) Niveles de rendimiento para asegurar el bienestar animal:**

- **Excelente:** 99,5 a 100% de ubicación correcta de electrodos.
- **No aceptable:** 85 a 98% de ubicación correcta o hasta más del 4% de vocalización debido a que los electrodos son conectados antes de estar firmemente colocados.
- **Problema grave:** < del 95% de ubicación correcta o superior a 4% de vocalización en respuesta a la colocación de electrodos.

### **b) Insensibilización por choque eléctrico/paro cardíaco en porcinos**

El intervalo máximo es de 60 segundos. A nivel de las grandes plantas de faena el tiempo de insensibilización está por debajo de este valor.

### **3) Insensibilización en el riel de sangrado**

#### **a) Niveles de rendimiento para asegurar el bienestar (cerdos insensibilizados que pueden exhibir sensibilidad parcial)**

- **Excelente:** menos de 1 por 2000 animales insensibilizados
- **Aceptable:** menos de 1 por 1000 animales insensibilizados

#### **b) Síntomas de una posible recuperación de la sensibilidad**

Se debe aplicar un disparo de perno retráctil a los animales que manifiesten uno o más de estos signos:

1. Respiración rítmica
2. Vocalización mientras cuelgan del riel de sangrado
3. Reflejos oculares en respuesta al tacto
4. Pestañeo
5. Reflejo de enderezamiento del lomo arqueado

#### **c) Medida en la vocalización del ganado**

**Niveles de rendimiento en la vocalización de porcinos (en el dispositivo inmovilizador o durante la insensibilización)**

- **Excelente:** sin vocalización
- **Aceptable:** hasta el 1% de vocalización, sin que exista casos de mala aplicación
- **No aceptable:** 2 a 5% de vocalización, por cualquier causa (**Grandin, 1999**).

#### **2.4.11. Costos de producción, \$/kg**

Los costos de producción de 1 kg de balanceado para cada uno de los tratamientos suministrados se expresaron en dólares americanos (\$)

**Tabla 6.***Tabla de costos de las dietas experimentales*

Ingredientes/ Nutrientes	Tratamientos					
	T0		T1		T2	
	Costo (\$/kg)	1 kg	Costo (\$/kg)	1 kg	Costo (\$/kg)	1 kg
Maíz	0,31	0,63000	0,31	0,63180	0,31	0,63360
Torta de soya	0,20	0,27500	0,20	0,27500	0,20	0,27500
Aceite de palma	0,02	0,00825	0,01	0,00619	0,01	0,00412
INKREB	-	-	0,00	0,00025	0,00	0,00050
Salvado de trigo	0,02	0,05330	0,02	0,05330	0,02	0,05330
Carbonato de Ca	0,03	0,00900	0,03	0,00900	0,03	0,00900
Cloruro de Na	0,00	0,00200	0,00	0,00200	0,00	0,00200
Melaza F.	0,00	0,00100	0,00	0,00100	0,00	0,00100
Monocálcico DL-Met 99%	0,01	0,00704	0,01	0,00704	0,01	0,00704
HCL-Lisina 98%	0,00	0,00050	0,00	0,00050	0,00	0,00050
L-Treonina 98%	0,01	0,00300	0,01	0,00300	0,01	0,00300
Prem. Vitaminica	0,00	0,00070	0,00	0,00070	0,00	0,00070
Prozuril	0,01	0,00200	0,01	0,00200	0,01	0,00200
Salgard	0,00	0,00020	0,00	0,00020	0,00	0,00020
Genex	0,01	0,00200	0,01	0,00200	0,01	0,00200
Enz. (Optimax)	0,00	0,00100	0,00	0,00100	0,00	0,00100
Sesquicarbonato de Na	0,00	0,00300	0,00	0,00300	0,00	0,00300
<b>Total</b>	<b>0,634</b>	<b>1,00000</b>	<b>0,631</b>	<b>1,00000</b>	<b>0,629</b>	<b>1,00000</b>
<b>Precio \$ x kg</b>	<b>0,63</b>		<b>0,63</b>		<b>0,62</b>	
<b>Precio \$ x 45 kg</b>	<b>28,52</b>		<b>28,41</b>		<b>28,31</b>	

**2.4.12. Relación beneficio-costos**

El índice de relación beneficio-costos es una medida que evalúa la correlación entre los ingresos o beneficios de un proyecto y sus costos o gastos. Se calcula comparando el valor actual de las entradas de efectivo futuras con el valor actual de la inversión

inicial. Al dividir el flujo descontado de beneficios por el flujo de costos, este enfoque también considera el impacto del valor del dinero en el tiempo (Aguilera, 2017). Para la investigación se empleó la siguiente fórmula:

$$RBC = \frac{\text{Valor actualizado del beneficio neto}}{\text{Valor actualizado de los costos}}$$

(Márquez y Castro, 2015)

Para el cálculo del valor de actualización del beneficio y de los costos del ensayo, se empleó la siguiente fórmula:

Factor de actualización

$$Fa = \frac{1}{(1 + i)^n}$$

(Coronado, 2014)

Donde:

i = Tasa de interés anual, 9,46% a octubre del 2022

n = Período de duración del ensayo (2 meses)

## 2.5. Procesamiento de la información

El análisis de las medias de cada una de las variables se realizó a través de la prueba de Tukey al 5% de significancia, utilizando el software estadístico SPSS v22. de acuerdo al diseño planteado.

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Análisis y discusión de resultados

##### 3.1.1. Resultados etapa I: rendimiento productivo de los cerdos

**Tabla 7.**

*Comportamiento productivo en cerdos en tres etapas de engorde alimentados con diferentes niveles de inclusión de una premezcla gluconeogénica (Inkreb).*

	Peso, kg	TRATAMIENTOS			ESM	Valor P	CV, %
		T0	T1	T2			
		0%	25%	50%			
<b>PI, kg</b>	-	52,33 <sup>a</sup>	50,33 <sup>a</sup>	51,33 <sup>a</sup>	0,88	0,3430	2,98
<b>PF, kg</b>	-	121,00 <sup>b</sup>	128,33 <sup>a</sup>	130,67 <sup>a</sup>	1,40	0,0066	1,92
<b>CVA, kg</b>	50-70	78,98 <sup>a</sup>	82,34 <sup>a</sup>	86,94 <sup>a</sup>	1,86	0,0613	3,90
	70-100	80,69 <sup>a</sup>	86,94 <sup>a</sup>	83,73 <sup>a</sup>	3,15	0,4735	6,52
	100-125	80,15 <sup>a</sup>	81,47 <sup>a</sup>	81,24 <sup>a</sup>	3,05	0,9484	6,52
<b>GP, kg</b>	50-70	4,73 <sup>c</sup>	5,56 <sup>b</sup>	6,20 <sup>a</sup>	0,13	0,0007	4,17
	70-100	5,44 <sup>b</sup>	6,85 <sup>a</sup>	6,99 <sup>a</sup>	0,18	0,0015	4,79
	100-125	7,76 <sup>a</sup>	8,48 <sup>a</sup>	8,20 <sup>a</sup>	0,25	0,2042	5,37
<b>CA</b>	50-70	4,09 <sup>b</sup>	3,44 <sup>a</sup>	3,39 <sup>a</sup>	0,09	0,0029	4,39
	70-100	3,70 <sup>b</sup>	3,14 <sup>ab</sup>	2,99 <sup>a</sup>	0,15	0,0362	8,06
	100-125	3,43 <sup>a</sup>	3,25 <sup>a</sup>	3,38 <sup>a</sup>	0,14	0,6507	7,05

**Nota:**<sup>a,b,c</sup> Medias con letras diferentes en las filas difieren significativamente (P<0,05). ESM= Error Estándar de la Media. PI= Peso Inicial. PF= Peso Final. CVA= Consumo Voluntario Acumulado. GP: Ganancia de Peso. CA: Conversión Alimenticia. T0= 0,0 kg/Tn de Inkreb como reemplazo del 0% de energía neta del aceite de palma. T1= 0,25 kg/Tn de Inkreb como reemplazo del 0% de energía neta del aceite de palma. T2= 0,50 kg/Tn de Inkreb como reemplazo del 0% de energía neta del aceite de palma

- **Peso Inicial, kg**

La variable de peso inicial no reflejó diferencias entre estos (p=0,3430), manifestando uniformidad al iniciar la administración de los tratamientos (Tabla 6).

- **Peso final, kg**

En la tabla 7 se observaron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos ( $p=0,0066$ ) para esta variable. Los pesos más elevados se alcanzaron con la administración de T2 (130,67 kg) y T1 (128,33 kg) los cuales compartieron el mismo nivel de significancia estadística. Los valores registrados difirieron del tratamiento control (T0) que registró un peso final inferior con respecto a los demás (121,00 kg).

- **Consumo Voluntario Acumulado, kg**

Los valores registrados en la tabla 7 sobre el consumo voluntario de alimento acumulado demostraron que no existió diferencias estadísticas en las medias de los tratamientos suministrados en los cerdos durante las tres etapas de engorde (50-70 kg; 70-100 kg y 100-125 kg).

- **Ganancia de peso, kg**

La ganancia de peso en los cerdos durante la primera etapa de engorde (50-70kg) presentó diferencias altamente significativas entre las medias de los tratamientos ( $p=0,007$ ). La ganancia de peso más elevada se obtuvo con T2 (6,20 kg) y está respuesta difirió con la aplicación de T1 y T0, siendo este último el que registró una menor ganancia de peso con relación a los demás tratamientos (4,73 kg). Durante la segunda etapa de engorde (70-100 kg) la ganancia de peso reflejó diferencias significativas entre las medias de los tratamientos ( $p=0,0015$ ). Los resultados indicaron una mayor ganancia de peso con la administración de T2 y T1, siendo estadísticamente similares con valores de 6,99 kg y 6,85 kg respectivamente mientras que T0 registró un valor de 5,44 kg. En lo que respecta a la última etapa de engorde (100-125 kg) no se evidenciaron diferencias significativas luego de aplicarse los tratamientos en cuanto a la ganancia de peso (Tabla 7).



- **Conversión alimenticia**

En la tabla 7 se puede apreciar que, la conversión alimenticia reflejó diferencias significativas entre las medias de los tratamientos administrados ( $p=0,0029$ ) en los cerdos durante la primera etapa de engorde (50-70 kg), obteniéndose mejores resultados tras la aplicación de T2 (3,39) y T1 (3,44), los cuales compartieron el mismo nivel de significancia estadística y difirieron de T0 (4,09) que presentó el valor más elevado de conversión alimenticia. En los cerdos durante segunda etapa de engorde (70-100 kg) se evidenciaron diferencias significativas para las medias de los tratamientos evaluados ( $p=0,362$ ), siendo T2 y T1 los tratamientos que alcanzaron mejores resultados con valores de 2,99 y 3,14. No obstante, estos resultados difirieron del tratamiento control (T0) que a pesar de compartir significancia estadística con T1, presentó una conversión alimenticia de 3,70. Por último, en los cerdos con pesos de 100-125 kg, se observó un comportamiento similar en la conversión alimenticia, sin diferencias significativas entre los tratamientos ( $p=0,6507$ ).

**Tabla 8.**

*Consumo voluntario de nutrientes (g/animal/día) en cerdos en tres etapas de engorde alimentados con diferentes niveles de inclusión de una premezcla gluconeogénica (Inkreb).*

	Peso, kg	TRATAMIENTOS			ESM	Valor P	CV, %
		T0	T1	T2			
		0%	25%	50%			
<b>CVMS, g</b>	50-70	2758,45 <sup>a</sup>	2682,05 <sup>a</sup>	2857,56 <sup>a</sup>	93,57	0,4606	5,86
	70-100	3195,51 <sup>a</sup>	3279,76 <sup>a</sup>	3181,79 <sup>a</sup>	131,42	0,8533	7,07
	100-125	3545,39 <sup>a</sup>	3538,17 <sup>a</sup>	3477,94 <sup>a</sup>	113,30	0,9004	5,57
<b>CVMO, g</b>	50-70	1486,14 <sup>a</sup>	1483,35 <sup>a</sup>	1628,96 <sup>a</sup>	51,85	0,1557	5,86
	70-100	1721,61 <sup>a</sup>	1814,17 <sup>a</sup>	1813,79 <sup>a</sup>	72,52	0,6082	7,04
	100-125	1910,11 <sup>a</sup>	1957,10 <sup>a</sup>	1982,61 <sup>a</sup>	61,66	0,7145	5,48
<b>CVPC, g</b>	50-70	423,27 <sup>b</sup>	461,31 <sup>ab</sup>	502,59 <sup>a</sup>	15,56	0,0315	5,83
	70-100	490,33 <sup>a</sup>	564,12 <sup>a</sup>	559,62 <sup>a</sup>	21,45	0,0890	6,90
	100-125	544,02 <sup>a</sup>	608,56 <sup>a</sup>	611,71 <sup>a</sup>	17,91	0,0627	5,27
<b>CVFDN, g</b>	50-70	483,32 <sup>b</sup>	485,21 <sup>b</sup>	589,60 <sup>a</sup>	17,70	0,0083	5,90
	70-100	559,90 <sup>a</sup>	593,33 <sup>a</sup>	656,50 <sup>a</sup>	24,76	0,0813	7,11
	100-125	621,20 <sup>b</sup>	640,08 <sup>ab</sup>	717,61 <sup>a</sup>	20,42	0,0340	5,36
<b>CVFDA, g</b>	50-70	70,90 <sup>b</sup>	73,52 <sup>b</sup>	89,00 <sup>a</sup>	2,65	0,0059	5,89
	70-100	82,14 <sup>b</sup>	89,90 <sup>ab</sup>	99,09 <sup>a</sup>	3,69	0,0472	7,06
	100-125	91,14 <sup>b</sup>	96,98 <sup>ab</sup>	108,32 <sup>a</sup>	3,02	0,0183	5,29

**Nota:**<sup>a,b,c</sup>Medias con letras diferentes en las filas difieren significativamente (P<0,05). ESM= Error Estándar de la Media. CVMS= Consumo Voluntario de Materia Seca. CVMO= Consumo Voluntario de Materia Orgánica. CVFDN= Consumo Voluntario de Fibra Detergente Neutra. CVFDA= Consumo Voluntario de Fibra Detergente Ácida. T0= 0,0 kg/Tn de Inkreb como reemplazo del 0% de energía neta del aceite de palma. T1= 0,25 kg/Tn de Inkreb como reemplazo del 0% de energía neta del aceite de palma. T2= 0,50 kg/Tn de Inkreb como reemplazo del 50% de energía neta del aceite de palma

- **Consumo Voluntario de Nutrientes (CVMS, CVMO, CVPC, CVFDN, CVDA), kg**

En la tabla 8 se puede apreciar que, no existieron diferencias significativas en el consumo voluntario de materia seca (CMVS) y materia orgánica (CVMO), durante las tres etapas del período de engorde. No obstante, para las variables de consumo

voluntario de proteína cruda (CVPC), fibra detergente neutra (CVFDN) y fibra detergente ácida (FDA) se encontraron diferencias significativas. El consumo de proteína cruda durante la primera etapa de engorde reflejó diferencias significativas ( $p=0,0315$ ), donde T2 y T1 registraron los mejores resultados con relación al tratamiento control. En cuanto al valor de consumo voluntario de fibra detergente neutra (CVFDN) en la primera etapa de engorda (50-70 kg) fue significativamente superior ( $p=0,0083$ ) tras la administración de T2 (589,60 g) con relación a T1 y T0. Sin embargo, durante la segunda etapa de engorda, no se observaron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos ( $p=0,0813$ ). Por otro lado, durante la última etapa de engorda se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos ( $p=0,0340$ ) registrándose un mayor CVFDN en T2 (715,61 g), el cual a su vez compartió un mismo nivel de significancia estadística con T1 (640,08 g). Con relación al consumo voluntario de fibra detergente ácida (CVFDA), durante la primera etapa de engorde los valores obtenidos fueron estadísticamente diferentes ( $p=0,0059$ ) tras la administración de T2 que registró un mayor consumo de este nutriente (89,00 g) con respecto a T1 y T0. En la segunda etapa de engorda, el comportamiento fue similar, donde este valor fue significativamente superior ( $p=0,0472$ ) con T2 registrando un valor de 99,09 g en comparación a los demás tratamientos y de la misma manera durante la última etapa de engorda, el consumo obtenido tras la administración de T2 (108,31 g) difirió estadísticamente ( $p<0,0183$ ) frente a T1 y T0.

### 3.1.2. Resultados etapa II: digestibilidad de nutrientes

**Tabla 9.**

*Digestibilidad de nutrientes (%) en cerdos de engorde alimentados con diferentes niveles de inclusión de una premezcla gluconeogénica (Inkreb).*

	TRATAMIENTOS			ESM	Valor P	CV, %
	T0	T1	T2			
	0%	25%	50%			
DMS	89,51 <sup>a</sup>	90,23 <sup>a</sup>	89,42 <sup>a</sup>	0,78	0,7326	1,50
DMO	72,44 <sup>a</sup>	76,62 <sup>a</sup>	76,81 <sup>a</sup>	2,45	0,4177	5,64
DPC	78,31 <sup>b</sup>	83,50 <sup>ab</sup>	88,21 <sup>a</sup>	2,56	0,0001	5,2
DFDN	54,68 <sup>a</sup>	61,40 <sup>a</sup>	64,64 <sup>a</sup>	3,60	0,2170	10,34

**Nota:**<sup>a,b,c</sup> Medias con letras diferentes en las filas difieren significativamente ( $P < 0,05$ ). ESM= Error Estándar de la Media. DMS= Digestibilidad de Materia Seca. DMO= Digestibilidad de Materia Orgánica. DFDN= Digestibilidad de Fibra Detergente Neutra. T0= 0,0 kg/Tn de Inkreb como reemplazo del 0% de energía neta del aceite de palma. T1= 0,25 kg/Tn de Inkreb como reemplazo del 0% de energía neta del aceite de palma. T2= 0,50 kg/Tn de Inkreb como reemplazo del 50% de energía neta del aceite de palma

- **Digestibilidad de Nutrientes (DMS, DMO, DPC, DFDN), %**

Los resultados presentados en la tabla 9 con respecto a la digestibilidad de la materia seca, la materia orgánica, la fibra detergente neutra y la fibra detergente ácida no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los tratamientos aplicados. Sin embargo, se observó una marcada diferencia en el porcentaje de digestibilidad de proteína cruda ( $p=0,0001$ ), donde T1 y T2 mostraron los resultados más altos con 88,21 % y 83,50 %, respectivamente. Estos valores difirieron significativamente del tratamiento control, que registró el valor más bajo de digestibilidad de la proteína cruda.

### 3.1.3. Resultados etapa III: Modificaciones del tejido magro

**Tabla 10.**

*Modificaciones del tejido magro en cerdos de engorde alimentados con diferentes niveles de inclusión de una premezcla gluconeogénica (Inkreb).*

	TRATAMIENTOS			ESM	Valor P	CV, %
	T0 0%	T1 25%	T2 50%			
ALD, cm <sup>2</sup>	998,67 <sup>b</sup>	1200,00 <sup>ab</sup>	1330,67 <sup>a</sup>	48,56	0,0082	7,15
PG 24H, %	14,47 <sup>b</sup>	11,17 <sup>a</sup>	9,52 <sup>a</sup>	0,58	0,0027	8,63
PG 48H, %	16,29 <sup>b</sup>	12,28 <sup>a</sup>	10,69 <sup>a</sup>	0,53	0,0007	6,95
EGDI, mm	10,67 <sup>a</sup>	11,00 <sup>a</sup>	10,37 <sup>a</sup>	0,40	0,5671	6,50
EGDF Iv, mm	16,50 <sup>a</sup>	16,60 <sup>a</sup>	12,43 <sup>a</sup>	1,20	0,0822	13,74
EGDF Pm, mm	17,50 <sup>a</sup>	18,00 <sup>a</sup>	14,00 <sup>a</sup>	1,12	0,0859	11,74
PC, %	17,86 <sup>b</sup>	19,10 <sup>a</sup>	19,63 <sup>a</sup>	0,20	0,0019	1,81
GC, %	4,91 <sup>a</sup>	4,78 <sup>a</sup>	4,49 <sup>a</sup>	0,29	0,6015	10,61
pH	5,79 <sup>a</sup>	5,69 <sup>a</sup>	5,69 <sup>a</sup>	0,05	0,3594	1,58

**Nota:**<sup>a,b,c</sup> Medias con letras diferentes en las filas difieren significativamente (P<0,05). ESM= Error Estándar de la Media. ALD= Área del *Longissimus dorsi*. PG 24H= Pérdidas por Goteo a las 24 Horas. PG 48H= Pérdidas por Goteo a las 48 Horas. EGDI: Espesor de Grasa Dorsal Inicial. Espesor de Grasa Dorsal Final *In vivo*. EGD Pm: Espesor de Grasa Dorsal Final *Post mortem*. PC: Proteína Cruda. GC: Grasa Cruda. T0= 0,0 kg/Tn de Inkreb como reemplazo del 0% de energía neta del aceite de palma. pH: Potencial Hidrógeno. T1= 0,25 kg/Tn de Inkreb como reemplazo del 0% de energía neta del aceite de palma. T2= 0,50 kg/Tn de Inkreb como reemplazo del 50% de energía neta del aceite de palma

Los resultados con respecto a las modificaciones en el tejido magro debido a la inclusión de diferentes niveles de una premezcla gluconeogénica se presentan en la tabla 10. Con respecto al área del *Longissimus dorsi* (ALD), se registraron diferencias significativas (p=0,008) alcanzándose un mejor resultado con la administración de T2 que presentó un valor de 1330,67 cm<sup>2</sup> con respecto a T1 (1200,00 cm<sup>2</sup>) y T0 (998,67 cm<sup>2</sup>).

En cuanto a las pérdidas por goteo a las 24 (PG 24H), la diferencia entre las medias de los tratamientos fue altamente significativa ( $p=0,0027$ ) para T2 y T1, mismos que registraron una menor pérdida por goteo al cabo de 24 horas (9,52% y 11,17% respectivamente) en relación con T0 (14,47%). De manera similar, para las pérdidas por goteo a las 48 horas (PG 48 H) las diferencias significativas ( $p=0,0007$ ) señalan que, los mejores resultados se obtuvieron con T2 (10,69%) y T1 (12,28%), cuyos valores develaron una menor pérdida de agua en comparación con T0 (16,29%)

Las variables de espesor de grasa dorsal inicial (EGDI), grasa dorsal final *In vivo* (EGD Iv), espesor de grasa dorsal final *Post mortem* (EGD Pm), grasa cruda (GC) y pH no reflejaron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos suministrados, indicando la ausencia de un efecto tras la adición de este promotor gluconeogénico en la dieta de los cerdos ( $P>0,05$ ).

No obstante, el porcentaje de proteína cruda (PC) reflejó diferencias estadísticamente significativas ( $p=0,0019$ ) donde T2 y T1 registraron valores de proteína cruda de 19,63% y 19,10% respectivamente, superiores con relación al tratamiento control (T0).

### 3.1.4. Análisis de costos

**Tabla 11.**

*Costo de inversión del ensayo por tratamientos*

	Tratamientos		
	T0	T1	T2
Costos directos , \$			
Cerdos	360,00	360,00	360,00
Alimento suministrado	455,94	474,12	475,43
Total, \$	815,94	834,12	835,43
Costos indirectos, \$			
Agua	15,00	15,00	15,00
Luz	10,00	10,00	10,00
Alquiler maquinas	20,00	20,00	20,00
Mano de obra	40,00	40,00	40,00
Combustible	20,00	20,00	20,00
Total, \$	105	105	105
Total costos de producción	920,94	939,12	940,43

La Tabla 12 presenta el cálculo de los costos de inversión del ensayo incurridos durante el ensayo experimental para cada tratamiento aplicado. La variación observada en los costos responde principalmente de los gastos diferenciales en el alimento suministrado. En particular, el tratamiento T2 exhibió el mayor gasto en relación con el tratamiento de control (T0). Sin embargo, es importante resaltar que el tratamiento T2 no difirió mucho con T1. Los costos de producción se dividieron en dos categorías distintas: costos directos y costos indirectos.

**Tabla 12.***Costo por kilogramo de peso*

<b>Tratamientos</b>	<b>Costo producción total</b>	<b>N° cerdos</b>	<b>Costo/cerdo</b>	<b>Peso cerdo, kg</b>	<b>Costo/kg</b>
T0	920,94	3	306,98	121,00	2,54
T1	939,12	3	313,04	128,33	2,44
T2	940,43	3	313,48	130,67	2,40

La Tabla 12 presenta el costo por kilogramo de peso, para esto se determinó el costo de total de producción de cerdos sometidos a diferentes tratamientos. Los cálculos se derivaron considerando el peso promedio de los cerdos al final de la etapa de engorde. Los cerdos sometidos al tratamiento control (T0) exhibieron el menor costo de producción, ascendiendo a \$920,94. Por el contrario, los tratamientos T2 y T1 registraron los mayores costos de producción, con una diferencia de costos muy reducida, con tan solo \$1,31 para ambos tratamientos.

**Tabla 13.***Ingresos totales del ensayo*

<b>Tratamientos</b>	<b>Rendimiento producción, kg</b>	<b>Precio/kg</b>	<b>Ingreso total, \$</b>
T0	363	3,00	1089,00
T1	385	3,00	1155,00
T2	392	3,00	1176,00

La Tabla 13 muestra el ingreso total generado durante el experimento. La variación de los ingresos surge principalmente del rendimiento productivo de los cerdos, debido a que el precio por kilogramo se mantuvo constante en todos los grupos experimentales. Cabe destacar que los cerdos alimentados con T2 reportaron los ingresos económicos más altos, que ascendieron a \$ 1176,00. Siguiendo de cerca, T1 demostró un ingreso comparable sin mostrar una diferencia muy marcada con el tratamiento antes



mencionado. En contraste, los cerdos sujetos a T0 produjeron los ingresos más bajos, con un total de \$1089.00.

### 3.1.5. Relación Beneficio/Costo

**Tabla 14.**

*Cálculo de la relación beneficio/costo de los tratamientos aplicados a una tasa de interés del 9,46%*

<b>Tratamientos</b>	<b>Ingreso total, \$</b>	<b>Costo total, \$</b>	<b>Factor de actual.</b>	<b>Costo total actual, \$</b>	<b>Beneficio neto actual, \$</b>	<b>RBC</b>
T0	1089,00	920,94	0,8346	1103,46	-14,46	-0,01
T1	1155,00	939,12	0,8346	1125,24	29,76	0,03
T2	1176,00	940,43	0,8346	1126,80	49,20	0,04

Los beneficios netos presentados en la tabla 14, indican valores positivos para los tratamientos T2 y T1, manifestando que los ingresos generados superaron a los costos incurridos. La actualización de los costos se llevó a cabo utilizando una tasa de interés bancaria del 9,46% anual, considerando los dos meses de duración del ensayo. Además, la relación costo-beneficio demuestra resultados favorables para los tratamientos que involucran la adición de una premezcla gluconeogénica. En particular, T2 demostró una relación beneficio-costo superior de 0,04, indicando que, se espera que cada dólar gastado en el tratamiento produzca aproximadamente 0,04 dólares en beneficios.

### 3.2. Discusión de resultados

Tras la administración del promotor gluconeogénico, no se observaron cambios estadísticamente significativos en términos de consumo de alimentos acumulativo en las distintas dietas experimentales. Estos hallazgos se alinean con los resultados reportados por **Dorado (2014)**, donde la sustitución del aceite de soya por un precursor

gluconeogénico al 50% y 100% no indujo alteraciones en el consumo diario de alimento de los cerdos, indicando una falta de influencia de este promotor en el consumo de alimento. Sin embargo, los valores acumulados de consumo de alimentos para las tres fases siguen coincidiendo con los valores informados por **Rostagno et al. (2017)**.

En cuanto a la variable relacionada con el peso final, de acuerdo con la tabla 7, los mayores pesos se alcanzaron tras la administración de T2 y T1. Estos hallazgos son consistentes con investigaciones previas realizadas por (**Medeles, Ayala y Herrera, 2016**) que también informó tendencias similares con respecto a la influencia de diferentes tratamientos empleando un producto gluconeogénico (Lipofeed ®) en el peso final en cerdos. Los resultados observados refuerzan el impacto potencial del promotor gluconeogénico administrado (T2 y T1) en la presentación de mayores pesos finales.

Los hallazgos de este estudio en relación con la ganancia de peso en cerdos durante las etapas inicial e intermedia de ceba (50-70 kg y 70-100 kg, respectivamente) muestran relación con los obtenidos por **Dorado (2014)** quien reportó que al reemplazar el 50% y el 100% del aceite de soya por un precursor gluconeogénico, se observó un aumento notable en la ganancia de peso durante la etapa intermedia del engorde. La similitud de los resultados entre el estudio actual y la investigación de Dorado (2014) sugiere que la inclusión de precursores gluconeogénicos en las dietas de los cerdos puede ejercer un impacto positivo en la ganancia de peso durante las primeras etapas de engorde.

La administración de T2 (0,50 kg/tn) y T1 (0,25 kg/tn) registró valores de conversión alimenticia superiores en las primeras etapas de engorde, ambos mostrando el mismo nivel de significación estadística en comparación con T0. Estos hallazgos contrastan con los resultados reportados en la investigación realizada por **Gamarra (2021)**, en la que el tratamiento 2, con 4,5 kg/ton de inclusión de un producto gluconeogénico, mostró un coeficiente de conversión alimenticia de 1,73. Las diferencias en la

conversión alimenticia observadas en estos dos estudios manifiestan la importancia de las dosis y etapa de engorde adecuada para la inclusión de productos gluconeogénicos en las dietas de cerdos.

En cuanto al consumo voluntario de nutrientes los hallazgos presentados en la Tabla 8 revelan variaciones notables en la ingesta voluntaria de ciertos nutrientes durante las diferentes etapas del período de engorde. El consumo voluntario de materia seca (CMVS) y materia orgánica (CVMO) no mostró diferencias significativas entre las tres etapas. Sin embargo, para las variables consumo voluntario de proteína cruda (CVPC), fibra detergente neutra (CVFDN) y fibra detergente ácida (CVFDA), se observaron diferencias significativas, donde se registró un mayor consumo con la administración de T2 para cada uno de estos nutrientes, especialmente en la última etapa de engorde. En cuanto a esta variable, no se evidenciaron estudios similares que establezcan diferencias explícitas con los hallazgos de la presente investigación. Sin embargo, la relación observada entre el alto consumo de fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FAD) puede estar influenciada por varios factores **Molist et al. (2014)** indicaron que la aceptabilidad de ingredientes alternativos en las dietas para cerdos depende de varios factores críticos, incluido el contenido de fibra dietética (FD), el grado de fermentación microbiana en el intestino grueso y el grado de absorción de nutrientes.

En cuanto al incremento en la respuesta de los parámetros productivos de peso final, ganancia de peso y conversión alimenticia en los cerdos alimentados la adición del promotor gluconeogénico formulado a partir de propionatos y propilenglicol cumplen la función de estimular y mejorar la gluconeogénesis por medio del Ciclo de Krebs. La adición de un promotor gluconeogénico permite mantener los niveles de energía adecuados para el correcto funcionamiento del metabolismo de los cerdos. La incorporación de una premezcla gluconeogénica como suplemento energético maximiza la retención proteica de los cerdos en etapa de crecimiento y se reduce de manera proporcional conforme la edad y peso del mismo. De acuerdo con **Blas et al., (2013)**, al administrar aceites y grasas convencionales, una parte importante de esta

energía aportada por el alimento no termina en el miocito, sino que resulta captada por los adipocitos y termina finalmente en forma de grasa dorsal. Por consiguiente, la administración de una premezcla gluconeogénica en cerdos de engorde, contribuye al aporte energético necesario para una adecuada síntesis de tejido magro y evita su almacenamiento como grasa dorsal. Este efecto pudo responder al mecanismo de los elementos que integraban la premezcla gluconeogénica, donde los propionatos, se transforman a oxalacetato en el hígado, para luego ser condensados con acetil-CoA y de esa forma ingresar al ciclo de Krebs con el objetivo de incrementar la síntesis de glucosa y facilitar el almacenamiento de glucógeno. Debido a esto se puede atribuir a que existe una mejor conversión de alimento en carne.

Por otro lado, el propilenglicol se absorbe en el sistema digestivo y posteriormente ingresa al hígado a través de la vena porta. Dentro de los hepatocitos, el propilenglicol se metaboliza para producir oxalacetato, que sirve como precursor de la gluconeogénesis. En ausencia de suficiente oxaloacetato, la acetil CoA sigue una vía alternativa para generar cuerpos cetónicos (**Hippen, DeFrain y Linke 2008**). De la misma manera el mecanismo propilenglicol basado en el control de movilización de grasa mediado probablemente por su capacidad de estimular la liberación de insulina, funciona inhibidor de la movilización de grasa del tejido adiposo (**Bavera, 2007**).

La administración de los tratamientos no tuvo un efecto significativo en la digestibilidad de los nutrientes. No obstante, La administración de T2 influyó positivamente en la digestibilidad con respecto a la proteína cruda. Estos resultados encuentran mayor respaldo en la investigación de **Jha y Berrocoso (2015)**, donde se manifiesta que si bien la fibra dietética (FD) puede afectar negativamente la digestibilidad de la energía y los nutrientes, existe un interés creciente en incluir su fracción fermentable en las dietas de los cerdos debido a sus propiedades funcionales y beneficios potenciales para la salud más allá del suministro de energía a los animales. La mejora observada en la digestibilidad de los nutrientes, particularmente en la proteína cruda,

Los cerdos que fueron alimentados con las dietas que integraban al promotor gluconeogénico (T2 y T1) mostraron un área del músculo *longissimus dorsi* superior a los de la dieta control. Los valores de la investigación difieren altamente de los presentados por **Meneses (2018)**, quien reporta que los cerdos tratados con un producto gluconeogénico (Lipofeed ®) alcanzaron 53,15 cm<sup>2</sup> mientras que en la investigación realizada tras la administración de T2 se alcanzaron valores de 1330,67 cm<sup>2</sup>

Los cerdos alimentados con dietas que contenían el promotor gluconeogénico (T2 y T1) exhibieron un área significativamente mayor del músculo *longissimus dorsi* en comparación con los de la dieta de control. En particular, los resultados la presente investigación difieren considerablemente de los reportados por **Meneses (2018)**, en el que los cerdos tratados con un producto gluconeogénico (Lipofeed ®) alcanzaron un área promedio de 53,15 cm<sup>2</sup>, mientras los del estudio reflejaron valores tan altos como 1330,67 cm<sup>2</sup> después de la administración de T2. Estas diferencias significativas en el área del músculo *longissimus dorsi* resaltan la variabilidad potencial de los efectos que tienen diferentes promotores gluconeogénicos y sus formulaciones específicas sobre el desarrollo y crecimiento muscular en cerdos.

En relación al porcentaje de pérdidas por goteo, la incorporación de una premezcla gluconeogénica a 0,5 kg/tn (T2) provocó una notable disminución de las pérdidas por goteo a las 24 y 48 horas. Estos hallazgos contrastan con investigaciones previas que involucran distintos precursores gluconeogénicos, como el glicerol. Por ejemplo, **Schieck et al. (2010)** evaluaron la inclusión de glicerol en dietas para cerdos en crecimiento y finalización, observando un aumento en el peso de la canal caliente, sin embargo, no se evidenció un efecto perceptible sobre el rendimiento de la canal y la capacidad de retención de agua. Uno de los factores que puede responder a este incremento en las pérdidas por goteo de la carne del cerdo se refiere a las concentraciones de glucógeno que prevalecen en el momento del sacrificio. Como lo plantea **Fischer (2007)**, cuando los niveles de glucógeno muscular son bajos, tiende a producirse un incremento en las pérdidas por goteo en la carne. Dentro del alcance de

la investigación, los niveles de glucógeno altos estarían relacionados con los cerdos alimentados con una mayor inclusión del promotor gluconeogénico, dado que este producto llegaría a influir en el incremento de la deposición de los niveles de glucosa proporcional a su almacenamiento a manera de glucógeno a nivel muscular y hepático.

Los hallazgos obtenidos para la variable de espesor de grasa dorsal final *post mortem* no revelaron diferencias estadísticamente significativas; sin embargo, las variaciones numéricas fueron evidentes. La utilización de la dieta que contenía el precursor gluconeogénico produjo como resultado una reducción de 3,5 cm en la deposición de grasa dorsal en comparación con el tratamiento de control. Es importante destacar que los valores de espesor de grasa dorsal en todos los tratamientos se mantuvieron dentro del rango de rendimientos que exponen **Campabadal (2009)**, donde se recomienda que la grasa dorsal se mantenga por debajo de los 2 cm.

El suplemento gluconeogénico mostró un efecto preventivo en la acumulación de grasa dorsal en las canales en comparación con los lípidos convencionales. Esta reducción de grasa dorsal se puede atribuir a la optimización lograda por la premezcla gluconeogénica en el Ciclo de Krebs. Al proporcionar una fuente constante de energía fácilmente utilizable, el suplemento reduce la deposición de reservas corporales en los animales, como lo indica **Herrera (2020)**.

En cuanto al porcentaje de proteína en la carne, la administración de T2 (0,5 kg/tn de premezcla gluconeogénica) resultó en canales con un contenido de proteína de aproximadamente 19,63%. Esta diferencia en el contenido de proteína total puede atribuirse a un mayor consumo voluntario de proteína que presentaron los cerdos durante la etapa de engorde. **Cai et al., (2014)** afirman que los promotores gluconeogénicos pueden ejercer una influencia positiva en el metabolismo de los cerdos, mejorando en consecuencia su estado energético y promoviendo el crecimiento del tejido magro.

El pH de la carne no presentó diferencias estadísticamente significativas entre ninguno de los tratamientos. No obstante, la carne de los cerdos sometidos a los tratamientos T2 y T1 presentó valores dentro del rango de 5,4 a 5,6, según lo establecido por **Periago (2012)**, para clasificarla como pH normal. En cambio, la carne del tratamiento T0 resultó en la categoría DFD (Oscura, Dura y Seca) debido a su valor de pH superior a 5,6. La carne de categoría DFD, es el resultado de un proceso de estrés o ayunos prolongados, donde el glucógeno muscular se consume y por consiguiente se genera una síntesis deficiente de ácido láctico después del sacrificio, siendo insuficiente la acidificación (**Mirallas, 2007**).

#### **Verificación de hipótesis:**

La adición de una premezcla gluconeogénica en la dieta de cerdos en etapa de finalización afectó el comportamiento productivo y modificó el tejido magro de estos.

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. Conclusiones

Se obtuvieron mejores resultados al incorporar una premezcla gluconeogénica a razón de 0,5 kg/tn para sustituir el 50% de la energía neta derivada del aceite de palma en las dietas de cerdos en finalización. Estas mejoras se manifestaron en varios parámetros de comportamiento productivo, incluida una mayor ganancia de peso, así como una mejor eficiencia de conversión alimenticia. Además, la inclusión de la premezcla gluconeogénica influyó positivamente en la digestibilidad de las proteínas y provocó modificaciones favorables en el tejido magro.

La administración de T2 (0,5 kg/tn de una premezcla gluconeogénica reemplazando el 50% de la energía neta del aceite de palma) resultó en alteraciones favorables en el comportamiento productivo de cerdos de finalización, siendo evidentes en variables relacionadas con el peso final, ganancia de peso y conversión alimenticia. El impacto de T2 fue más pronunciado en cerdos que pesaban entre 50 y 70 kg, mostrando una reducción gradual de esta respuesta a medida que los cerdos aumentaban de peso.

La inclusión de una premezcla gluconeogénica a razón de 0,5 kg/tn (T2) resultó en un notable aumento del área del *Longissimus dorsi*, condujo a una reducción significativa de las pérdidas por goteo a las 24 y 48 horas en comparación con los otros tratamientos. Así también, el porcentaje de proteína bruta mostró valores más altos tras la administración de T2. Sin embargo, variables como el espesor de la grasa dorsal *in vivo*, el espesor de la grasa dorsal *post mortem*, la grasa cruda y el pH no mostraron diferencias significativas, señalando una ausencia del efecto inducido por el promotor gluconeogénico.



De acuerdo con los costos de producción, se determinó que los cerdos alimentados con T2 exhibieron una rentabilidad superior. Esto se evidenció en el beneficio neto actualizado, de \$49,20 con relación a los otros tratamientos. Así también, la relación costo-beneficio para T2 fue de \$0,04, indicando un retorno de la inversión más favorable en comparación con los tratamientos evaluados.

#### **4.2. Recomendaciones**

- Se recomienda la incorporación de 0,5 kg/tn de una premezcla gluconeogénica para sustituir el 50% de la energía neta derivada del aceite de palma en las dietas de cerdos en finalización, especialmente en aquellos cuenten con un peso de entre 50 y 100 kg.
- Realizar futuras investigaciones empleando otro nivel de inclusión de la premezcla gluconeogénica en distintas etapas productivas de los cerdos.
- Es muy recomendable realizar más investigaciones sobre parámetros adicionales de calidad de la carne, como los perfiles de triglicéridos y ácidos grasos, luego de la administración de una premezcla gluconeogénica en cerdos de finalización.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abali, E., Cline, S., Franklin, D. y Viselli, S. (2022). *Lippincott Illustrated Reviews: Biochemistry*. 8a edición, Wolters Kluwer.
- Acho, Y., Hernández, P., Espinosa, E., Mendoza, G. y Lee, H. (2018). *Efecto del propionato de calcio sobre la calidad y perfil de ácidos grasos de la carne de conejos*. [Tesis de Grado. Universidad Autónoma del Estado de México]. <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/104798/Tesis%20Sales%20Propi%C3%B3nicas%2C%20M%20en%20C.%20Citlali%20Acho%20M.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Adeola, O. y King, D. E. (2006). Developmental changes in morphometry of the small intestine and jejunal sucrase activity during the first nine weeks of postnatal growth in pigs. *American Society of Animal Science*, 84, 112-118.
- Aguilera, A. (2017). El costo-beneficio como herramienta de decisión en la inversión en actividades científicas. *Cofín Habana*, 12(2), 322-343. <http://scielo.sld.cu/pdf/cofin/v11n2/cofin22217.pdf>
- Alberto, M., Savón, L., Martínez, O., Mora, L. y Macías, M. (2011). Balance and digestibility of nitrogen, when using distiller's vinasse as partial substitute of the protein source in growing-fattening swine. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 45(2), 155-157. [https://www.researchgate.net/publication/266181377\\_Balance\\_and\\_digestibility\\_of\\_nitrogen\\_when\\_using\\_distiller's\\_vinasse\\_as\\_partial\\_substitute\\_of\\_the\\_protein\\_source\\_in\\_growing-fattening\\_swine](https://www.researchgate.net/publication/266181377_Balance_and_digestibility_of_nitrogen_when_using_distiller's_vinasse_as_partial_substitute_of_the_protein_source_in_growing-fattening_swine)
- Álvarez, G., Pérez, H., Quincosa, J., de la Cruz, T., Pompa, A. y Torres, E. (2009). *Fisiología animal básica*. Félix Valera.
- Auvray, A. (2 abril del 2020). *Stress and meat quality in swine production: how does it work?* Livestock World. <https://livestock-world.com/stress-qualitymeat-pork/>
- Bavera, G. (2007). Propiléneglicol, Glicol Propilénico o Propyleneglycol. Revisión Bibliográfica. *Sitio Argentino de Producción Animal*.

[https://www.produccionanimal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion/47-propilenglicol.pdf](https://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/47-propilenglicol.pdf)

- Bohórquez, D. (2004). Evaluación del propionato de calcio como acidificante en dietas de lechones posdestete. *Journal Dairy Science*, 103(4), 3204-3216. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16964>
- Cai, D., Jia, Y., Song, H., Sui, S., Lu, J., Jiang, Z., Zhao, R. (2014). Betaine supplementation in maternal diet modulates the epigenetic regulation of hepatic gluconeogenic genes in neonatal piglets. *PLOS Global Public Health*, 9(8), 1-9. DOI: 10.1371/journal.pone.0105504
- Campabadal, C. (2009). *Guía técnica para la alimentación de cerdos*. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/L02-7847.PDF>
- Campion, D. E. (2013). *Calidad de la carne porcina según el sistema de producción*. [Tesis de grado. Pontificia Universidad Católica Argentina] [https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_porcina/00-carne\\_porcina/31-calidad-carne-porcina-produccion.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-carne_porcina/31-calidad-carne-porcina-produccion.pdf)
- Cao, N., Wu, H., Zhang, Z., Meng, X. y Zhou, Z. (2020). Calcium propionate supplementation alters the ruminal bacterial and archaeal communities in pre- and postweaning calves. *Journal of Dairy Science*, 103(4), 3204-3218. DOI:
- Castellanos, E. G. (2017). *Conversión alimenticia en la granja porcina*. <http://masporcicultura.com/wp-content/uploads/2017/nov17/Conversion-alimenticia-cerdos-blog.pdf>
- Cherbuy, C., Vaugelade, P., Labarthe, S., Honvo-Houeto, E., Darcy-Vrillon, B., Watford, M. y Duée, P. H. (2017). The Contribution of Intestinal Gluconeogenesis to Glucose Homeostasis Is Low in 2-Day-Old Pigs, *The Journal of Nutrition*, 147(3), 361-366. DOI: <https://doi.org/10.3945/jn.116.242131>
- Chiba, L. (2013). *Sustainable swine nutrition*. 2da edición, Alabama, Estados Unidos, Wiley Blackwell. 755p.

- Chifla, A. (2017). “Efecto de la ractopamina sobre modificaciones del tejido magro en etapa de finalización en cerdos criollos”. [Tesis de Grado, Universidad Técnica de Ambato]  
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26211/1/Tesis%2092%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-CD%20502.pdf>
- Coronado, K. S. (2014). Determinación de la edad propicia para la gonadectomía en pollos criollos. [Tesis de grado. Universidad Técnica de Ambato].  
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/8683/1/Tesis%2024%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-CD%20308.pdf>
- Cuninham, J. y Klein, B. (2014). *Fisiología veterinara*, 5ta edición, Barcelona, España, Elsevier.
- De Blas, C., Gasa, J., Mateos, G. G., Madrid, U. P. y Barcelona, U. A. (2013). *Necesidades nutricionales para ganado porcino: Normas FEDNA*. 2da edición. Trow Nutrition España, S. A.
- De la Cruz, M. (2017). “Comportamiento productivo y retención de nitrógeno en cerdas alimentadas con dietas a base de alpiste (*Phalaris canariensis*)”. [Tesis de Grado, Universidad Técnica de Ambato]  
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25003/1/Tesis%2077%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-CD%20460.pdf>
- DeRouchey, J. (10 de junio de 2009). *Digestive System of the Pig: Anatomy and Function*. The Pig Site. <https://www.thepigsite.com/articles/digestive-system-of-the-pig-anatomy-and-function>
- DeRouchey, J. (25 de junio de 2014). *Sistema digestivo del cerdo: anatomía y funciones*. El Sitio Porcino. <https://www.elsitioporcino.com/articles/2613/sistema-digestivo-porcino/#:~:text=El%20sistema%20digestivo%20del%20cerdo,y%20termina%20en%20el%20recto.>
- Díaz, F. (2014). *Vademécum veterinario*. Grupo Latino Veterinario. Bogotá.
- Dorado, S. (2014). *Efecto de la inclusión del precursor gluconeogénico Lipofeed® en la dieta de cerdos en las etapas de Fase 3 e Inicio sobre los parámetros de*

*ganancia de peso, conversión alimenticia y consumo.* [Tesis de Grado. Universidad de Costa Rica].

Dyce, K. M., Sack, W. O. y Wensing, C. J. (2007). *Anatomía veterinaria*. 3ra edición. El Manual Moderno.

Eberlova, L., Maleckova, A., Mik, P., Tonar, Z., Jirik, M., Mirka, H., Palek, R., Leupen, S. y Liska, V. (2020). *Porcine liver anatomy applied to biomedicine. Journal of Surgical Research*, 250, 70-79. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2019.12.038>

Fischer, K. (2007). Drip loss in pork: influencing factors and relation to further meat quality traits. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 124, 12-18. DOI: 10.1111/j.1439-0388.2007.00682.x

Forbes, J. M. (2007). *Voluntary Food Intake and Diet Selection in Farm Animals*. 2da edición, Cabi. <https://books.google.com.pe/books?id=DdJAQt2Q6W4C&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>

Fornaguera, J. y Gómez, G. (2014). *Bioquímica: La ciencia de la vida*. <https://books.google.com.ec/books?id=9PgaYj4nwqsC&pg=PA199&dq=Como+un+proceso+inverso+a+la+gluc%C3%B3lisis,+durante+la+gluconeog%C3%A9nesis,+se+emplea+una+v%C3%ADa+alterna+que+permite+saltarse+la+barrera+energ%C3%A9tica&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiHx4uD9Mz9AhXigIQIH8pDD4Q6AF6BAgHEAI#v=onepage&q&f=false>

Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (2019). *Tablas FEDNA 2019*. <https://www.fundacionfedna.org/tablas-fedna-composicionalimentos-valor-nutritivo>

Gamarra, T. (2021). *Efecto de un gluconeogénico sobre la conversión alimenticia de cerdos, cruce comercial Duroc-Pietrain en crecimiento y engorde*. [Tesis de grado. Universidad Nacional de Trujillo].

García-Contreras, A. C., De Loera, Y. G., Yague, A. P. Guevara, J. A. y García, C. (2012). Alimentación práctica del cerdo. *Revista Complutense de Ciencias*

*Veterinarias*, 6(1), 21-30. DOI:  
[http://dx.doi.org/10.5209/rev\\_RCCV.2012.v6.n1.38718](http://dx.doi.org/10.5209/rev_RCCV.2012.v6.n1.38718)

Garzón, A., Guzmán, S. y Rentería, O. (2007). *Manual práctico porcino*.  
<http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/ManualPracticoPorcino.pdf>

Gonzales, J. (2004). *Razas de cerdos.pdf*.  
[http://www.uprm.edu/agricultura/sea/publicaciones/Razas de cerdos.pdf](http://www.uprm.edu/agricultura/sea/publicaciones/Razas%20de%20cerdos.pdf)

González, K. (16 de enero de 2019). *Raza de cerdo Landrace*. La Porcicultura.com.  
<https://laporcicultura.com/razas-de-cerdos/raza-landrace/>

González, Y. (2018). *Efecto de la adición de propionato de calcio en la digestibilidad de ovinos de finalización*. [Tesis de Grado. Universidad Autónoma del Estado de Mexico].

Grandin, T. (1999). *Buenas prácticas de trabajo para el manejo e insensibilización de animales*. <http://www.grandin.com/spanish/Buenas.practicas.html>

Hernández, S., Blanco, N., Chavarría, E., Zúñiga-González, C. (2019). Estimación in vivo de la canal porcina por el método de ultrasonografía: Un Enfoque de la Ecointensificación en Bioeconomía Porcina. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, 5(10). DOI: <https://doi.org/10.5377/ribcc.v5i10.896>

Herrera, H. (18 de septiembre de 2020). *Sustratos gluconeogénicos y energía en la nutrición porcina*. BMEditores. <https://bmeditores.mx/porcicultura/sustratos-gluconeogenicos-y-energia-en-la-nutricion-porcina/>

Hippen, A., DeFrain, M. y Linke, L. (2008). Glycerol and other energy sources for metabolism and production of transition dairy cows. *Florida Ruminant Nutrition Symposium*, 1-16.

Hoa, V. B., Seo, H. W., Seong, P. N., Cho, S. Y., Kang, S. M., Kim, Y. S., Moon, S. S., Choi, Y. M., Kim, J. H. y Seol, K. H., (2021). Back-fat thickness as a primary index reflecting the yield and overall acceptance of pork meat. *Animal Science Journal*, 92(1), 1-11. DOI: 10.1111/asj.13515

- Honikel, K. (1998). Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science*, 49(4), 447-457. DOI: 10.1016/s0309-1740(98)00034-5
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. INEC. (2023). *Encuesta Continua de Producción Agropecuaria: ESPAC 2022*.  
[https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac\\_2022/PPT\\_%20ESPAC\\_%2022\\_04.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2022/PPT_%20ESPAC_%2022_04.pdf)
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2017). *Anuario Meteorológico 2017*.  
[https://www.inamhi.gob.ec/docum\\_institucion/anuarios/meteorologicos/Am\\_2013.pdf](https://www.inamhi.gob.ec/docum_institucion/anuarios/meteorologicos/Am_2013.pdf)
- Jha, R. y Berrocos, J. D. (2015). Review: Dietary fiber utilization and its effects on physiological functions and gut health of swine. *Animal*, 9(9), 1441-1452. DOI: 10.1017/S1751731115000919
- Kim, Y. M., Choi, T. J., Ho Cho, K., Cho, E. S., Lee, J. J., Chung, H. J., Baek, S. Y. y Jeong, Y. D. (2018). Effects of Sex and Breed on Meat Quality and Sensory Properties in Three-way Crossbred Pigs Sired by Duroc or by a Synthetic Breed Based on a Korean Native Breed. *Korean Journal for Food Science Animal Resources*, 38(3),544-553. DOI: 10.5851/kosfa.2018.38.3.544.
- Laerke, H. N., y Hedemann, M. S. (2012). *The digestive system of the pig*.  
<https://docplayer.net/16350924-Chapter-5-the-digestive-system-of-the-pig.html>
- Li, H., Yin, J., Tan, B., Chen, J., Zhang, H., Li, Z. y Ma, X. (2021). Physiological function and application of dietary fiber in pig nutrition: A review. *Animal Nutrition*, 7(2), 259-267. DOI: 10.1016/j.aninu.2020.11.011
- Livas, F., Medeles, R. y García, E. (24 de septiembre de 2019). *Comparación de 3 niveles del sustrato gluconeogénico Lipofeed sobre las ganancias diarias de peso, consumo de materia seca y conversión alimenticia en ovinos estabulados en Tecamachalco, Puebla*. Ganaderia.com  
<https://www.ganaderia.com/destacado/Comparacion-de-3-niveles-del->

[sustrato-gluconeogenico-lipofeed-sobre-las-ganancias-diarias-de-peso%2C-consumo-de-materia-seca-y-conversion-alimenticia-en-ovinos-estabulados-en-Tecamachalco%2C-Puebla](#)

- López, E.A. y Ramírez, J. E. (2012). *Producción de pollos de engorde con la adición de Lipofeed® como sustituto energético en la dieta*. [Tesis de grado. Universidad de Zamorano] <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/621b6936-a25e-4f01-b381-0dd2844c2c42/content>
- Márquez, C. y Castro, J. (2015). Uso del valor actual neto, tasa interna de retorno y relación beneficio- costo en la evaluación financiera de un programa de vacunación de fiebre aftosa en el estado Yaracuy, Venezuela. *Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias*, 56(1), 58-61. <https://ve.scielo.org/pdf/rfcv/v56n1/art08.pdf>
- Martínez, F. E., Herrera, J. G., García, A. C. y Pérez, J. (2003). Indicadores productivos y de sustentabilidad económica de granjas porcinas urbanas en el norte de México D.F. (Resultados preliminares). *Archivos de zootecnia*, 52(197), 101-104. <https://www.redalyc.org/pdf/495/49519714.pdf>
- McNamara, J. P. y Valdez, F. (2005). Adipose tissue metabolism and production responses. *Journal of Dairy Science*, (88), 2495-2507. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(05)72927-1
- Medeles, R., Ayala, J. y Herrera, H. (2016). Comportamiento productivo de cerdos en Iniciación - Finalización sustituyendo el 100% de aceite vegetal por Lipofeed en la ración. *Los porcicultores y su entorno*, 14(110), 21-23. [https://issuu.com/concienciaveterinaria/docs/porcicultores\\_109\\_baja/156](https://issuu.com/concienciaveterinaria/docs/porcicultores_109_baja/156)
- Méndez, S. A. (2006). *Conversión y eficiencia en la ganancia de peso con el uso de seis fuentes diferentes de ácido graso en conejos Nueva Zelanda*. [Tesis de Grado. Universidad de la Salle]. [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1156&context=medicina\\_veterinaria](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1156&context=medicina_veterinaria)



- Mendoza, J. (2018). *Inclusión de Lipofeed® como fuente de energía en dieta de cerdas gestantes y lactantes*. [Tesis de Grado. Universidad de Zamorano]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/e94adbe4-77e2-441e-a569-fb86e8f70114/content>
- Meneses, Y. (2018). *Inclusión de Lipofeed® como fuente energética en dieta de cerdos de engorde*. [Tesis de Grado. Universidad de Zamorano]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/890934e4-51f4-4c61-af24-6566c8acfe7a/content#:~:text=La%20utilizaci%C3%B3n%20del%20suplemento%20Lipofeed,a%20la%20del%20tratamiento%20control.>
- Mirallas, M. A. (2007). *Influencia del bienestar animal en la calidad de la carne*.
- Miyamoto, T. y Amrein, H. (2017). Gluconeogenesis: An ancient biochemical pathway with a new twist. *Fly*, 11(3), 218-223. DOI: 10.1080/19336934.2017.1283081
- Mocherla, V., Suiryanrayna, A. y Ramana, J. (2015). A review of the effects of dietary organic acids fed to swine. *Journal of animal Science and Biotechnology*, 6(45), 1-11. DOI: 10.1186/s40104-015-0042-z
- Molist, F., Van Oostrum, M., Pérez, J. F., Mateos, G. G., Nyachoti, C. M. y Van der Aar, P. J. (2014). Relevance of functional properties of dietary fibre in diets for weanling pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 189, 1-10. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2013.12.013>
- Monge, J. D. (2005). *Producción porcina*. 1ra edición. Editorial Universidad Estatal a Distancia. [https://www.google.com.ec/books/edition/Producci%C3%B3n\\_Porcina/QD4p7Gijrj4C?hl=es&gbpv=1&dq=Monge,+J.+D.+\(2005\).+Producci%C3%B3n+porcina.&printsec=frontcover](https://www.google.com.ec/books/edition/Producci%C3%B3n_Porcina/QD4p7Gijrj4C?hl=es&gbpv=1&dq=Monge,+J.+D.+(2005).+Producci%C3%B3n+porcina.&printsec=frontcover)
- Mota, D. (13 de abril del 2015). *El bienestar animal y los métodos de aturdimiento en cerdos*. (Porcicultura.com). <https://www.porcicultura.com/destacado/Elbienestar-animal-y-los-m%C3%A9todos-de-aturdimiento-en-cerdos>

- Murray, R., Bender, D., Botham, K., Kennelly, P., Rodwell, V. y Weil, A. (2012). *Harper Bioquímica Ilustrada*. 29a edición, McGrawHill. [https://bibliotecavirtualaserena.files.wordpress.com/2018/02/harper\\_bioquimica\\_ilustrada\\_29c2aa\\_ed\\_booksmedicos-org.pdf](https://bibliotecavirtualaserena.files.wordpress.com/2018/02/harper_bioquimica_ilustrada_29c2aa_ed_booksmedicos-org.pdf)
- Nelson, D., Cox, M. y Hoskins, A. (2021). *Principles of Biochemistry*. 8a edición. Macmillan learning
- Nieves, D., Barajas, A., Delgado, G., González, C. y Ly, J. (2008). Digestibilidad fecal de nutrientes en dietas con forrajes tropicales en conejos. Comparación entre métodos directo e indirecto. *Bioagro* 20(1): 1316-1361. [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-33612008000100008](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612008000100008)
- Ormandy, E. (2020). *Pig anatomy: Organ systems unit plan*. <https://spca.bc.ca/wp-content/uploads/2022/12/humane-science-pig-anatomy-grade-12-lesson-plan.pdf>
- Ortíz, J. A. (1996). *Anatomía comparada con aspectos fisiopatológicos*. Universidad Nacional de Colombia.
- Pasquini, C., Spurgeon, T. y Pasquini, S. (1989). *Anatomy of Domestic Animals, Systemic and Regional Approach*. 5ta edición. Sudz Pub.
- Pérez, A., Obispo, N., Palma, J., y Chicco, C. (2006). Efectos de la ractopamina y lisina sobre la deposición de grasa en cerdos seleccionados magros en la fase de engorde. *Zootecnia tropical*, 24(4): 435-455. <http://www.bioline.org.br/pdf?zt06034>
- Periágo, J. (2012). *Higiene, Inspección y Control Alimentario. Técnicas analíticas en carne y productos cárnicos*. <https://www.um.es/documents/4874468/10812050/protocolos-control-decalidad-carnicos.pdf>
- Pu, G., Hou, L., Du., T., Wang, B., Liu, H., Li, K., Niu, P., Zhou, W., Huang, R. y Li, P. (2022). Effects of short-term feeding with high fiber diets on growth, utilization of dietary fiber, and microbiota in pigs. *Frontiers in Microbiology*, 13. DOI: 10.3389/fmicb.2022.963917

- Razo, P. (2018). *Efecto del propionato de calcio en dietas con ensilado de maíz, en la fermentación ruminal y producción de gas in vitro*. [Tesis de Maestría. Universidad Autónoma del Estado de México] <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/94898>
- Real, D., Tokach, M., Nelssen, J., Goodband, R., Dritz, S; Woodworth, J. y Webster, M. (2000). Influence of calcium propionate on starter pig performance. *Swine Day* (1), 41-43. DOI:
- Relling, A. E. y Mattioli, G. A. (2003). Fisiología digestiva y metabólica de los rumiantes. *Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de La Plata*. <https://ganaderiasos.com/wp-content/uploads/2014/08/fisiologia-digestiva-y-met-de-los-rumiantes.pdf>
- Rostagno, H., Teixeira, L., Hannas, M., Donzele, J., Sakomura, N., Perazzo, F., Saraiva, A., Teixeira, M., Rodrigues, P., De Oliveira, R., De Toledo, S., De Oliveira, C. (2017) *Tablas Brasileñas para Aves y Cerdos: Composición de Alimentos y Requerimientos Nutricionales*, 4ta edición. Vicosa, Brasil: Universidad Federal de Vicosa, 488p.
- Rowan, J. P., Durrance, K. L., Combs, G. E. y Fisher, L. Z. (2020). The digestive tract of the pig. *IFAS Extension*, 1-3. [https://extension.purdue.edu/news/county/crawford/2020/11/\\_docs/The-Digestive-Tract-of-the-Pig.pdf](https://extension.purdue.edu/news/county/crawford/2020/11/_docs/The-Digestive-Tract-of-the-Pig.pdf)
- Rui, L. (2014). Energy metabolism in the liver. *Comprehensive Physiology*, 4(1), 177-198. DOI: 10.1002/cphy.c130024
- Sánchez, N., Mendoza, G., Martínez, J., Hernández, P., Miranda, L. y Villareal, O. (2019). Effect of blocks with calcium propionate on lamb productive performance and in vitro GHG. *Journal MVZ Cordova*, 24(2), 7188-7192. DOI: <https://doi.org/10.21897/rmvz.1229>
- Schakel, S., Buzzard, M. y Gebhardt, S. E. (1997). Procedures for estimating nutrient values for food composition databases. *Journal of Food Composition and Analysis*. 10, 102-144.

[https://www.ars.usda.gov/ARSErrorFiles/80400525/Articles/jfca10\\_102-114.pdf](https://www.ars.usda.gov/ARSErrorFiles/80400525/Articles/jfca10_102-114.pdf)

- Schieck, S., Shurson, G., Kerr, B. y Johnston, L. (2010). Evaluation of glycerol, a biodiesel coproduct, in grow-finish pig diets to support growth and pork quality. *Journal of Animal Science*, 88(12): 3927-3935. DOI: 10.2527/jas.2010-2858
- Simonetta, L. (2007). *Porcinos: el desafío de la calidad de carne*. [https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_porcina/00-carne\\_porcina/69-calidad\\_carne.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-carne_porcina/69-calidad_carne.pdf)
- Sisson, S. y Grossman, J. D. (2001). *Anatomía de los animales domésticos*. 5ta edición. Masson, S. A.
- Swindle, M. M. (2015). Liver and biliary system. In: M. M. Swindle y A. C. Smit, editors, *Swine in the laboratory: Surgery, anesthesia, imaging, and experimental techniques*. 3rd ed. American College of Laboratory Animal Medicine. 134-154.
- Swindle, M. M. y Smith, A. C. (2016). *Swine in the laboratory: Surgery, anesthesia, imaging and experimental techniques*. 3ra edición. American College of Laboratory Animal Medicine.
- Tennant, B. y Hornbuckle, W. (1980). Gastrointestinal Function. In J. J. Kaneko (Ed), *Clinical Biochemistry of Domestic Animals* (3<sup>rd</sup> ed., pp. 283-335). Academic Press
- Whitney, M. y Baidoo, S. (2010). Breeding boar nutrient recommendations and feeding management. *National Swine Nutrition Guide*. 1-9. <https://porkgateway.org/wp-content/uploads/2015/07/breeding-boar-nutrient-recommendations1.pdf>
- Yanitl, A. M. (2019). *Efecto de las sales propiónicas en dietas de ovino y Conejos sobre la respuesta productiva y calidad de carne*. [Tesis de Grado. Universidad Autónoma del Estado de México]. <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/104798/Tesis%20Sales%20>

20Propi% c3% b3nicas% 2c% 20M% 20en% 20C.% 20Citlali% 20Acho% 20M.pd  
f?sequence=1&isAllowed=y

Zhang, F., Zhao, Y., Wang, Y., Wang, Y., Guo, Y. y Xiong, B. (2022). Effects -of calcium propionate on milk performance and serum metabolome of dairy cows in early lactation. *Animal Feed Science and Technology*, 283, 1-15. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2021.115185>

## ANEXOS

### Anexo 1. Elaboración de balanceado y pesaje de cerdos



Pesaje de materia prima



Almacenamiento de balanceado



Evaluación de la calidad del balanceado



Pesaje inicial de los cerdos

### Anexo 2. Pruebas de digestibilidad



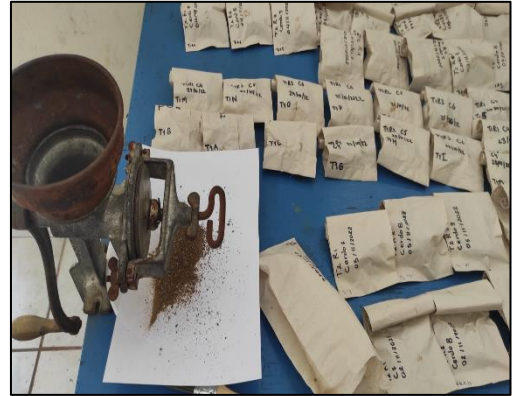
Cerdos colocados en las jaulas metabólicas



Muestras de heces y orina recolectadas



Diets experimentales tamizadas



Molienda de las dietas experimentales y heces para análisis de materia seca



Almacenamiento de dietas experimentales y heces



Pesaje de heces recolectadas



Heces procesadas para análisis de digestibilidad



Bolsas para pruebas de digestibilidad

### Anexo 3. Procesamiento de muestras de orina recolectadas



Adición de HCl en muestras de orina para regulación del pH



Análisis del pH en muestras de orina



Evaluación del pH en orina antes y después de la adición de HCl



Muestras almacenadas para su posterior análisis laboratorial

### Anexo 4. Faenamiento de los cerdos



Proceso de chamuscado de los cerdos sacrificados



Duchado de los cerdos





Apertura de la cavidad abdominal para extracción de órganos



Inspección de órganos de los cerdos



Inspección de la canal de los cerdos faenados



Pesaje de la canal de los cerdos faenados

### Anexo 5. Prueba para el análisis de las pérdidas por goteo



Pesaje de muestra de carne fresca



Pesaje del exudado en la bolsa Ziploc



Pesaje de la bolsa Ziploc

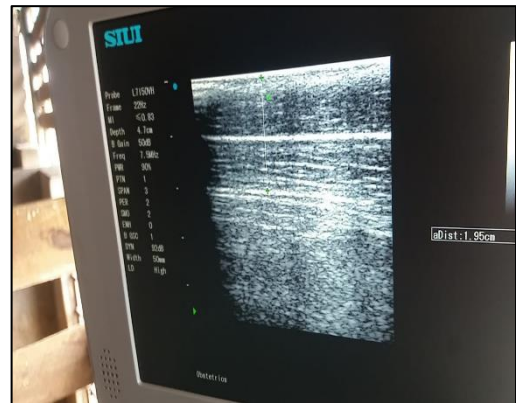


Pesaje de la muestra de carne sin exudado al cabo de 24 horas

### Anexo 6. Medida del espesor de grasa dorsal (EGD) *in vivo*



Ecografía para el espesor de grasa dorsal *in vivo* inicial



Ecografía para el espesor de grasa dorsal *in vivo* final

### Anexo 7. Medida del espesor de grasa dorsal post mortem y área del longissimus dorsi



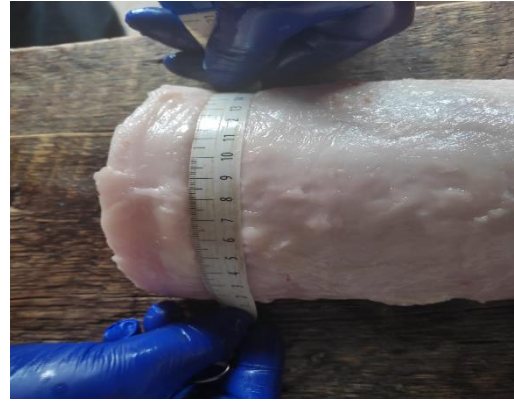
Medida del espesor de grasa dorsal con el pie de rey



Medida del área del longissimus dorsi con el pie de rey



Medida de la longitud del *Longissimus dorsi*



Medida del ancho del *Longissimus dorsi*

#### Anexo 8. Análisis de varianza del peso inicial de los cerdos

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PESO INICIAL	9	0,30	0,07	2,98

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
<b>Modelo</b>	6,00	2	3,00	1,29	0,3430
<b>TRATAMIENTOS</b>	6,00	2	3,00	1,29	0,3430
<b>Error</b>	14,00	6	2,33		
<b>Total</b>	20,00	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,82681

Error: 2,3333 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.
<b>T0</b>	52,33	3	0,88 A
<b>T2</b>	51,33	3	0,88 A
<b>T1</b>	50,33	3	0,88 A

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

#### Anexo 9. Análisis de varianza del peso final en los cerdos

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PESO FINAL	9	0,81	0,75	1,92

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	152,67	2	76,33	12,96	0,0066
<b>TRATAMIENTOS</b>	152,67	2	76,33	12,96	0,0066
<b>Error</b>	35,33	6	5,89		
<b>Total</b>	188,00	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=6,07946

Error: 5,8889 gl: 6

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
<b>T2</b>	130,67	3	1,40	A
<b>T1</b>	128,33	3	1,40	A
<b>T0</b>	121,00	3	1,40	B

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

**Anexo 10. Análisis de varianza de la ganancia de peso en cerdos de 50 – 70 kg**

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup> Aj</b>	<b>CV</b>
GANANCIA PESO 50-70	9	0,91	0,88	4,17

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	3,24	2	1,62	30,85	0,0007
<b>TRATAMIENTOS</b>	3,24	2	1,62	30,85	0,0007
<b>Error</b>	0,32	6	0,05		
<b>Total</b>	3,56	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,57433

Error: 0,0526 gl: 6

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>N</b>	<b>E.E.</b>	
<b>T2</b>	6,20	3	0,13	A
<b>T1</b>	5,56	3	0,13	B
<b>T0</b>	4,73	3	0,13	C

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

**Anexo 11.** Análisis de varianza de la ganancia de peso en cerdos de 70– 100 kg

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
GANANCIA PESO 70-100	9	0,91	0,88	4,79

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
<b>Modelo</b>	4,38	2	2,19	23,07	0,0015
<b>TRATAMIENTOS</b>	4,38	2	2,19	23,07	0,0015
<b>Error</b>	0,57	6	0,09		
<b>Total</b>	4,95	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,77185

Error: 0,0949 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
<b>T2</b>	6,99	3	0,18	A
<b>T1</b>	6,85	3	0,18	A
<b>T0</b>	5,44	3	0,18	B

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

**Anexo 12.** Análisis de varianza de la ganancia de peso en cerdos de 100– 125 kg

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
GANANCIA PESO 100-125	9	0,41	0,21	5,37

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
<b>Modelo</b>	0,80	2	0,40	2,09	0,2042
<b>TRATAMIENTOS</b>	0,80	2	0,40	2,09	0,2042
<b>Error</b>	1,15	6	0,19		
<b>Total</b>	1,95	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,09539

Error: 0,1912 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T1	8,48	3	0,25	A
T2	8,20	3	0,25	A
T0	7,76	3	0,25	A

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

**Anexo 13.** Análisis de varianza de la conversión alimenticia en cerdos de 50– 70 kg

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
CA peso 50-70	9	0,86	0,81	4,39

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,92	2	0,46	18,09	0,0029
TRATAMIENTOS	0,92	2	0,46	18,09	0,0029
Error	0,15	6	0,03		
Total	1,08	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,40040

Error: 0,0255 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T2	3,39	3	0,09	A
T1	3,44	3	0,09	A
T0	4,09	3	0,09	B

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

**Anexo 14.** Análisis de varianza de la conversión alimenticia en cerdos de 70– 100 kg

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
CA peso 70-100	9	0,67	0,56	8,06

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,85	2	0,42	6,07	0,0362
TRATAMIENTOS	0,85	2	0,42	6,07	0,0362
Error	0,42	6	0,07		
Total	1,26	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,40040

Error: 0,0255 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
T2	2,99	3	0,15	A	
T1	3,14	3	0,15	A	B
T0	3,70	3	0,15		B

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

**Anexo 15.** Análisis de varianza de la conversión alimenticia en cerdos de 100– 125 kg

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
CA peso 70-100	9	0,13	0,00	7,05

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,05	2	0,03	0,46	0,6507
TRATAMIENTOS	0,05	2	0,03	0,46	0,6507
Error	0,34	6	0,06		
Total	0,39	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,59320

Error: 0,0561 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T1	3,25	3	0,14	A
T2	3,38	3	0,14	A
T0	3,43	3	0,14	A

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

**Anexo 16.** Análisis de varianza del consumo de alimento en cerdos de 50-70 kg

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
CONSUMO ACUMULADO 50-70 kg..	9	0,61	0,47	3,90

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	95,81	2	47,91	4,61	0,0613
<b>TRATAMIENTOS</b>	95,81	2	47,91	4,61	0,0613
<b>Error</b>	62,39	6	10,40		
<b>Total</b>	158,20	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=8,07855

Error: 10,3985 gl: 6

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
<b>T2</b>	86,94	3	1,86	A
<b>T1</b>	82,34	3	1,86	A
<b>T0</b>	78,98	3	1,86	A

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

**Anexo 17.** Análisis de varianza del consumo de alimento en cerdos de 70-100 kg

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup> Aj</b>	<b>CV</b>
CONSUMO ACUMULADO 70-100 kg..	9	0,22	0,00	6,52

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	50,44	2	25,22	0,85	0,4735
<b>TRATAMIENTOS</b>	50,44	2	25,22	0,85	0,4735
<b>Error</b>	178,25	6	29,71		
<b>Total</b>	228,69	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=13,65470

Error: 29,7076 gl: 6

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
<b>T1</b>	86,49	3	3,15	A
<b>T2</b>	83,73	3	3,15	A
<b>T0</b>	80,69	3	3,15	

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

**Anexo 18.** Análisis de varianza del consumo de alimento en cerdos de 100-125 kg

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup> Aj</b>	<b>CV</b>
CONSUMO ACUMULADO 70-100 kg..	9	0,02	0,00	6,52



**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
<b>Modelo</b>	2,98	2	1,49	0,05	0,9484
<b>TRATAMIENTOS</b>	2,98	2	1,49	0,05	0,9484
<b>Error</b>	167,34	6	27,89		
<b>Total</b>	170,33	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=13,23054

Error: 27,8906 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
<b>T1</b>	81,47	3	3,05	A
<b>T2</b>	81,24	3	3,05	A
<b>T0</b>	80,15	3	3,05	A

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

**Anexo 19.** Análisis de varianza del consumo voluntario de materia seca en cerdos de 50-70 kg

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
CVMS 50-70 KG	9	0,23	0,00	5,86

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
<b>Modelo</b>	46465,34	2	23232,67	0,88	0,4606
<b>TRATAMIENTOS</b>	46465,34	2	23232,67	0,88	0,4606
<b>Error</b>	157579,43	6	26263,24		
<b>Total</b>	204044,77	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=405,99689

Error: 26263,2386 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
<b>T2</b>	2857,56	3	93,57	A
<b>T0</b>	2758,45	3	93,57	A
<b>T1</b>	2682,05	3	93,57	A

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

**Anexo 20.** Análisis de varianza del consumo voluntario de materia seca en cerdos de 70-100 kg

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup> Aj</b>	<b>CV</b>
CVMS 70-100 KG	9	0,05	0,00	7,07

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	16885,64	2	8442,82	0,16	0,8533
<b>TRATAMIENTOS</b>	16885,64	2	8442,82	0,16	0,8533
<b>Error</b>	310859,03	6	51809,84		
<b>Total</b>	327744,67	8			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=570,23608

Error: 51809,8389 gl: 6

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
<b>T1</b>	3279,76	3	131,42	A
<b>T0</b>	3195,51	3	131,42	A
<b>T2</b>	3181,79	3	131,42	A

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

**Anexo 21.** Análisis de varianza del consumo voluntario de materia seca en cerdos de 100-125 kg

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup> Aj</b>	<b>CV</b>
CVMS 100-125 KG	9	0,03	0,00	5,57

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	8227,58	2	4113,79	0,11	0,9004
<b>TRATAMIENTOS</b>	8227,58	2	4113,79	0,11	0,9004
<b>Error</b>	231079,29	6	38513,22		
<b>Total</b>	239306,88	8			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=491,64708

Error: 38513,2158 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T0	3545,39	3	113,30	A
T1	3538,17	3	113,30	A
T2	3477,94	3	113,30	A

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

**Anexo 22.** Análisis de varianza del consumo voluntario de materia orgánica en cerdos de 50-70 kg

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
CVMO 50-70 KG	9	0,46	0,28	5,86

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	41550,25	2	20775,13	2,58	0,1557
TRATAMIENTOS	41550,25	2	20775,13	2,58	0,1557
Error	48386,08	6	8064,35		
Total	89936,33	8			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=224,97444

Error: 8064,3469 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T2	1628,96	3	51,85	A
T0	1486,14	3	51,85	A
T1	1483,55	3	51,85	A

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

**Anexo 23.** Análisis de varianza del consumo voluntario de materia orgánica en cerdos de 70-100 kg

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
CVMO 70-100 KG	9	0,15	0,00	7,04

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	17064,65	2	8532,33	0,54	0,6082
TRATAMIENTOS	17064,65	2	8532,33	0,54	0,6082
Error	94657,26	6	15776,21		
Total	111721,91	8			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=224,97444

Error: 8064,3469 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T1	1814,17	3	72,52	A
T2	1813,79	3	72,52	A
T0	1721,61	3	72,52	A

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

**Anexo 24.** Análisis de varianza del consumo voluntario de materia orgánica en cerdos de 100-125 kg

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
CVMO 100-125 KG	9	0,11	0,00	5,48

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8115,87	2	4057,93	0,36	0,7145
TRATAMIENTOS	8115,87	2	4057,93	0,36	0,7145
Error	68431,92	6	11405,32		
Total	76547,79	8			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=267,54837

Error: 11405,3198 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T2	1982,61	3	61,66	A
T1	1957,10	3	61,66	A
T0	1910,11	3	61,66	A

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

**Anexo 25.** Análisis de varianza del consumo voluntario de proteína cruda en cerdos de 50-70 kg

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
CVPC 50-70 KG	9	0,68	0,58	5,83

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	9444,33	2	4722,16	6,50	0,0315
<b>TRATAMIENTOS</b>	9444,33	2	4722,16	6,50	0,0315
<b>Error</b>	4357,28	6	726,21		
<b>Total</b>	13801,61	8			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=67,51196

Error: 726,2134 gl: 6

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>		
<b>T2</b>	502,59	3	15,56	A	
<b>T1</b>	461,31	3	15,56	A	B
<b>T0</b>	423,27	3	15,56		B

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

**Anexo 26.** Análisis de varianza del consumo voluntario de proteína cruda en cerdos de 70-100 kg

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup> Aj</b>	<b>CV</b>
CVPC 70-100 KG	9	0,55	0,40	6,90

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	10266,75	2	5133,38	3,72	0,0890
<b>TRATAMIENTOS</b>	10266,75	2	5133,38	3,72	0,0890
<b>Error</b>	8278,93	6	1379,82		
<b>Total</b>	18545,68	8			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=93,05935

Error: 1379,8214 gl: 6

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>		
<b>T1</b>	564,12	3	21,45	A	
<b>T2</b>	559,62	3	21,45	A	
<b>T0</b>	490,33	3	21,45	A	

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

**Anexo 27.** Análisis de varianza del consumo voluntario de proteína cruda en cerdos de 100-125 kg

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup> Aj</b>	<b>CV</b>
CVPC 100-125 KG	9	0,60	0,47	5,27

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	8758,56	2	4379,28	4,55	0,0627
<b>TRATAMIENTOS</b>	8758,56	2	4379,28	4,55	0,0627
<b>Error</b>	5771,47	6	961,91		
<b>Total</b>	14530,03	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=77,69915

Error: 961,9122 gl: 6

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
<b>T2</b>	611,71	3	17,91	A
<b>T1</b>	608,56	3	17,91	A
<b>T0</b>	544,02	3	17,91	A

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

**Anexo 28.** Análisis de varianza del consumo voluntario de fibra detergente neutra en cerdos de 50-70 kg

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup> Aj</b>	<b>CV</b>
CVFDN 50-70 KG	9	0,80	0,73	5,90

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	22199,09	2	11099,55	11,81	0,0083
<b>TRATAMIENTOS</b>	22199,09	2	11099,55	11,81	0,0083
<b>Error</b>	5640,43	6	940,07		
<b>Total</b>	27839,52	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=107,45140

Error: 1839,6152 gl: 6

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
<b>T2</b>	589,60	3	17,70	A
<b>T1</b>	485,21	3	17,70	B
<b>T0</b>	483,32	3	17,70	B

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

**Anexo 29.** Análisis de varianza del consumo voluntario de fibra detergente neutra en cerdos de 70-100 kg

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
CVFDN 70-100 KG	9	0,57	0,42	7,11

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
<b>Modelo</b>	14439,57	2	7219,79	3,92	0,0813
<b>TRATAMIENTOS</b>	14439,57	2	7219,79	3,92	0,0813
<b>Error</b>	11037,69	6	1839,62		
<b>Total</b>	25477,27	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=107,45140

Error: 1839,6152 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
<b>T2</b>	656,50	3	24,76	A
<b>T1</b>	593,33	3	24,76	A
<b>T0</b>	559,90	3	24,76	A

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

**Anexo 30.** Análisis de varianza del consumo voluntario de fibra detergente neutra en cerdos de 100-125 kg

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
CVFDN 100-125 KG	9	0,68	0,57	5,36

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
<b>Modelo</b>	15661,47	2	7830,74	6,26	0,0340
<b>TRATAMIENTOS</b>	15661,47	2	7830,74	6,26	0,0340
<b>Error</b>	7508,66	6	1251,44		
<b>Total</b>	23170,13	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=88,62455

Error: 1251,4425 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
<b>T2</b>	717,61	3	20,42	A	
<b>T1</b>	640,08	3	20,42	A	B
<b>T0</b>	621,20	3	20,42		B

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

**Anexo 31.** Análisis de varianza del consumo voluntario de fibra detergente ácida en cerdos de 50-70 kg

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
CVFDA 50-70 KG	9	0,82	0,76	5,89

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
<b>Modelo</b>	573,83	2	286,91	13,64	0,0059
<b>TRATAMIENTOS</b>	573,83	2	286,91	13,64	0,0059
<b>Error</b>	126,17	6	21,03		
<b>Total</b>	699,99	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=11,48795

Error: 21,0275 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
<b>T2</b>	89,00	3	2,65	A
<b>T1</b>	73,52	3	2,65	B
<b>T0</b>	70,90	3	2,65	B

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

**Anexo 32.** Análisis de varianza del consumo voluntario de fibra detergente ácida en cerdos de 70-100 kg

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
CVFDA 70-100 KG	9	0,64	0,52	7,06

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
<b>Modelo</b>	432,15	2	216,08	5,30	0,0472
<b>TRATAMIENTOS</b>	432,15	2	216,08	5,30	0,0472
<b>Error</b>	244,51	6	40,75		
<b>Total</b>	676,66	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=15,99282

Error: 40,7524 gl: 6



Tratamientos	Medias	n	E.E.		
T2	99,09	3	3,69	A	
T1	89,90	3	3,69	A	B
T0	82,14	3	3,69		B

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

**Anexo 33.** Análisis de varianza del consumo voluntario de fibra detergente ácida en cerdos de 100-125 kg

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
CVFDA 100-125 KG	9	0,74	0,65	5,29

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	458,01	2	229,00	8,38	0,0183
TRATAMIENTOS	458,01	2	229,00	8,38	0,0183
Error	164,00	6	27,33		
Total	622,01	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=13,09787

Error: 27,3341 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
T2	108,32	3	3,02	A	
T1	96,98	3	3,02	A	B
T0	91,14	3	3,02		B

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

**Anexo 34.** Análisis de varianza del coeficiente de digestibilidad de materia seca (DMS)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DMS	9	0,10	0,00	1,50

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,18	2	0,59	0,33	0,7326
TRATAMIENTOS	1,18	2	0,59	0,33	0,7326
Error	10,82	6	1,80		
Total	12,01	8			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,36470

Error: 1,8038 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T1	90,23	3	0,78	A
T0	89,51	3	0,78	A
T2	89,42	3	0,78	A

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

**Anexo 35.** Análisis de varianza del coeficiente de digestibilidad de materia orgánica (DMO)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DMO	9	0,25	3,3E-03	5,64

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	36,58	2	18,29	1,01	0,4177
TRATAMIENTOS	36,58	2	18,29	1,01	0,4177
Error	108,29	6	18,05		
Total	144,87	8			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=10,64320

Error: 18,0487 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T2	76,81	3	2,45	A
T1	76,62	3	2,45	A
T0	72,44	3	2,45	A

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

**Anexo 36.** Análisis de varianza del coeficiente de digestibilidad de proteína cruda

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
T2	88,21	3	2,564	A	
T1	83,50	3	2,564	A	B
T0	78,31	3	2,564		B

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

**Anexo 37.** Análisis de varianza del coeficiente de fibra detergente neutra (DFDN)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DFDN	9	0,40	0,20	10,34

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
<b>Modelo</b>	154,72	2	77,36	1,99	0,2170
<b>TRATAMIENTOS</b>	154,72	2	77,36	1,99	0,2170
<b>Error</b>	232,95	6	38,82		
<b>Total</b>	387,67	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=15,60999

Error: 38,8247 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
<b>T2</b>	64,64	3	3,60	A
<b>T1</b>	61,40	3	3,60	A
<b>T0</b>	54,68	3	3,60	A

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

**Anexo 38.** Análisis de varianza del área del *Longissimus dorsi* (ALD)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ALD, cm <sup>2</sup>	9	0,80	0,73	7,15

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
<b>Modelo</b>	167832,89	2	83916,44	11,86	0,0082
<b>TRATAMIENTOS</b>	167832,89	2	83916,44	11,86	0,0082
<b>Error</b>	42447,33	6	7074,56		
<b>Total</b>	210280,22	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=210,71631

Error: 7074,5556 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
<b>T2</b>	1330,67	3	48,56	A	
<b>T1</b>	1200,00	3	48,56	A	B
<b>T0</b>	998,67	3	48,56		B

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

**Anexo 39.** Análisis de varianza del porcentaje de pérdidas por goteo a las 24 horas (PG 24H)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PG 24H, %	9	0,86	0,81	8,63

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
<b>Modelo</b>	38,06	2	19,03	18,61	0,0027
<b>TRATAMIENTOS</b>	38,06	2	19,03	18,61	0,0027
<b>Error</b>	6,14	6	1,02		
<b>Total</b>	44,20	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,53332

Error: 1,0225 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
<b>T2</b>	9,52	3	0,58	A
<b>T1</b>	11,17	3	0,58	A
<b>T0</b>	14,47	3	0,58	B

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

**Anexo 40.** Análisis de varianza del porcentaje de pérdidas por goteo a las 48 horas (PG 48H)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PG 24H, %	9	0,91	0,88	6,95

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
<b>Modelo</b>	49,97	2	24,98	30,17	0,0007
<b>TRATAMIENTOS</b>	49,97	2	24,98	30,17	0,0007
<b>Error</b>	4,97	6	0,83		
<b>Total</b>	54,94	8			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,27967

Error: 0,8280 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T2	10,69	3	0,53	A
T1	12,28	3	0,53	A
T0	16,29	3	0,53	B

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

#### Anexo 41. Análisis de varianza del espesor de grasa dorsal inicial

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
EGD In vivo, mm	9	0,57	0,42	13,74

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	33,91	2	16,95	3,90	0,0822
TRATAMIENTOS	33,91	2	16,95	3,90	0,0822
Error	26,09	6	4,35		
Total	60,00	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=5,22375

Error: 4,3478 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T2	16,60	3	1,20	A
T0	16,50	3	1,20	A
T1	12,43	3	1,20	A

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

#### Anexo 42. Análisis de varianza del espesor de grasa dorsal final *in vivo* (EGD in vivo)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
EGD In vivo, mm	9	0,57	0,42	13,74

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	33,91	2	16,95	3,90	0,0822
TRATAMIENTOS	33,91	2	16,95	3,90	0,0822
Error	26,09	6	4,35		
Total	60,00	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=5,22375

Error: 4,3478 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T2	16,60	3	1,20	A
T0	16,50	3	1,20	A
T1	12,43	3	1,20	A

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

**Anexo 43.** Análisis de varianza del espesor de grasa dorsal final *post mortem* (EGD *post mortem*)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
EGD Post mortem, mm	9	0,56	0,41	11,74

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	28,50	2	14,25	3,80	0,0859
TRATAMIENTOS	28,50	2	14,25	3,80	0,0859
Error	22,50	6	3,75		
Total	51,00	8			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,85137

Error: 3,7500 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T2	14,00	3	1,12	A
T0	17,50	3	1,12	A
T1	18,00	3	1,12	A

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

**Anexo 44.** Análisis de varianza del porcentaje de proteína cruda (PC) de la carne

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PC, %	9	0,88	0,84	1,81

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,96	2	2,48	21,34	0,0019
TRATAMIENTOS	4,96	2	2,48	21,34	0,0019
Error	0,70	6	0,12		
Total	5,66	8			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,85431

Error: 0,1163 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T2	19,63	3	0,20	A
T1	19,10	3	0,20	A
T0	17,86	3	0,20	B

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

**Anexo 45.** Análisis de varianza porcentaje de grasa cruda (GC) de la carne

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
GC, %	9	0,16	0,00	10,61

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,28	2	0,14	0,55	0,6015
TRATAMIENTOS	0,28	2	0,14	0,55	0,6015
Error	1,51	6	0,25		
Total	1,79	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,25609

Error: 0,2514 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T2	4,49	3	0,29	A
T1	4,78	3	0,29	A
T0	4,91	3	0,29	A

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

**Anexo 46.** Análisis de varianza porcentaje de grasa cruda (GC) de la carne

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
pH	9	0,29	0,05	1,58

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,02	2	0,01	1,22	0,3594
TRATAMIENTOS	0,02	2	0,01	1,22	0,3594
Error	0,05	6	0,01		
Total	0,07	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,22686

Error: 0,0082 gl: 6

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
<b>T0</b>	5,79	3	0,05	A
<b>T2</b>	5,69	3	0,05	A
<b>T1</b>	5,69	3	0,05	A

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



**Anexo 47.** Formulación de dietas con 0,0 kg/Tn de inclusión de premezcla gluconeogénica para cerdos de 50-70 kg en reemplazo del 0% de la energía neta aportada por el aceite de palma

INGREDIENTES/NUTRIENTES	Peso	Inclusión	COSTO	EN	PB	LISINA	METIONINA	M+C	TREONINA	FB	Ca	P disp	Na	Cl	K	EXTRACTO ETÉREO
	kg	%	\$/Kg	Kcal/Kg	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
MAIZ	0,63000	63,00	0,31	2418,26	5,50	0,14	0,10	0,21	0,20	1,54	0,01	0,02	0,01	0,06	0,20	2,40
TORTA DE SOYA	0,27500	27,50	0,20	1123,43	6,80	0,77	0,17	0,35	0,49	1,67	0,09	0,05	0,01	0,01	0,50	0,54
ACEITE DE PALMA	0,00825	0,82	0,02	74,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,82
SALVADO DE TRIGO	0,05330	5,33	0,02	207,59	0,66	0,03	0,01	0,03	0,03	0,96	0,01	0,03	0,00	0,00	0,06	0,18
CARBONATO DE Ca	0,00900	0,90	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CLORURO DE Na	0,00200	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,12	0,00	0,00
MELAZA	0,00100	0,10	0,00	1,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FOSFATO MONOCALCICO	0,00704	0,70	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00
METIONINA	0,00050	0,05	0,00	1,90	0,03	0,00	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LISINA	0,00300	0,30	0,01	9,60	0,28	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00
TREONINA	0,00070	0,07	0,00	2,03	0,05	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PREMEZCLA VIT	0,00200	0,20	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PROZURIL	0,00020	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SALGARD	0,00200	0,20	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
GENEX	0,00200	0,20	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ENZIMAS	0,00100	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SESQUICARBONATO de Na	0,00300	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00
TOTALES	0,99999	100,00	0,63	3838,59	13,32	1,18	0,33	0,64	0,78	4,17	0,58	0,24	0,18	0,25	0,77	4
Requerimientos			MIN	2470	13,29	0,835	0,251	0,493	0,543	3,5	0,524	0,256	0,171	0,161	0,427	4
			MAX	-	17	-	-	-	-	5,4	0,8	0,4	-	-	1,05	8

**Anexo 48.** Formulación de dietas con 0,25 kg/Tn de inclusión de premezcla gluconeogénica para cerdos de 50-70 kg en reemplazo del 25% de la energía neta aportada por el aceite de palma

INGREDIENTES/NUTRIENTES	Peso	Inclusión	COSTO	EN	PB	LISINA	METIONINA	M+C	TREONINA	FB	Ca	P disp	Na	Cl	K	EXTRACTO ETÉREO
	kg	%	\$/Kg	Kcal/Kg	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
MAIZ	0,63180	63,18	0,31	2425,17	5,52	0,15	0,10	0,21	0,20	1,55	0,01	0,02	0,01	0,06	0,20	2,41
TORTA DE SOYA	0,27500	27,50	0,20	1123,43	6,80	0,77	0,17	0,35	0,49	1,67	0,09	0,05	0,01	0,01	0,50	0,54
ACEITE DE PALMA	0,00619	0,62	0,01	55,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,62
PREMEZCLA GLUCONEOGÉNICO(INKREB)	0,00025	0,03	0,00	18,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SALVADO DE TRIGO	0,05330	5,33	0,02	207,59	0,66	0,03	0,01	0,03	0,03	0,96	0,01	0,03	0,00	0,00	0,06	0,18
CARBONATO DE Ca	0,00900	0,90	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CLORURO DE Na	0,00200	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,12	0,00	0,00
MELAZA	0,00100	0,10	0,00	1,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FOSFATO MONOCALCICO	0,00704	0,70	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00
METIONINA	0,00050	0,05	0,00	1,90	0,03	0,00	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LISINA	0,00300	0,30	0,01	9,60	0,28	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00
TREONINA	0,00070	0,07	0,00	2,03	0,05	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PREMEZCLA VIT	0,00200	0,20	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PROZURIL	0,00020	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SALGARD	0,00200	0,20	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
GENEX	0,00200	0,20	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ENZIMAS	0,00100	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SESQUICARBONATO de Na	0,00300	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00
TOTALES	1,0000	100,00	0,63	3845,50	13,34	1,18	0,33	0,64	0,78	4,18	0,58	0,24	0,18	0,25	0,77	3,74
Requerimientos			MIN	2470	13,29	0,84	0,25	0,49	0,54	3,5	0,52	0,26	0,17	0,16	0,43	4
			MAX	-	17	-	-	-	-	5,4	0,8	0,4	-	-	1,05	8

**Anexo 49.** Formulación de dietas con 0,50 kg/Tn de inclusión de premezcla gluconeogénica para cerdos de 50-70 kg en reemplazo del 50% de la energía neta aportada por el aceite de palma

INGREDIENTES/NUTRIENTES	Peso	Inclusión	COSTO	EN	PB	LISINA	METIONINA	M+C	TREONINA	FB	Ca	P disp	Na	Cl	K	EXTRACTO ETÉREO
	kg	%	\$/Kg	Kcal/Kg	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
MAIZ	0,63360	63,36	0,31	2432,08	5,53	0,15	0,10	0,21	0,20	1,55	0,01	0,02	0,01	0,06	0,20	2,41
TORTA DE SOYA	0,27500	27,50	0,20	1123,43	6,80	0,77	0,17	0,35	0,49	1,67	0,09	0,05	0,01	0,01	0,50	0,54
ACEITE DE PALMA	0,00412	0,41	0,01	37,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41
PREMEZCLA GLUCONEOGÉNICO(INKREB)	0,00050	0,05	0,00	37,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SALVADO DE TRIGO	0,05330	5,33	0,02	207,59	0,66	0,03	0,01	0,03	0,03	0,96	0,01	0,03	0,00	0,00	0,06	0,18
CARBONATO DE Ca	0,00900	0,90	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CLORURO DE Na	0,00200	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,12	0,00	0,00
MELAZA	0,00100	0,10	0,00	1,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FOSFATO MONOCALCICO	0,00704	0,70	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00
METIONINA	0,00050	0,05	0,00	1,90	0,03	0,00	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LISINA	0,00300	0,30	0,01	9,60	0,28	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00
TREONINA	0,00070	0,07	0,00	2,03	0,05	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PREMEZCLA VIT	0,00200	0,20	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PROZURIL	0,00020	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SALGARD	0,00200	0,20	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
GENEX	0,00200	0,20	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ENZIMAS	0,00100	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SESQUICARBONATO de Na	0,00300	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00
<b>TOTALES</b>	<b>1,0000</b>	<b>100,00</b>	<b>0,63</b>	<b>3852,41</b>	<b>13,35</b>	<b>1,18</b>	<b>0,33</b>	<b>0,64</b>	<b>0,78</b>	<b>4,18</b>	<b>0,58</b>	<b>0,24</b>	<b>0,18</b>	<b>0,25</b>	<b>0,77</b>	<b>3,54</b>
Requerimientos			MIN	2470	13,29	0,835	0,251	0,493	0,543	3,5	0,524	0,256	0,171	0,161	0,427	4
			MAX	-	17	-	-	-	-	5,4	0,8	0,4	-	-	1,05	8

**Anexo 50.** Formulación de dietas con 0,0 kg/Tn de inclusión de premezcla gluconeogénica para cerdos de 70-100 kg en reemplazo del 0% de la energía neta aportada por el aceite de palma

INGREDIENTES/NUTRIENTES	Peso	Inclusión	COSTO	EN	PB	LISINA	METIONINA	M+C	TREONINA	FB	Ca	P disp	Na	Cl	K	EXTRACTO ETÉREO
	kg	%	\$/Kg	Kcal/Kg	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
MAIZ	0,63000	63,00	0,31	2418,26	5,50	0,14	0,10	0,21	0,20	1,54	0,01	0,02	0,01	0,06	0,20	2,40
TORTA DE SOYA	0,27500	27,50	0,20	1123,43	6,80	0,77	0,17	0,35	0,49	1,67	0,09	0,05	0,01	0,01	0,50	0,54
ACEITE DE PALMA	0,00825	0,82	0,02	74,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,82
SALVADO DE TRIGO	0,05330	5,33	0,02	207,59	0,66	0,03	0,01	0,03	0,03	0,96	0,01	0,03	0,00	0,00	0,06	0,18
CARBONATO DE Ca	0,00900	0,90	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CLORURO DE Na	0,00200	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,12	0,00	0,00
MELAZA	0,00100	0,10	0,00	1,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FOSFATO MONOCALCICO	0,00704	0,70	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00
METIONINA	0,00050	0,05	0,00	1,90	0,03	0,00	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LISINA	0,00300	0,30	0,01	9,60	0,28	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00
TREONINA	0,00070	0,07	0,00	2,03	0,05	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PREMEZCLA VIT	0,00200	0,20	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PROZURIL	0,00020	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SALGARD	0,00200	0,20	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
GENEX	0,00200	0,20	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ENZIMAS	0,00100	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SESQUICARBONATO de Na	0,00300	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00
TOTALES	0,99999	100,00	0,634	3838,59	13,32	1,18	0,33	0,64	0,78	4,17	0,58	0,24	0,18	0,25	0,77	4
Requerimientos			MIN	2500	11,48	0,726	0,218	0,436	0,543	3,5	0,454	0,221	0,16	0,15	0,4	4
			MAX	-	17	-	-	-	-	6,3	0,8	0,4	-	-	1,05	8

**Anexo 51.** Formulación de dietas con 0,25 kg/Tn de inclusión de premezcla gluconeogénica para cerdos de 70-100 kg en reemplazo del 25% de la energía neta aportada por el aceite de palma

INGREDIENTES/NUTRIENTES	Peso	Inclusión	COSTO	EN	PB	LISINA	METIONINA	M+C	TREONINA	FB	Ca	P disp	Na	Cl	K	EXTRACTO ETÉREO
	kg	%	\$/Kg	Kcal/Kg	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
MAIZ	0,63180	63,18	0,31	2425,17	5,52	0,15	0,10	0,21	0,20	1,55	0,01	0,02	0,01	0,06	0,20	2,41
TORTA DE SOYA	0,27500	27,50	0,20	1123,43	6,80	0,77	0,17	0,35	0,49	1,67	0,09	0,05	0,01	0,01	0,50	0,54
ACEITE DE PALMA	0,00619	0,62	0,01	55,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,62
PREMEZCLA GLUCONEOGÉNICO(INKREB)	0,00025	0,03	0,00	18,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SALVADO DE TRIGO	0,05330	5,33	0,02	207,59	0,66	0,03	0,01	0,03	0,03	0,96	0,01	0,03	0,00	0,00	0,06	0,18
CARBONATO DE Ca	0,00900	0,90	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CLORURO DE Na	0,00200	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,12	0,00	0,00
MELAZA	0,00100	0,10	0,00	1,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FOSFATO MONOCALCICO	0,00704	0,70	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00
METIONINA	0,00050	0,05	0,00	1,90	0,03	0,00	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LISINA	0,00300	0,30	0,01	9,60	0,28	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00
TREONINA	0,00070	0,07	0,00	2,03	0,05	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PREMEZCLA VIT	0,00200	0,20	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PROZURIL	0,00020	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SALGARD	0,00200	0,20	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
GENEX	0,00200	0,20	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ENZIMAS	0,00100	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SESQUICARBONATO de Na	0,00300	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00
TOTALES	1,0000	100,00	0,631	3845,50	13,34	1,18	0,33	0,64	0,78	4,18	0,58	0,24	0,18	0,25	0,77	3,74
Requerimientos			MIN	2500	11,48	0,73	0,22	0,44	0,54	3,5	0,45	0,22	0,16	0,15	0,40	4
			MAX	-	17	-	-	-	-	6,3	0,8	0,4	-	-	1,05	8

**Anexo 52.** Formulación de dietas con 0,50 kg/Tn de inclusión de premezcla gluconeogénica para cerdos de 70-100 kg en reemplazo del 50% de la energía neta aportada por el aceite de palma

INGREDIENTES/NUTRIENTES	Peso	Inclusión	COSTO	EN	PB	LISINA	METIONINA	M+C	TREONINA	FB	Ca	P disp	Na	Cl	K	EXTRACTO ETÉREO
	kg	%	\$/Kg	Kcal/Kg	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
MAIZ	0,63360	63,36	0,31	2432,08	5,53	0,15	0,10	0,21	0,20	1,55	0,01	0,02	0,01	0,06	0,20	2,41
TORTA DE SOYA	0,27500	27,50	0,20	1123,43	6,80	0,77	0,17	0,35	0,49	1,67	0,09	0,05	0,01	0,01	0,50	0,54
ACEITE DE PALMA	0,00412	0,41	0,01	37,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41
PREMEZCLA GLUCONEOGÉNICO(INKREB)	0,00050	0,05	0,00	37,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SALVADO DE TRIGO	0,05330	5,33	0,02	207,59	0,66	0,03	0,01	0,03	0,03	0,96	0,01	0,03	0,00	0,00	0,06	0,18
CARBONATO DE Ca	0,00900	0,90	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CLORURO DE Na	0,00200	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,12	0,00	0,00
MELAZA	0,00100	0,10	0,00	1,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FOSFATO MONOCALCICO	0,00704	0,70	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00
METIONINA	0,00050	0,05	0,00	1,90	0,03	0,00	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LISINA	0,00300	0,30	0,01	9,60	0,28	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00
TREONINA	0,00070	0,07	0,00	2,03	0,05	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PREMEZCLA VIT	0,00200	0,20	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PROZURIL	0,00020	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SALGARD	0,00200	0,20	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
GENEX	0,00200	0,20	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ENZIMAS	0,00100	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SESQUICARBONATO de Na	0,00300	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00
TOTALES	1,0000	100,00	0,629	3852,41	13,35	1,18	0,33	0,64	0,78	4,18	0,58	0,24	0,18	0,25	0,77	3,54
Requerimientos			MIN	2500	11,48	0,726	0,218	0,436	0,543	3,5	0,454	0,221	0,16	0,15	0,4	4
			MAX	-	17	-	-	-	-	6,3	0,8	0,4	-	-	1,05	8

**Anexo 53.** Formulación de dietas con 0,0 kg/Tn de inclusión de premezcla gluconeogénica para cerdos de 100-125 kg en reemplazo del 0% de la energía neta aportada por el aceite de palma

INGREDIENTES/NUTRIENTES	Peso	Inclusión	COSTO	EN	PB	LISINA	METIONINA	M+C	TREONINA	FB	Ca	P disp	Na	Cl	K	EXTRACTO ETÉREO
	kg	%	\$/Kg	Kcal/Kg	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
MAIZ	0,63000	63,00	0,31	2418,26	5,50	0,14	0,10	0,21	0,20	1,54	0,01	0,02	0,01	0,06	0,20	2,40
TORTA DE SOYA	0,27500	27,50	0,20	1123,43	6,80	0,77	0,17	0,35	0,49	1,67	0,09	0,05	0,01	0,01	0,50	0,54
ACEITE DE PALMA	0,00825	0,82	0,02	74,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,82
SALVADO DE TRIGO	0,05330	5,33	0,02	207,59	0,66	0,03	0,01	0,03	0,03	0,96	0,01	0,03	0,00	0,00	0,06	0,18
CARBONATO DE Ca	0,00900	0,90	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CLORURO DE Na	0,00200	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,12	0,00	0,00
MELAZA	0,00100	0,10	0,00	1,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FOSFATO MONOCALCICO	0,00704	0,70	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00
METIONINA	0,00050	0,05	0,00	1,90	0,03	0,00	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LISINA	0,00300	0,30	0,01	9,60	0,28	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00
TREONINA	0,00070	0,07	0,00	2,03	0,05	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PREMEZCLA VIT	0,00200	0,20	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PROZURIL	0,00020	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SALGARD	0,00200	0,20	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
GENEX	0,00200	0,20	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ENZIMAS	0,00100	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SESQUICARBONATO de Na	0,00300	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00
TOTALES	0,99999	100,00	0,63	3838,59	13,32	1,18	0,33	0,64	0,78	4,17	0,58	0,24	0,18	0,25	0,77	4
Requerimientos			MIN	2500	9,96	0,63	0,189	0,378	0,41	3,7	0,406	0,198	0,153	0,144	0,372	4
			MAX	-	15,1	-	-	-	-	6,5	0,8	0,4	-	-	1,1	8

**Anexo 54.** Formulación de dietas con 0,25 kg/Tn de inclusión de premezcla gluconeogénica para cerdos de 100-125 kg en reemplazo del 25% de la energía neta aportada por el aceite de palma

INGREDIENTES/NUTRIENTES	Peso	Inclusión	COSTO	EN	PB	LISINA	METIONINA	M+C	TREONINA	FB	Ca	P disp	Na	Cl	K	EXTRACTO ETÉREO
	kg	%	\$/Kg	Kcal/Kg	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
MAIZ	0,63180	63,18	0,31	2425,17	5,52	0,15	0,10	0,21	0,20	1,55	0,01	0,02	0,01	0,06	0,20	2,41
TORTA DE SOYA	0,27500	27,50	0,20	1123,43	6,80	0,77	0,17	0,35	0,49	1,67	0,09	0,05	0,01	0,01	0,50	0,54
ACEITE DE PALMA	0,00619	0,62	0,01	55,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,62
PREMEZCLA GLUCONEOGÉNICO(INKREB)	0,00025	0,03	0,00	18,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SALVADO DE TRIGO	0,05330	5,33	0,02	207,59	0,66	0,03	0,01	0,03	0,03	0,96	0,01	0,03	0,00	0,00	0,06	0,18
CARBONATO DE Ca	0,00900	0,90	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CLORURO DE Na	0,00200	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,12	0,00	0,00
MELAZA	0,00100	0,10	0,00	1,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FOSFATO MONOCALCICO	0,00704	0,70	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00
METIONINA	0,00050	0,05	0,00	1,90	0,03	0,00	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LISINA	0,00300	0,30	0,01	9,60	0,28	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00
TREONINA	0,00070	0,07	0,00	2,03	0,05	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PREMEZCLA VIT	0,00200	0,20	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PROZURIL	0,00020	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SALGARD	0,00200	0,20	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
GENEX	0,00200	0,20	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ENZIMAS	0,00100	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SESQUICARBONATO de Na	0,00300	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00
TOTALES	1,0000	100,00	0,63	3845,50	13,34	1,18	0,33	0,64	0,78	4,18	0,58	0,24	0,18	0,25	0,77	3,74
Requerimientos			MIN	2500	9,96	0,63	0,19	0,38	0,41	3,7	0,41	0,20	0,15	0,14	0,37	4
			MAX	-	15,1	-	-	-	-	6,5	0,8	0,4	-	-	1,1	8



**Anexo 55.** Formulación de dietas con 0,25 kg/Tn de inclusión de premezcla gluconeogénica para cerdos de 100-125 kg en reemplazo del 25% de la energía neta aportada por el aceite de palma

INGREDIENTES/NUTRIENTES	Peso	Inclusión	COSTO	EN	PB	LISINA	METIONINA	M+C	TREONINA	FB	Ca	P disp	Na	Cl	K	EXTRACTO ETÉREO
	kg	%	\$/Kg	Kcal/Kg	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
MAIZ	0,63360	63,36	0,31	2432,08	5,53	0,15	0,10	0,21	0,20	1,55	0,01	0,02	0,01	0,06	0,20	2,41
TORTA DE SOYA	0,27500	27,50	0,20	1123,43	6,80	0,77	0,17	0,35	0,49	1,67	0,09	0,05	0,01	0,01	0,50	0,54
ACEITE DE PALMA	0,00412	0,41	0,01	37,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41
PREMEZCLA GLUCONEOGÉNICO(INKREB)	0,00050	0,05	0,00	37,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SALVADO DE TRIGO	0,05330	5,33	0,02	207,59	0,66	0,03	0,01	0,03	0,03	0,96	0,01	0,03	0,00	0,00	0,06	0,18
CARBONATO DE Ca	0,00900	0,90	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CLORURO DE Na	0,00200	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,12	0,00	0,00
MELAZA	0,00100	0,10	0,00	1,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FOSFATO MONOCALCICO	0,00704	0,70	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00
METIONINA	0,00050	0,05	0,00	1,90	0,03	0,00	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LISINA	0,00300	0,30	0,01	9,60	0,28	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00
TREONINA	0,00070	0,07	0,00	2,03	0,05	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PREMEZCLA VIT	0,00200	0,20	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PROZURIL	0,00020	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SALGARD	0,00200	0,20	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
GENEX	0,00200	0,20	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ENZIMAS	0,00100	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SESQUICARBONATO de Na	0,00300	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00
<b>TOTALES</b>	<b>1,0000</b>	<b>100,00</b>	<b>0,63</b>	<b>3852,41</b>	<b>13,35</b>	<b>1,18</b>	<b>0,33</b>	<b>0,64</b>	<b>0,78</b>	<b>4,18</b>	<b>0,58</b>	<b>0,24</b>	<b>0,18</b>	<b>0,25</b>	<b>0,77</b>	<b>3,54</b>
Requerimientos			MIN	2500	9,96	0,63	0,189	0,378	0,41	3,7	0,406	0,198	0,153	0,144	0,372	4
			MAX	-	15,1	-	-	-	-	6,5	0,8	0,4	-	-	1,1	8