

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**FACULTAD DE ZOOTECNIA**



**“DIFERENTES FUENTES Y NIVELES DE PROTEÍNA  
DIETARIA SOBRE EL DESEMPEÑO ZOOTÉCNICO, SALUD  
INTESTINAL E IMPACTO AMBIENTAL EN LECHONES  
DESTETADOS”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR  
TÍTULO DE INGENIERO ZOOTECNISTA**

**ALVARO ENRIQUE SALINAS BALDOCEDA**

**LIMA - PERÚ**

**2023**

## Document Information

Analyzed document	TSP Alvaro Salinas 03 03 23.pdf (D160571064)
Submitted	2023-03-09 21:12:00
Submitted by	NICEAS CARLOS VILCHEZ PERALES
Submitter email	cvilchezp@lamolina.edu.pe
<b>Similarity</b>	<b>1%</b>
Analysis address	cvilchezp.unalm@analysis.arkund.com

## Sources included in the report

<b>W</b>	URL: <a href="http://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci_arttext&amp;pid=S0375-15892017000500003">http://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci_arttext&amp;pid=S0375-15892017000500003</a> Fetched: 2022-04-15 18:32:53		1
<b>SA</b>	<b>Tenecela - Suplementación xilanasa lechones destetados.docx</b> Document Tenecela - Suplementación xilanasa lechones destetados.docx (D125550825)		1
<b>SA</b>	<b>Cevallos - Estrategias nutricionales para las diarreas post-destete en cerdos..docx</b> Document Cevallos - Estrategias nutricionales para las diarreas post-destete en cerdos..docx (D148493133)		1
<b>W</b>	URL: <a href="https://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/126-tablas_brasileras_aves_c...">https://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/126-tablas_brasileras_aves_c...</a> Fetched: 2021-05-08 12:01:40		1

## Entire Document

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA FACULTAD DE ZOOTECNIA “REVISIÓN DE DIFERENTES NIVELES Y FUENTES DE PROTEÍNAS SOBRE EL DESEMPEÑO ZOOTÉCNICO, SALUD INTESTINAL E IMPACTO AMBIENTAL EN LECHONES DESTETADOS” TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR TÍTULO DE INGENIERO ZOOTECNISTA ALVARO ENRIQUE SALINAS BALDOCEDA LIMA - PERU 2022

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA FACULTAD DE ZOOTECNIA “REVISIÓN DE DIFERENTES NIVELES Y FUENTES DE PROTEÍNAS SOBRE EL DESEMPEÑO ZOOTÉCNICO, SALUD INTESTINAL E IMPACTO AMBIENTAL EN LECHONES DESTETADOS” Trabajo de Suficiencia Profesional para Optar el Título Profesional de: INGENIERO ZOOTECNISTA Presentada por: ALVARO ENRIQUE SALINAS BALDOCEDA Sustentada y aprobada por el siguiente jurado:

\_\_\_\_\_ Dra. María Elena Villanueva

Espinoza Mg. Sc. José Cadillo Castro Presidente Primer Miembro \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Ph. D. Carlos Gómez Bravo Ph. D. Carlos Vilchez Perales Segundo Miembro

Asesor

- I. TITULO “REVISIÓN DE DIFERENTES NIVELES Y FUENTES DE PROTEÍNAS SOBRE EL DESEMPEÑO ZOOTÉCNICO, SALUD INTESTINAL E IMPACTO AMBIENTAL EN LECHONES DESTETADOS”
- II. DEDICATORIA El presente trabajo está dedicado a mis padres, quienes dedicaron gran parte de su vida en guiarme para superarme cada día más. Mi hermana, que siempre fue motivo para superarme por tratar de ser su ejemplo. Mi novia, quien en los últimos años ha sabido motivarme para no dejar nada inconcluso. Y, en especial, quiero dedicar no solo este logro, sino todos los demás que me depara la vida, a mi hijo, quien es y será mi motivo de superación constante.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LAMOLINA**

**FACULTAD DE ZOOTECNIA**

**“DIFERENTES FUENTES Y NIVELES DE PROTEÍNA  
DIETARIA SOBRE EL DESEMPEÑO ZOOTÉCNICO, SALUD  
INTESTINAL E IMPACTO AMBIENTAL EN LECHONES  
DESTETADOS”**

Trabajo de Suficiencia Profesional para Optar el Título Profesional de:

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

Presentada por:

**ALVARO ENRIQUE SALINAS BALDOCEDA**

Sustentada y aprobada por el siguiente jurado:

---

Dra. María Elena Villanueva Espinoza

Presidente

---

Mg. Sc. José Cadillo Castro

Miembro

---

Ph. D. Carlos Gómez Bravo

Miembro

---

Ph. D. Carlos Vilchez Perales

Asesor

## **DEDICATORIA**

A mis padres por todos sus esfuerzos y sacrificios para que cumpliera este sueño por mí y por ellos. A mis hijos Julián y Bianca por ser ese motivo de superación que tengo a diario. A mi esposa por ser pilar importante en mi familia y a mi hermana por su apoyo de múltiples formas para siempre salir adelante.

## **AGRADECIMIENTO**

- A mi asesor de tesis, Carlos Vilchez Perales, por su continuo apoyo y consejos.
- A mis amigos por sus consejos y seguimiento a nuestros logros personales.

## ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN .....	1
1.1.	Problemática.....	1
1.2.	Objetivos .....	2
1.2.1.	Objetivo general .....	2
1.2.2.	Objetivos específicos.....	2
II.	REVISIÓN DE LITERATURA .....	3
2.1.	Proteína en nutrición porcina.....	3
2.2.	Proteína ideal y aminoácido limitante .....	4
2.3.	Niveles de proteína y su relación con el desempeño zootécnico en fase post destete ...	5
2.4.	Proteína cruda y su relación con la salud intestinal .....	7
2.5.	Relación del contenido de proteína en el impacto ambiental .....	8
2.6.1.	Fuentes de proteína animal .....	10
2.6.2.	Fuentes de proteína vegetal .....	12
III.	DESARROLLO DEL TRABAJO .....	15
3.1.	Problemática encontrada .....	15
3.2.	Aporte de soluciones .....	16
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	17
4.1.	Fuentes y niveles de proteína sobre su relación con el desempeño zootécnico de lechones.....	17
4.2.	Fuentes y niveles de proteína sobre su relación con la salud intestinal .....	17
4.3.	Fuentes y niveles de proteína sobre su relación con el impacto ambiental.....	18
V.	CONCLUSIONES .....	20
VI.	RECOMENDACIONES .....	21
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	22

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Meta-análisis del efecto de nivel de proteína bruta incluida en la dieta sobre el comportamiento productivo en cerdos en fase starter .....	7
---	---

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Enlace peptídico entre el grupo amino y carboxilo.....	4
<b>Figura 2:</b> El “Barril de Liebig” representando la limitación en síntesis proteica por un aminoácido limitante.....	5
<b>Figura 3:</b> Efecto del incremento de los niveles de proteína cruda en dietas post destete.....	6

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo I:</b> Valores de aminoácidos y digestibilidad para aves y cerdos en Harina de Pescado .....	27
<b>Anexo II:</b> Valores de aminoácidos y digestibilidad para aves y cerdos en Harina de Huevo.....	28
<b>Anexo III:</b> Valores de aminoácidos y digestibilidad para aves y cerdos en Plasma Sanguíneo .....	29
<b>Anexo IV:</b> Valores de aminoácidos y digestibilidad para aves y cerdos en Mucosa Intestinal Hidrolizada... ..	30
<b>Anexo V:</b> Valores de aminoácidos y digestibilidad para aves y cerdos en Torta de soya... ..	31
<b>Anexo VI:</b> Valores de aminoácidos y digestibilidad para aves y cerdos en Concentrado de Soya.....	32
<b>Anexo VII:</b> Valores de aminoácidos y digestibilidad para aves y cerdos en Proteína de papa .....	33
<b>Anexo VIII:</b> Efectos de las dietas con diferentes fuentes de proteína sobre el rendimiento del crecimiento, la digestibilidad aparente de los nutrientes en animales recién destetados.....	34
<b>Anexo IX:</b> Desempeño de crecimiento de lechones alimentados con dietas de diferentes fuente y niveles de proteína .....	35
<b>Anexo X:</b> Efectos de diferentes fuentes y niveles de proteína dietética en dietas libres de antibióticos sobre la morfología intestinal de lechones destetados .....	36

**Anexo XI:** Meta-análisis del efecto de nivel de proteína bruta incluida en la dieta sobre las características de la canal y concentración de urea en plasma en cerdos en fase starter..... 37

## RESUMEN

El estudio y evaluación de fuentes de niveles de proteína de alta digestibilidad en lechones cobra una importante relevancia en cuanto al diseño y formulación de dietas, mejora de parámetros productivos, mitigar el impacto de la producción de carne porcina en el medio ambiente y mejorar la rentabilidad de la empresa. El siguiente estudio hace una revisión del impacto que tiene el reducir los niveles de proteína en dietas de lechones desde el punto de vista productivo, medio ambiental y la salud intestinal. Actualmente las restricciones que vienen siendo impartidas por parte de organismos de control ambiental, la escasez de fuentes seguras de proteína impulsa a que este sea un mercado en continuo crecimiento y variación. Finalmente, se concluye que el uso de fuentes de proteína de alta digestibilidad, la suplementación con aminoácidos sintéticos, las reducciones del nivel de proteína cruda mejoran el performance productivo, reducen la emisión de amoníaco al medio ambiente y mejoran la calidad de la microbiota intestinal reduciendo la incidencia de diarreas.

**Palabras claves:** Proteína cruda, salud intestinal, digestibilidad, aminoácidos, amoníaco.

## **ABSTRACT**

The study and evaluation of sources of highly digestible protein levels in piglets is of great relevance in terms of the design and formulation of diets, improvement of production parameters, mitigation of the impact of pork production on the environment and improvement of profitability. of the company. The following study reviews the impact of reducing protein levels in piglet diets from a productive, environmental and intestinal health point of view. Currently, the restrictions that are being imposed by environmental control agencies, the scarcity of safe sources of protein, drives this to be a market in continuous growth and variation. Finally, it is concluded that the use of highly digestible protein sources, the supplementation with synthetic amino acids, the reduction of the level of crude protein improve the productive performance, reduce the emission of ammonia into the environment and improve the quality of the intestinal microbiota, reducing the incidence of diarrhea.

**Keywords:** Crude protein, intestinal health, digestibility, amino acids, ammonia.

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Problemática

Debido a las alzas constantes en el precio de las materias primas para la alimentación del sector pecuario y las nuevas legislaciones medio ambientales por parte de organismos gubernamentales, la necesidad de evaluar la calidad y niveles de las fuentes de proteína en nutrición porcina; es una necesidad imperante. Todo esto nace a raíz de mejorar la productividad y mitigar el impacto ecológico de la crianza de cerdos.

La decisión de seleccionar una fuente de proteína para cerdos debe considerar diversos factores, incluidos los perfiles de aminoácidos, digestibilidad, contenido energético, presencia de factores anti nutricionales, variabilidad en concentración de nutrientes, costos y metas de producción (Menegat et al.,2019). En la producción porcina, el contenido de proteína cruda de la dieta se puede reducir cuando se cumplen los requisitos de aminoácidos esenciales y nitrógeno total porque, para los cerdos, la necesidad de proteína dietética es esencialmente una necesidad para aminoácidos digestibles (Gloaguen et al. 2014).

La soya es la fuente proteica de mayor elección en la alimentación de cerdos, debido a su alto contenido de proteína cruda; sin embargo, la presencia de algunos factores anti nutricionales limita su uso en la alimentación de lechones (Salgado et al., 2002). Una dieta rica en proteínas administrada a estos animales conlleva al exceso de nitrógeno el cual es excretado y es uno de los principales contribuyentes a la contaminación ambiental (Portejoie et al. 2004). Por lo tanto, la mejor digestibilidad de la proteína podría disminuir la transferencia de la proteína no digerida al intestino posterior y reducir la producción de productos potencialmente tóxicos del metabolismo microbiano (Zhang y Piao, 2022).

Una estrategia para reducir esta proteína que no es digerida es el complementar las dietas con aminoácidos altamente disponibles para reducir potencialmente la presión sobre el suministro de ingredientes proteicos y mitigar la escorrentía de desechos de nitrógeno de las granjas porcinas intensivas (Yu et al.,2019). También, es importante agregar proteínas de alta calidad en las dietas para aliviar el estrés del destete de los lechones. Las fuentes de proteína animal, y algunas de origen vegetal, se consideran una fuente de proteína de alta calidad fácilmente digerible para los lechones destetados. Por consiguiente, en el presente trabajo se presenta una revisión sobre fuentes de proteína de alta digestibilidad con mayor uso en nuestro país, así como, su impacto en el desempeño productivo y ambiental.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

- Revisar y discutir la importancia de los niveles y fuentes de proteína a fin de poder tener mejores criterios para la toma de decisiones al momento de formular una dieta.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Discutir el adecuado nivel de proteína a fin de tener efectos positivos en la salud intestinal del lechón destetado.
- Discutir el efecto de la fuente de proteína en los parámetros zootécnicos.
- Discutir a qué nivel de proteína habría un menor impacto ambiental.
- Discutir si la fuente de proteína a escoger tendría un impacto benéfico en la salud intestinal.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

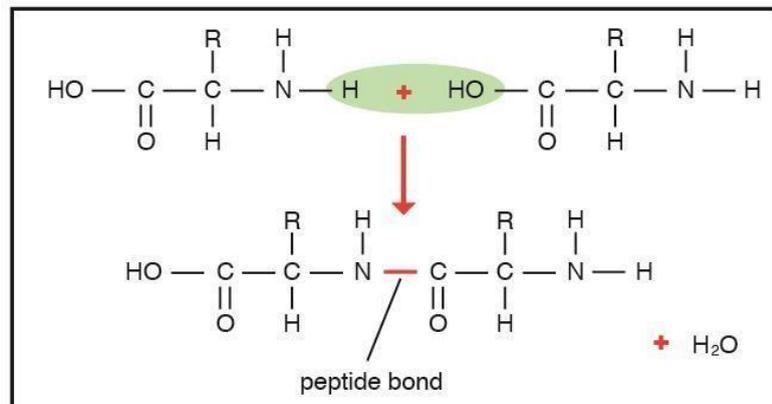
### 2.1. Proteína en nutrición porcina

Para entender un poco mejor el concepto de proteína podemos definirla como un polímero biológico compuesto de aminoácidos unidos por enlaces peptídicos, los cuales se dan entre el grupo amino y el carboxilo (Figura 1). En este contexto, la calidad de proteína juega un rol muy importante en la nutrición de cerdos en etapa post destete.

En las últimas décadas, la presión por disminuir la edad del destete genera que nos encontremos con un lechón con un sistema digestivo inmaduro. La transición de una dieta líquida a una sólida genera una serie de disturbios intestinales que resultan en continuas discapacidades de la barrera intestinal y lesiones oxidativas (Yin et al., 2014). Es por ello que la ingestión de alimento sólido complementario durante la lactancia y en las primeras semanas post destete, tiene efectos positivos en el desarrollo de la capacidad digestiva del lechón.

En este tipo de dietas administradas en etapas tempranas uno de los principales factores para escoger una fuente de proteína debe de ser su alta digestibilidad. Gutierrez et al. (2019), definen a la digestibilidad como el parámetro que mide la capacidad de una especie para digerir y absorber los nutrientes (Gutiérrez et al., 2009). Dichas fuentes altamente digestibles minimizan los riesgos de contraer disturbios intestinales.

**Figura 1. Enlace peptídico entre el grupo amino y carboxilo**



**Fuente:** A guide to the principles of Animal Nutrition – Oregon State University (2019)

## 2.2. Proteína ideal y aminoácido limitante

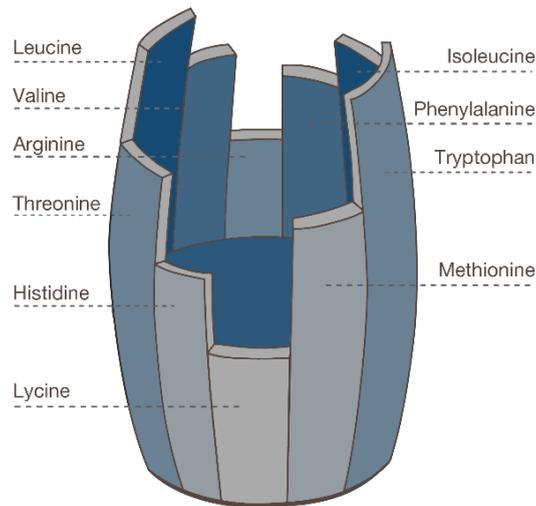
El concepto de proteína ideal fue propuesto hace más de 50 años por Mitchell, y se refiere a una situación en la que todos los aminoácidos esenciales están co-limitados para el desempeño, de modo que el suministro de aminoácidos coincida exactamente con el requisito de aminoácidos para la etapa y línea genética. Los requisitos de aminoácidos en la proteína ideal generalmente se expresan en relación con los requisitos de Lisina (Lys), es decir, Lys = 100%.

Haffner et. al. (2000), detallan que la síntesis proteica es una parte indispensable del crecimiento de los lechones. Para que la proteína sea correctamente sintetizada los requerimientos de aminoácidos esenciales y no esenciales deben ser cubiertos en su totalidad. En dietas de cerdos, el principal aminoácido limitante es la Lys.

Una cantidad suficiente de los aminoácidos limitantes en la dieta para satisfacer las necesidades proteicas también determina si los otros aminoácidos esenciales y no esenciales requeridos se utilizan de manera eficiente para síntesis proteica.

Este concepto es bien ilustrado con el “Barril de Liebig” (Figura 2) donde el nivel de llenado del barril representa la síntesis de proteína. La capacidad de este barril estará limitada por el tablón más corto que representa al primer aminoácido limitante.

**Figura 2. El “Barril de Liebig” representando la limitación en síntesis proteica por un aminoácido limitante**



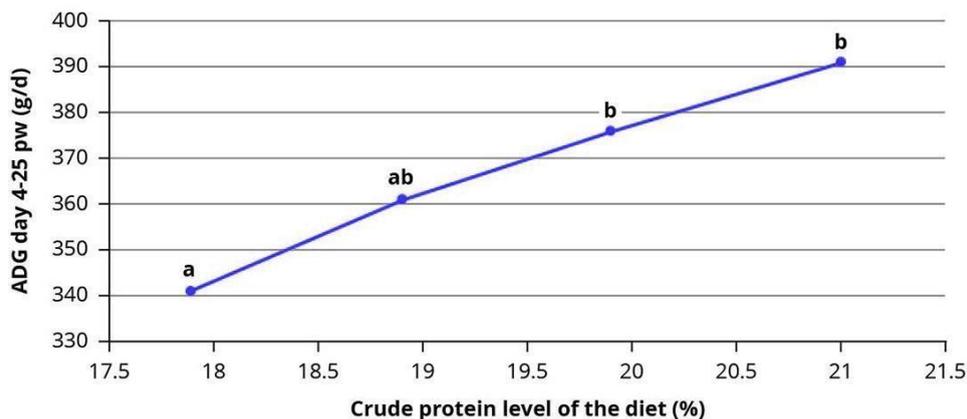
**Fuente:** Einarson et. al. (2019)

### **2.3. Niveles de proteína y su relación con el desempeño zootécnico en fase post destete**

La concentración nutricional proteica del alimento es muy importante en la industria porcina, ya que afecta tanto el crecimiento como la rentabilidad. Las concentraciones nutricionales más bajas pueden disminuir la tasa de crecimiento de los cerdos, mientras que las concentraciones más altas pueden tener un efecto negativo en el medio ambiente y aumentar los costos de producción. (Fang et. al., 2019). Los niveles de proteína cruda (PC) tienen un impacto directo en la ganancia diaria promedio (Figura 3).

Por lo general, las dietas iniciales de destete contienen hasta un 22 % de proteína bruta, pero si se utilizan aminoácidos de calidad alimentaria, el nivel de proteína bruta se puede reducir a aproximadamente un 18 %.

**Figura 3. Efecto del incremento de los niveles de PC en dietas post destete**



a,b Medias de tratamiento o efecto principal con distinta letra indica diferencias ( $p \leq 0,05$ ).

**Fuente:** Mantovani (2005)

Sin embargo, la definición de lo que es una dieta “alta” o “baja” en proteínas para este grupo varía en todo el mundo. Si bien el 18,5 % se considera una inclusión baja en proteínas en muchos mercados estadounidenses, generalmente se define como alta en Europa. La controversia solo crece al interpretar literalmente las publicaciones que comparan las dietas de destete por encima del 21 % de PC versus por debajo del 17 %. Una dieta con un 16 % de PC tendrá un menor riesgo de desarrollar trastornos digestivos, en comparación con una dieta con un 22 % de PC. El riesgo de formular de manera segura (16 %) es que estas dietas no permiten un patrón de aminoácidos optimizado, lo que da como resultado un desarrollo intestinal más bajo y, sin duda, un rendimiento más bajo (Mantovani, 2005).

Un meta análisis realizado González et. al. (2014) concluye que, el reducir el contenido de PC en la dieta de cerdos de iniciación hasta 14,5 % afecta adversamente algunas variables productivas como la ganancia de peso diaria y conversión alimenticia. El nivel óptimo de PC (16,5 a 19,25 %), sugiere que los cerdos en iniciación se pueden alimentar con dietas bajas en proteína bruta (16,5 %) con base

en sorgo-harina de soja adicionadas con aminoácidos sintéticos sin afectar los parámetros productivos (Tabla 1).

Lo cual concuerda con lo concluido por Wang et. al. (2018) quien concluye que la reducción del nivel de PC en tres o cuatro puntos porcentuales junto a la suplementación con aminoácidos sintéticos (lisina cristalina, treonina, triptófano, metionina y valina) no produce efectos negativos sobre el rendimiento animal o la retención de nitrógeno.

**Tabla 1.** Meta-análisis del efecto de nivel de proteína bruta incluida en la dieta sobre el comportamiento productivo en cerdos en fase starter.

PB %	GDP g d-1	CDA g d-1	CA	PF kg	GCM g d-1
14,5	552b	1046	1,9116b	25,9022	214b
16,0	613a	1101	1,8593b	26,1271	235ab
16,5	590ab	1073	1,8296b	26,1591	243a
17,4	591ab	1048	1,7983b	25,3193	223ab
18,5	583ab	1094	1,8298b	26,1465	226ab
20,5	606a	1074	1,8415b	26,1230	232ab
20,9	598ab	1085	2,1269a	25,9947	242a

a,b Medias de tratamiento o efecto principal con distinta letra indica diferencias ( $p \leq 0,05$ ). PB= proteína bruta; GDP= ganancia diaria de peso; CDA= consumo diario de alimento; CA=conversión alimenticia; PF= peso final; GCM= ganancia diaria de carne magra.

**Fuente:** Gonzáles et. al. (2014)

#### 2.4. Proteína cruda y su relación con la salud intestinal

Las dietas ricas en proteínas aumentan la cantidad de proteínas no digeridas y la fermentación microbiana en el intestino posterior, lo que predispone a la aparición de diarrea pos-destete (Heo et al., 2013). Es aquí donde aplicar el concepto de “proteína ideal” toma mayor importancia ya que la formulación se hace en base a los requerimientos de aminoácidos digestibles lo cual conlleva a una suplementación de aminoácidos sintéticos y una reducción en el nivel de PC de la dieta.

Recientemente, Lynegaard et.al. (2021), demostró que una dieta baja en PC reduce la diarrea en un 30 % en el período de destete en comparación con cerdos alimentados con niveles estándar de PC sin óxido de zinc (ZnO) medicinal. Gresse et al. (2017), comenta que estudios previos han demostrado que la diarrea en lechones destetados está asociada con el desequilibrio de la flora intestinal.

Los cerdos no tienen bacterias al nacer, pero desarrollan rápidamente una microbiota establecida que se adquiere a partir de la alimentación y la transmisión fecal-oral en su entorno posterior al nacimiento (O'Sullivan et al., 2005).

Portune et. al. (2016), afirma que existe una interacción significativa entre las bacterias intestinales y el metabolismo de las proteínas. Incrementos o disminuciones de la proteína en la dieta pueden alterar la microbiota intestinal. La ingesta alta de proteínas comúnmente provoca un aumento del contenido de agua fecal en los lechones. La diarrea en lechones destetados depende en gran medida de la ingesta diaria de proteínas, que está asociada con la fermentación de proteínas por parte de los microorganismos intestinales en los lechones (Pieper et al., 2012).

## **2.5. Relación del contenido de proteína en el impacto ambiental**

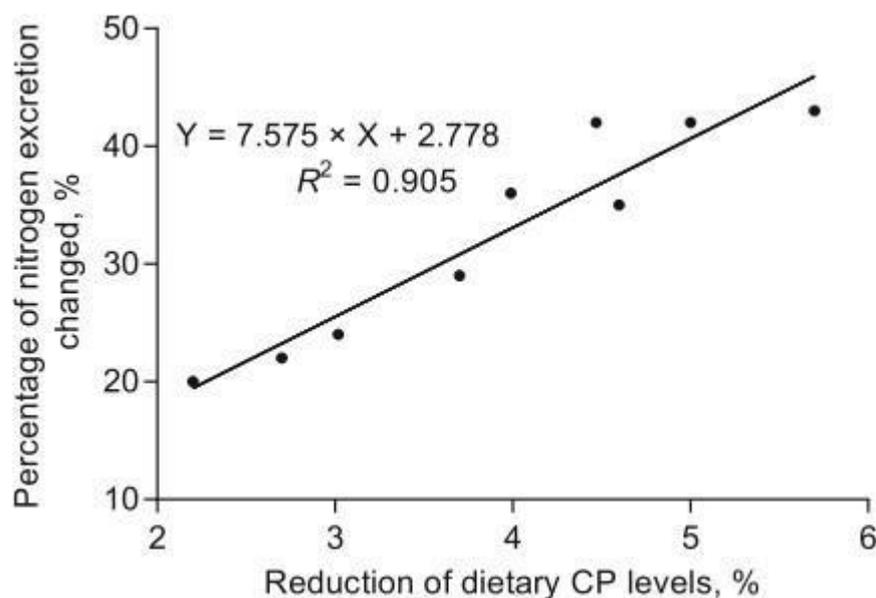
La proteína es el nutriente más costoso de la dieta y, últimamente, el más estudiado debido a su relación directa con el impacto ambiental de las explotaciones pecuarias debido a la excreción excesiva de nitrógeno al ecosistema y la consecuente contaminación que ello implica. Li et..al, (2019) comentan que la escasez de recursos proteicos en la dieta y la grave contaminación ambiental han sido los principales factores restrictivos en el desarrollo sostenible de la industria porcina. Investigaciones recientes demostraron que, en comparación con las dietas tradicionales, agregar aminoácidos cristalinos a las dietas podría ahorrar recursos proteicos, disminuir las emisiones de nitrógeno y reducir los costos de alimentación de los cerdos, así como reducir la incidencia de lesiones intestinales sin influir en el rendimiento de los cerdos.

La excreción de nitrógeno es el principal punto crítico en la producción porcina moderna debido al impacto negativo sobre el medio ambiente, como la contribución del amoníaco (NH<sub>3</sub>) del estiércol a la acidificación y eutrofización de ecosistemas sensibles y las emisiones de olores (Webb et. al. ,2014).

Los niveles de PC se elevan para cubrir los requerimientos del aminoácido limitante (lisina) en una dieta tradicional a base de soya y maíz. Todo ese excedente de aminoácidos se descompone en nitrógeno y cuando este es excesivo se elimina a través de la urea por la orina.

La mayoría de los estudios indicaron que una reducción de la PC en la dieta de más de 2 % podría disminuir efectivamente la emisión de nitrógeno. El efecto de los niveles reducidos de PC en la dieta sobre la excreción de nitrógeno de los cerdos se representa en la Fig. 4. Cada reducción de 1 % de PC en la dieta puede disminuir la emisión de amoníaco de las heces y la orina entre un 8 % y un 10 % (Aarnink. 2007).

**Figura 4. Relación lineal entre el porcentaje reducido de excreción de nitrógeno y los niveles de reducción de PB en la dieta para cerdos**



**Fuente:** Wang et. al. (2018)

## **2.6. Fuentes de proteína**

La decisión de seleccionar una fuente de proteína para las dietas porcinas debe considerar muchos factores, incluido el perfil de aminoácidos, digestibilidad, el contenido de energía, la presencia de factores anti nutricionales, la variabilidad en la concentración de nutrientes, la capacidad de obtener constantemente un ingrediente de alta calidad, el costo y los objetivos de producción. Además, el contenido de lisina y la digestibilidad a menudo dictan el valor de una fuente de proteína porque es el aminoácido más limitante en la mayoría de las dietas porcinas (Menegat et.al., 2019).

### **2.6.1. Fuentes de proteína animal**

Las fuentes de proteína animal se han utilizado comúnmente para minimizar la inclusión de harina de soja en las dietas iniciales de destete y fomentar el consumo de alimento en lechones destetados. Las fuentes de proteína animal suelen ser apetecibles y contienen aminoácidos altamente digeribles. Sin embargo, las fuentes de proteína animal son más caras y la variabilidad en la composición es a menudo mayor que las fuentes de proteína vegetal. Las preocupaciones de bioseguridad surgen de la posible transmisión de enfermedades a través de ingredientes de origen animal, particularmente de origen porcino. (Jones et. al. 2009).

Las fuentes de proteína animal generalmente se someten a un procesamiento térmico que elimina la mayoría de los patógenos, pero la recontaminación posterior al procesamiento puede ser una preocupación.

#### **2.6.1.1. Harina de pescado**

El pescado entero o los desechos de pescado pueden procesarse en las plantas de procesamiento de pescado para producir harina de pescado. La harina de pescado es una fuente de proteína altamente digerible y puede aumentar la ingesta de cerdos que consumen dietas con harina de pescado. La harina de pescado puede variar en contenido de nutrientes y palatabilidad según el tipo, la especie y la frescura del pescado (Briggs y Hines, 2022). Por este motivo,

la harina de pescado de alta calidad es una excelente fuente de aminoácidos (Anexo I) en las dietas de iniciación.

#### **2.6.1.2. Harina de huevo**

La harina de huevo es un subproducto de la industria procesadora de huevos y procede normalmente de huevos rotos y fisurados que no son aptos para el consumo humano. Para su obtención se elimina la cáscara y se pasteuriza la mezcla de yema y clara, en torno a una temperatura aproximada de 70 °C. El polvo que se obtiene debe ser negativo para *Salmonella*.

La harina de huevo es una fuente de proteína animal de excelente calidad, equilibrada en todos sus nutrientes, incluidos las vitaminas y los minerales. Contiene un 4,2% de humedad, 45-49% de proteína de alto valor biológico (Anexo II), y entre un 35 y 40% de grasa principalmente ácidos grasos mono y poliinsaturados. Además, la harina incluye una fracción importante de inmunoglobulinas (FEDNA,2020). Además, las gallinas pueden ser inmunizadas contra patógenos, como *Escherichia coli*, *enterotoxigénica* y los huevos hiperinmunizados sirven como fuente de anticuerpos específicos de patógenos (Da Rosa et al., 2014).

#### **2.6.1.3. Plasma sanguíneo**

La sangre animal secada por aspersión se fabrica a partir de sangre entera que contiene un anticoagulante. La proteína plasmática secada por aspersión se fabrica a partir de sangre a la que se le ha separado el plasma por centrifugación. Los glóbulos secos por aspersión son los glóbulos rojos que quedan después de la separación del plasma (Almeida et. al., 2013).

La digestibilidad ileal estandarizada de la lisina y la mayoría de los aminoácidos es alta, por encima del 95 al 95%. Sin embargo, la disponibilidad de lisina es reducido con el uso de calor excesivo en secado por aspersión productos de sangre. El perfil de aminoácidos se detalla en el Anexo III.

Los productos sanguíneos secados por aspersión pueden variar sustancialmente en composición y calidad según procedencia y métodos de procesamiento. La aplicación de calor es fundamental para eliminar patógenos.

#### **2.6.1.4. Mucosa intestinal hidrolizada**

La investigación ha indicado que la mucosa intestinal porcina, un subproducto de la producción de heparina, puede ser un reemplazo adecuado para la harina de pescado en las dietas de cerdos de destete (Jones et al., 2010). Los péptidos intestinales se derivan de los revestimientos de la mucosa de tripas de cerdo, que se recolectan en plantas empacadoras y se eliminan e hidrolizan, dando como resultado un material compuesto de péptidos de cadena pequeña.

Se ha observado que los cerdos pueden tener una mayor capacidad de absorción de aminoácidos en forma de péptido en lugar de proteínas intactas. (Myers et. al., 2014). Menegat et. al. (2019), también sostiene que los productos de mucosa intestinal porcina aportan pequeños péptidos que son fácilmente digeribles por los cerdos. La concentración de proteína cruda es alta (47 a 60%) y el perfil de aminoácidos es favorable (Anexo IV).

#### **2.6.2. Fuentes de proteína vegetal**

Las fuentes de proteína vegetal proporcionan la mayor parte de la proteína en las dietas porcinas. La harina de soya es la principal fuente de proteína para cerdos debido a su calidad superior y perfil de aminoácidos. La torta de soja es generalmente la base con la que se comparan las fuentes alternativas de proteínas vegetales.

### **2.6.2.1. Torta de soya**

La torta de soya es la fuente de proteína más importante en la nutrición de animales de granja probablemente debido a la alta calidad del perfil de aminoácidos y el suministro confiable. La torta de soya, representa alrededor de dos tercios de la producción mundial total de alimentos proteicos (USDA, 2013).

La harina de soya se produce a partir de soya descascarillada o descascarillada. La harina de soya descascarillada a menudo se denomina harina de soya rica en proteínas y contiene aproximadamente un 48 % de proteína cruda y un 3 % de contenido de lisina, mientras que la harina de soya descascarillada contiene aproximadamente un 44 % de proteína cruda y un 2,8 % de contenido de lisina y se denomina harina de soya baja en proteínas (NRC, 2012). La torta de soya debe tostarse para inactivar los inhibidores de tripsina inactivos que quedan después del proceso de extracción del aceite con solvente. En la soya descascarillada, la soya expulsada contiene aproximadamente un 6,6% de grasa; mientras que la soya extraída con disolvente contiene un 1,5 % de grasa. Otro aspecto atractivo de la harina de soya es su bajo contenido en fibra. La harina de soya descascarada tendrá aproximadamente de 8 a 9% fibra detergente neutra (FDN) o fibra mínimamente digerible. La harina de soya descascarillada contendrá del 10 al 14 % de NDF. Por la menor cantidad de inclusión de fibra y el mayor contenido de proteína y lisina, la harina de soya descascarillada es la mejor opción para dietas para cerdos en crecimiento (Anexo V).

### **2.6.2.2. Concentrado de soya**

El concentrado de proteína de soya se produce a partir de soya descascarillada y desaceitada (o copos de soya). La concentración de proteína aumenta eliminando la mayoría de los constituyentes no proteicos solubles. El

concentrado de proteína de soya contiene al menos un 65 % de proteína cruda (Anexo VI) (NRC, 2012).

Durante el procesamiento del concentrado y aislado de proteína de soya, las proteínas alergénicas y los carbohidratos no digeribles de la soya se eliminan en su mayoría (Stein et al., 2016). Sin embargo, el factor anti nutricional inhibidor de la tripsina podría estar presente en mayores cantidades en comparación con la harina de soja porque el procesamiento no implica necesariamente un tratamiento térmico.

Durante el proceso los factores potencialmente anti nutritivos en animales jóvenes, especialmente los oligosacáridos, son transformados en parte dando lugar a componentes no perjudiciales o incluso beneficiosos, tal como ácido láctico, de interés en edades tempranas. En función del proceso utilizado, el contenido en proteína del producto final alcanza hasta un 62-65% (caso de los concentrados por extracción) o un 52-55% (caso de los concentrados por fermentación) (FEDNA, 2020).

### **2.6.2.3. Caseína**

La caseína se encuentra en la leche en forma de un complejo soluble de calcio y fósforo. Representa un 80% de la proteína presente en la leche de bovinos, mientras que dicho porcentaje es sensiblemente menor (50%) en la leche de cerda. (FEDNA, 2020). Es fácilmente digestible y su presencia facilita la formación del coágulo, el vaciado del estómago y la digestibilidad de la dieta.

A nivel mundial existen diversos productos o concentrados de caseína. En todos los casos, el control de calidad exige conocer el origen, el proceso de fabricación y el tipo de caseinato obtenido ya que de ellos dependerá su aporte nutricional (Anexo VII).

### **III. DESARROLLO DEL TRABAJO**

Desde enero del 2019 me he especializado en la asesoría técnica para productos nutricionales en todo el ámbito nacional. Dicho servicio no solo es un neto tema comercial, sino también, un acompañamiento técnico a la venta de los insumos para la elaboración de alimentos de monogástricos. Dicho servicio incluye análisis, formulación y acompañamiento de las dietas en cada explotación pecuaria.

En el rubro porcino, según cálculos de la Asociación Peruana de Porcicultores, hay 600 000 productores de carne de cerdo en Perú. De estos productores, el 76% pertenecen al segmento rural o de consumo propio y producen cerca de 48.000 toneladas de carne de cerdo (20% de la producción anual), el equivalente a 150 000 cerdas. Asimismo, se estima que 12.000 toneladas de carne de cerdo (5% de la producción anual) se producen en cría semi-intensiva, el equivalente a 8.724 cerdas. Mientras tanto, la cría intensiva produce 180 000 toneladas (75% de la producción anual), lo que equivale a 87 240 cerdas. Este último tipo de crianza es el principal foco para la empresa, ya que es en estas condiciones en las cuales los productos pueden expresarse de mejor manera (nutrición, bioseguridad, manejo). Ante esto, la industria peruana ha venido innovando en la comercialización de insumos nutricionales de lata especialidad para etapas pre iniciales de lechones.

#### **3.1. Problemática encontrada**

Un alto porcentaje de las granjas dedicadas a la crianza intensiva de cerdos no cuentan con un nutricionista en planilla, por lo general, se prestan servicio de los laboratorios con los cuales tienen relaciones comerciales. Es aquí donde el puesto de Técnico de Nutrición cobra un rol importante ya que termina de cerrar la venta incluyendo dentro de la formulación el uso de productos que generen un retorno a la inversión favorable para su cliente.

En los últimos 3 años la variabilidad de precios de las materias primas proteicas ha venido en incremento debido a múltiples factores (climáticos, políticos, sanitarios), razón por la cual los productores han estado buscando fuentes alternativas de estas para poder cumplir sus objetivos planteados como empresa. Sumado a esto, el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) ha intensificado las auditorías y fiscalizaciones a los productores para mitigar el grado de contaminación que se emite en las granjas porcícolas. Estos dos factores han desencadenado que la búsqueda de proteínas de alta digestibilidad para etapas pre iniciales de lechones se vea en aumento, no solo por mejorar los parámetros zootécnicos, sino también, por reducir la excreción de Nitrógeno por medio de la orina.

Muchos de nuestros clientes denominados “medianos” (300 a 700 madres) presentan fórmulas con niveles altos de PC por encima de 21% y con problemas de diarrea en las primeras fases post destete que pueden atribuirse a este nivel de proteína que termina siendo sustrato para bacterias no benéficas para el lechón.

Hasta el momento, si bien existen alternativas de proteínas de alta digestibilidad, el mercado no está del todo abastecido por lo que siempre se viene evaluando este tipo de insumos a nivel experimental en granjas porcinas.

### **3.2. Aporte de soluciones**

La reformulación de dietas es un aporte importante para poder corregir de manera relativamente rápida algunos desbalances que podamos observar a nivel de campo. Adicionalmente el detectar esta oportunidad de negocio en nuestro sector nos permite poder evaluar la importación oportuna de estas fuentes de proteína alternativas de alta digestibilidad para poder cubrir la demanda existente de las mismas en nuestro país.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. Fuentes y niveles de proteína sobre su relación con el desempeño zootécnico de lechones**

La elección de la fuente de proteína de la dieta es importante debido a que afectará directamente el resultado productivo. Zhong et. al (2017), demostraron que, los resultados productivos como conversión alimenticia, peso final y consumo de alimento en materia seca, eran significativamente mejores con el uso de una fuente de proteína a base de soya o caseína en comparación al uso de granos secos por destilería con soluble o en sus siglas en inglés DDGS (Anexo VIII). Dicho resultado concuerda con lo mostrado en el Anexo IX que demuestra que las dietas con caseína donde los lechones tienen una mejor ganancia diaria de peso y una mejor relación de conversión. Es importante resaltar que Hu et. al. (2022) detallan que las dietas experimentales contenían una proteína a concentración estándar (PC 17,5% digestibilidad ileal estandarizada, SID) o una baja concentración de proteínas (PC 14,8%, SID). En este contexto los mejores parámetros fueron encontrados en dietas con proteínas a concentración estándar.

En el meta – análisis desarrollado por Gonzáles et. al, (2014), concluyen que reducir el contenido de PC en la dieta de cerdos de iniciación hasta 14,5 % de un nivel estándar de 20.5% afecta adversamente algunas variables productivas como ganancia de peso, conversión alimenticia y ganancia de carne magra; sin embargo, Para las variables Consumo diario de alimento y Peso final no hubo diferencias cuando disminuyó la proteína, lo que coincide con los resultados obtenidos por Trujillo et al. (2007) ambos estudios realizados con combinaciones de torta de soya y sorgo.

### **4.2. Fuentes y niveles de proteína sobre su relación con la salud intestinal**

La dieta parece ser un factor importante que controla la composición y las actividades metabólicas de la microbiota gastrointestinal de los animales monogástricos y, dentro de ella, la fuente de proteína juega un rol circunstancial. Por lo tanto, es fundamental comprender las interacciones entre el huésped, la dieta y la microbiota intestinal.

Rist et. al., (2013), concluyen que, aunque los resultados no siempre fueron consistentes para determinar las poblaciones de bacterias, parece que evitar que cantidades excesivas de proteína lleguen al tracto gastro intestinal inferior puede reducir la incidencia de diarrea post destete e inhibir la proliferación de bacterias patógenas, especialmente en lechones criados en condiciones de estrés nutricional y ambiental.

Cabe resaltar que, la mayoría de los estudios utilizaron técnicas de recuento de bacterias basadas en cultivos, mientras que solo unos pocos estudios se basaron en métodos moleculares para la evaluación cuantitativa de bacterias. Mediante el uso de métodos más sensibles e independientes del cultivo se podría reducir al menos parte de la variación entre los resultados de diferentes estudios.

Por otro lado, Wu et. al. (2015) concluyen que, en una dieta libre de antibióticos, la fórmula que contenía 17 % de PC proporcionó un mejor rendimiento de crecimiento y disminuyó la incidencia de diarrea en lechones destetados de 21 a 35 días en comparación con grupos con mayor contenido de PC (19 o 23,7 %) independientemente de las fuentes de proteína (Anexo X).

### **4.3. Fuentes y niveles de proteína sobre su relación con el impacto ambiental**

Es posible medir la relación del contenido de proteína en base a la excreción de amoníaco de los cerdos, en ese sentido en un estudio realizado por Gonzales et.al. (2014), la concentración de urea en plasma disminuyó cuando se redujo el nivel de PB en la dieta, observándose una reducción considerable cuando bajó de 20,9 a 18,5 % PB (23,686 a 10,873 mg dL<sup>-1</sup>), similar a la observada con el cambio de 17,4 a 14,5 % PB (16,695 a 5,513 mg dL<sup>-1</sup>) que se puede constatar en el Anexo XI.

Una menor concentración de urea se relaciona con la disminución en la producción de calor metabólico asociado con la síntesis y excreción de úrea proveniente del

exceso de aminoácidos (Kerr et al., 2003), lo que indica una mejor utilización del nitrógeno por los cerdos alimentados con dietas bajas en proteína suplementadas con aminoácidos sintéticos.

## V. CONCLUSIONES

- La reducción hasta en 3 puntos porcentuales del nivel de proteína en dietas post destete suplementado con aminoácidos sintéticos no altera los parámetros zootécnicos.
- La reducción de 1% en la proteína cruda de la dieta puede reducir el nivel de excreción de amoníaco hasta en un 10% en heces y orina.
- La reducción del nivel de proteína puede disminuir hasta en un 30% el nivel de incidencia de diarrea debido a una menor cantidad de proteína que no se fermenta y sirve de cultivo para bacterias como *E. coli*, entre otras bacterias.
- Menores niveles de proteína en la dieta evidencian un menor nivel de nitrógeno a nivel de plasma sanguíneo y, por ende, una reducción del amonio emitido al ambiente.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Usar fuentes de proteína de alta digestibilidad para poder dar un mejor aporte de aminoácidos y reducir la cantidad de proteína cruda de la dieta para evitar desbalances de la microflora intestinal y problemas de diarreas en las primeras etapas de vida.
- Aplicar el concepto de proteína ideal junto a la suplementación de aminoácidos sintéticos para reducir los niveles de proteína cruda de la dieta.
- Limitar el uso de Torta de soya, y derivados, en dietas pre-iniciales debido a sus factores anti-nutricionales.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aarnink A, Verstegen, M. (2007). Nutrition, key factor to reduce environmental load from pig production. *Livest Sci*;109:194–203.

Aguilera M., Reis T., Landín G., Borbolla A., Aguilera A. (2006). Digestibility of nutrients in piglets fed diets with isolated or concentrate soy protein. *Téc Pecu Méx* ;44(3):301-311

Almeida, F., Htoo, J., Thomson H y Stein.H., (2013). Comparative amino acid digestibility in US blood products fed to weanling pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.* 181:80-86.

Carrasco S. (2021). Peruvian Pork Industry Analysis. Ministry of Foreign Affairs of Den Mark.. Extraído de:

<https://thetradecouncil.dk/publikationer/market-study-on-the-peruvian-pork-industry>

Cervantes H., Mariscal G., Aguilera A., Reis T., (2007). Digestibilidad de la proteína y energía en dietas para lechones, complementadas con tres diferentes tipos de suero de leche deshidratado. *Veterinaria México*, 38(2):141-151.

CherianG., (14 de abril 2019). A guide to the principles of Animal Nutrition – Oregon State University. Extraído de:

<https://open.oregonstate.education/animalnutrition/>

Da Rosa, D. P., M. M. Vieira, A. M. Kessler, T. M. de Moura, A. P. G. Frazzon, C. M. McManus, F. R. Marx, R. Melchior, and A. M. L. Ribeiro. (2015). Efficacy of hyperimmunized hen egg yolks in the control of diarrhea in newly weaned piglets. *Food and Agricultural Immunology*. 26:622-634. doi:10.1080/09540105.2014.998639

Einarson M., Jojumsen A., Mette A., Jacobsen C (Junio del 2019). Nordic Centre of Excellence Network in Fishmeal and Fish oil. Extraído de:

[https://www.researchgate.net/publication/333729916\\_Nordic\\_Centre\\_of\\_Excellence\\_Network\\_in\\_Fishmeal\\_and\\_Fish\\_oil](https://www.researchgate.net/publication/333729916_Nordic_Centre_of_Excellence_Network_in_Fishmeal_and_Fish_oil)

Fang, L. H., Jin, Y. H., Do, S. H., Hong, J. S., Kim, B. O., Han, T. H., & Kim, Y. Y. (2019). Effects of dietary energy and crude protein levels on growth performance, blood profiles, and nutrient digestibility in weaning pigs. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 32(4), 556–563. <https://doi.org/10.5713/ajas.18.0294>.

FEDNA (2020). Tablas de ingredientes para piensos. Extraído de : [https://www.fundacionfedna.org/ingredientes\\_para\\_piensos/harina-huevo#:~:text=La%20harina%20de%20huevo%20es%20una%20fuente%20de%20prote%C3%ADna%20animal,%C3%A1cidos%20grasos%20mono%20y%20poliinsaturados](https://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/harina-huevo#:~:text=La%20harina%20de%20huevo%20es%20una%20fuente%20de%20prote%C3%ADna%20animal,%C3%A1cidos%20grasos%20mono%20y%20poliinsaturados)

Gloaguen M, Le Floc'H N, Corrent E, Primot Y, van Milgen J. (2014). The use of free amino acids allows formulating very low crude protein diets for piglets. *J Anim Sci.* 92:637–44.

González R., Figueroa V., Vaquera H., Sanchez M., Ortega C., Cordero M., Copado B., Narciso G. (2014). Protein levels for a nursery pigs: A Meta – Analysis. *Arch. Zootec.* 63 (242): 315-325.

Gresse, R., Chaucheyras-Durand, F., Fleury, M. A., Van de Wiele, T., Forano, E., & Blanquet-Diot, S. (2017). Gut microbiota dysbiosis in postweaning piglets: Understanding the keys to health. *Trends in Microbiology*, 25(10), 851–873. <https://doi.org/10.1016/j.tim.2017.05.004>

Gutiérrez F, Zaldívar J, Contreras C. (2009). Coeficientes de digestibilidad aparente de harina de pescado peruana y maíz amarillo duro para *Colossoma macropomum* (Actinopterygii, Characidae). *Rev. Peru. Biol.*; 15(2): 111- 115

Haffner J., Kahrs D., Limper J., Mol J., Peisker M., Williams P. (2000). Aminoacid in animal nutrition. *Arbeitsgemeinschaft für Wirkstoffe in der Tierernährung e.V. (AWT)*.

Heo, J. M., F. O. Opapeju, J. R. Pluske, J. C. Kim, D. J. Hampson, and C. M. Nyachoti. (2013). Gastrointestinal health and function in weaned pigs: A review of feeding strategies to control postweaning diarrhoea without using in-feed antimicrobial compounds. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition.* 97:207-37. doi:10.1111/j.1439-0396.2012.01284.x

Hu N., Zhiwen S., Pan L., Qin G., Zhao Y., Bao M. (2022). Effects of protein content and the inclusion of protein sources with different amino acid release dynamics on the nitrogen utilization of weaned piglets. *Anim Biosci.* Vol. 35, No. 2:260

Jones, C. K., J. M. DeRouchey, J. L. Nelssen, M. D. Tokach, S. S. Dritz, and R. D. Goodband. (2010). Effects of fermented soybean meal and specialty animal protein sources on nursery pig performance. *Journal of Animal Science.* 88:1725–1732. doi:10.2527/jas.2009-2110

Li R., Chang L.Hou G., Zong Z., Fan Z., He X. (2019). Different dietary protein sources in low protein diets regulate colonic microbiota and barrier function in a piglet model. *Food Funct* 10:6417-28.

Lynegaard, J.C.; Kjeldsen, N.J.; Bache, J.K.; Weber, N.R.; Hansen, C.F.; Nielsen, J.P.; Amdi, C. (2021) Low protein diets without medicinal zinc oxide for weaned pigs reduced diarrhoea treatments and average daily gain. *Animal* Vol. 15, 100075.

Mantovani G. (2005). Protein revaluation: Key to healthier weaner diets. Extraído de: <https://www.pigprogress.net/specials/protein-revaluation-key-to-healthier-weaner-diets/>

Menegat, Mariana B., Robert D. Goodband, Joel M. DeRouchey, Mike D. Tokach, Jason C. Woodworth, and Steve S. Dritz. (2019). Kansas State University Swine Nutrition Guide: Protein Sources for Swine Diets.

Mitchell H. (1964) Comparative nutrition of man and domestic animals. New York: Academic Press.

Myers A., Goodband R., Tokach M., Dritz S., De Rouchery J., Nelseen J. (2014). American Society of Animal Science. All rights reserved. *J. Anim. Sci.* 2014.92:783–792 doi:10.2527/jas2013-6551

NRC (2012). Nutrient Requirement of Swine: Eleventh Revised Edition. National Academy Press, Washington DC, USA pp239 -368.

O’Sullivan, G. C.; Kelly, P.; O’Halloran, S.; Collins, C.; Collins, J. K.; Dunne, C.; Shanahan, F., 2005: Probiotics: an emerging therapy. *Current Pharmaceutical Design* 11, 3– 10.

Portejoie S, Dourmad J, Martinez J, Lebreton Y. (2004). Effect of lowering dietary crude protein on nitrogen excretion, manure composition and ammonia emission from fattening pigs. *Livest Prod Sci.* 91:45–55

Portune, K. J., Beaumont, M., Davila, A. M., Tome, D., Blachier, F., & Sanz, Y. (2016). Gut microbiota role in dietary protein metabolism and health-related outcomes: The two sides of the coin. *Trends in Food Science & Technology*, 57, 213–232. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.08.011>

Pieper, R., Kroger, S., Richter, J. F., Wang, J., Martin, L., Bindelle, J., Htoo, J. K., von Smolinski, D., Vahjen, W., Zentek, J., & Van Kessel, A. G. (2012). Fermentable fiber ameliorates fermentable protein-induced changes in microbial ecology, but not the mucosal response, in the colon of piglets. *Journal of Nutrition*, 142(4), 661–667. <https://doi.org/10.3945/jn.111.156190>

Rist V., Weis E., Eklund M., Mosenthin N., (2013). Impact of dietary protein on microbiota composition and activity in the gastrointestinal tract of piglets in relation to gut health: a review *Institute of Animal Nutrition, University of Hohenheim, 70593 Stuttgart, Germany Animal*, page 1 of 12 & The Animal Consortium. doi:10.1017/S1751731113000062

Rostagno H., Teixeira L., Hannas M., Donzele J., Sakomura N., Perazzo F., Saraiva A., Teixeira M., Borges P., Oliveira R., Toledo S., Oliveira C. (2017). *Tablas Brasileñas para aves y cerdos. Composición de Alimentos y Requerimientos Nutricionales 4ta edición.*

Salgado P, Freire JPB, Mourato M, Cabral F, Toullec R, Lallès JP (2002). Comparative effects of different legume protein sources in weaned piglets: nutrient digestibility, intestinal morphology and digestive enzymes. *Livest Prod Sci* ;74:191- 202.

Stein, H. H., L. V. Lagos, and G. A. Casas. (2016). Nutritional value of feed ingredients of plant origin fed to pigs. *Animal Feed Science and Technology*. 218:33–69. doi:10.1016/j.anifeedsci. 2016.05.003.

Trujillo, J.E.; Figueroa, J.L.; Martínez, M.; Zamora, V.; Cordero, J.L.; Sánchez-Torres, M.T.; Cuca, M. and Cervantes, M. 2007. Plasma urea concentration and growth performance of nursery pigs fed sorghum-soybean meal, lowprotein diets. *Agrociencia*, 41: 597-607

USDA. (2013). Ample soybean world supplies to boost EU – 27 soybean meal consumption. Extraído de:  
[https://www.researchgate.net/publication/272479939\\_Alternative\\_protein\\_sources\\_to\\_soybean\\_meal\\_in\\_pig\\_diets#:~:text=USDA%20Foreign%20Agricultural,2013.pdf](https://www.researchgate.net/publication/272479939_Alternative_protein_sources_to_soybean_meal_in_pig_diets#:~:text=USDA%20Foreign%20Agricultural,2013.pdf)

Van M., Dourmad J. (2015) Concept and application of ideal protein for pigs. *Journal of Animal Science and Biotechnology* 6:15 DOI 10.1186/s40104-015-0016-1

Wang Y., Zhou J., Wang G., Cai S., Zeng X., Qiao S. (2018). Advances in low protein for swine. *Journal of Animal Science and Biotechnology* 9:60

Weary, D.M., Jasper, J. & Hotzel, M. J. (2008). Understanding weaning distress. *Appl Anim Behav Sci*, vol 110, no.1

Webb J, Broomfield M, Jones S, Donovan B. (2014). Ammonia and odour emissions from UK pig farms and nitrogen leaching from outdoor pig production. A review. *Sci Total Environ*; 470:865–75

Wu Y., Jiang Z., Zheng C., Wang L., Zhu C., Yang X., Wen X., Ma X. (2015). Effects of protein sources and levels in antibiotic-free diets on diarrhea, intestinal morphology, and expression of tight junctions in weaned piglets. 2405-6545/& 2015 Chinese Association of Animal Science and Veterinary Medicine.

Yin J., Wu M., Xiao H., Ren W., Duan J., Yang G. (2014). Development of an antioxidant system after early weaning in piglets. *J Anim Sci* 92:612-9

Yu D., Zhu W. & Hang S. (2019). Effects of low-protein diet on the intestinal morphology, digestive enzyme activity, blood urea nitrogen, and gut microbiota and metabolites in weaned pigs, *Archives of Animal Nutrition*, 73:4, 287-305, DOI: 10.1080/1745039X.2019.1614849

Zhang L., Piao X. (2022). Different dietary protein sources influence growth performance, antioxidant capacity, immunity, fecal microbiota and metabolites in weaned piglets. *Animal Nutrition*; 8:71-81

Zhong R., Xia Q., Sun H. & Qin G. (2017). Effects of different sources of protein on the growth performance, blood chemistry and polypeptide profiles in the gastrointestinal tract

digesta of newly weaned piglets. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*;  
DOI: 10.1111/jpn.1260

## ANEXOS

**Anexo I:** Valores de aminoácidos y digestibilidad para aves y cerdos en Harina de Pescado.

<b>Aminoácidos y Digestibilidad</b>						
	Total	% PB	Aves		Cerdos	
			DIE <sup>1</sup>	Coef.	DIE <sup>1</sup>	Coef.
Proteína Bruta, %	63,8	100	55,7	87,3	55,9	87,6
Lisina, %	4,32	6,77	3,82	88,4	3,81	88,1
Metionina, %	1,60	2,51	1,45	90,7	1,40	87,2
Met + Cis, %	2,16	3,39	1,89	87,6	1,83	84,6
Treonina, %	2,58	4,04	2,25	87,3	2,19	84,9
Triptófano, %	0,61	0,96	0,53	86,4	0,51	84,4
Arginina, %	3,89	6,10	3,53	90,7	3,44	88,5
Gli + Ser, %	8,39	13,15	6,88	82,0	-	-
Valina, %	3,00	4,70	2,65	88,3	2,58	85,9
Isoleucina, %	2,42	3,79	2,21	91,3	2,13	88,2
Leucina, %	4,34	6,80	3,90	89,8	3,78	87,1
Histidina, %	1,29	2,02	1,13	87,3	1,10	85,0
Fenilalanina, %	2,35	3,68	2,12	90,2	2,03	86,3
Fen + Tir, %	4,21	6,60	3,72	88,5	3,63	86,3
Alanina, %	4,48	7,02	-	-	4,12	92,0
Cisteína, %	0,56	0,88	0,44	78,7	0,43	77,0
Tirosina, %	1,86	2,92	1,61	86,3	1,61	86,3
Glicina, %	5,38	8,43	4,41	82,0	4,79	89,0
Serina, %	3,01	4,72	2,47	82,0	2,74	91,0
Prolina, %	4,37	6,85	-	-	4,06	93,0
Glutamina <sup>2</sup> , %	2,84	4,45	2,56	90,0	2,67	94,0
Ácido Glutámico <sup>2</sup> , %	4,26	6,68	3,83	90,0	4,00	94,0
Asparagina <sup>2</sup> , %	2,09	3,28	1,71	82,0	1,84	88,0
Ácido Aspártico <sup>2</sup> , %	3,14	4,92	2,57	82,0	2,76	88,0
Nitrógeno Total (PB/6,25), %	10,2	16,0	8,90	87,3	8,94	87,6
Nitrógeno Esencial Aves, %	5,65	55,3*	4,99	88,4	-	-
Nitrógeno Esencial Cerdos, %	4,25	41,6*	-	-	3,68	86,6

<sup>1</sup>DIE = Digestibilidad Ileal Estandarizada. \*Nitrógeno esencial aves y cerdos calculado como porcentaje del nitrógeno total.

**Fuente: Rostagno et. al., (2017)**

**Anexo II:** Valores de aminoácidos y digestibilidad en cerdos de Harina de Huevo.

PORCINO						
AAs	Composición		DIA1		DIS2	
	(%PB)	(%)	(%PB)	(%)	(%PB)	(%)
Lys	7.05	3.31	92	3.05	93	3.08
Met	3.30	1.55	90	1.40	91	1.41
Met + Cys	5.70	2.68	91	2.44	92	2.46
Tre	5.06	2.38	90	2.14	92	2.19
Trp	1.64	0.77	91	0.70		0.72
Ile	5.40	2.54	93	2.36	93	2.36
Val	6.80	3.20	93	2.97	93	2.97
Arg	6.40	3.01	91	2.74	91	2.74

<sup>1</sup>Digestibilidad ileal aparente; <sup>2</sup>Digestibilidad ileal estandarizada;

**Fuente: FEDNA (2020)**

**Anexo III:** Valores de aminoácidos y digestibilidad para aves y cerdos en Plasma Sanguíneo

Aminoácidos y Digestibilidad						
	Total	% PB	Aves		Cerdos	
			DIE <sup>1</sup>	Coef	DIE <sup>1</sup>	Coef.
Proteína Bruta, %	71,7	100	66,4	92,5	68,5	95,5
Lisina, %	6,52	9,09	5,78	88,6	6,20	95,1
Metionina, %	0,89	1,24	0,78	88,1	0,83	93,5
Met + Cis, %	3,07	4,28	2,74	89,1	2,85	92,9
Treonina, %	4,47	6,23	4,04	90,4	4,13	92,5
Triptófano, %	1,31	1,83	1,13	86,4	1,18	90,2
Arginina, %	3,95	5,51	3,62	91,6	3,80	96,1
Gli + Ser, %	7,17	10,00	5,85	81,6	-	-
Valina, %	4,92	6,86	4,30	87,4	4,60	93,5
Isoleucina, %	2,26	3,15	2,01	89,1	2,02	89,5
Leucina, %	6,97	9,72	6,38	91,5	6,50	93,2
Histidina, %	2,21	3,08	1,97	89,2	2,10	95,1
Fenilalanina, %	3,9	5,44	3,61	92,5	3,64	93,3
Fen + Tir, %	6,97	9,72	6,58	94,4	6,48	93,0
Alanina, %	3,74	5,22	-	-	3,47	92,7
Cisteína, %	2,18	3,04	1,95	89,5	2,02	92,7
Tirosina, %	3,07	4,28	2,97	96,9	2,85	92,7
Glicina, %	2,64	3,68	-	-	2,39	90,7
Serina, %	4,53	6,32	-	-	4,29	94,7
Prolina, %	3,9	5,44	-	-	3,03	77,8
Glutamina <sup>2</sup> , %	3,96	5,52	-	-	3,73	94,1
Ácido Glutámico <sup>2</sup> , %	5,85	8,16	-	-	5,50	94,1
Asparagina <sup>2</sup> , %	2,99	4,17	-	-	2,77	92,7
Ácido Aspártico <sup>2</sup> , %	4,14	5,77	-	-	3,84	92,7
Nitrógeno Total (PB/6,25), %	11,5	16,0	10,6	92,5	11,0	95,5
Nitrógeno Esencial Aves, %	6,91	60,2*	6,14	88,8	-	-
Nitrógeno Esencial Cerdos, %	5,81	50,7*	-	-	5,41	93,2

<sup>1</sup>DIE = Digestibilidad Ileal Estandarizada.

\*Nitrógeno esencial aves y cerdos calculado como porcentaje del nitrógeno total.

**Fuente: Rostagno et. al., (2017)**

**Anexo IV:** Valores de aminoácidos y digestibilidad para aves y cerdos en Mucosa Intestinal Hidrolizada

	Aminoácidos y Digestibilidad					
	Total	% PB	Aves		Cerdos	
			DIE <sup>1</sup>	Coef.	DIE <sup>1</sup>	Coef.
Proteína Bruta, %	47,0	100	39,5	84,0	36,7	78,0
Lisina, %	2,60	5,53	2,24	86,1	1,97	75,9
Metionina, %	0,74	1,57	0,65	87,2	0,61	82,0
Met + Cis, %	1,12	2,38	0,96	84,5	0,91	80,0
Treonina, %	1,88	4,00	1,56	82,8	1,55	82,4
Triptófano, %	0,23	0,49	0,20	86,0	0,18	78,0
Arginina, %	3,61	7,68	3,21	89,1	2,97	82,5
Gli + Ser, %	8,40	17,90	7,14	85,0	-	-
Valina, %	2,22	4,72	1,97	88,9	1,82	81,8
Isoleucina, %	1,42	3,02	1,26	88,4	1,17	82,4
Leucina, %	3,47	7,38	3,09	89,1	2,86	82,5
Histidina, %	1,02	2,17	0,85	82,8	0,53	52,2
Fenilalanina, %	1,82	3,87	1,62	88,9	1,49	81,6
Fen + Tir, %	2,87	6,11	2,54	88,1	2,35	81,6
Alanina, %	3,54	7,53	-	-	2,69	76,0
Cisteína, %	0,38	0,81	0,31	81,8	0,3	78,0
Tirosina, %	1,05	2,23	0,92	87,3	0,86	81,6
Glicina, %	5,98	12,72	-	-	4,57	76,4
Serina, %	2,42	5,15	-	-	1,88	77,6
Prolina, %	4,02	8,55	-	-	2,66	66,1
Glutamina <sup>2</sup> , %	2,57	5,47	-	-	1,95	75,7
Ácido Glutámico <sup>2</sup> , %	3,55	7,55	-	-	2,69	75,7
Asparagina <sup>2</sup> , %	1,60	3,40	-	-	1,04	65,2
Ácido Aspártico <sup>2</sup> , %	2,39	5,09	-	-	1,56	65,2
Nitrógeno Total (PB/6,25), %	7,52	16,0	6,32	84,0	5,87	78,0
Nitrógeno Esencial Aves, %	4,67	62,1*	4,05	86,7	-	-
Nitrógeno Esencial Cerdos, %	3,32	44,2*	-	-	2,61	78,6

<sup>1</sup>DIE = Digestibilidad Ileal Estandarizada. \*Nitrógeno esencial aves y cerdos calculado como porcentaje del nitrógeno total.

**Fuente: Rostagno et. al., (2017)**

**Anexo V: Valores de aminoácidos y digestibilidad para aves y cerdos en Torta de soya**

Aminoácidos y Digestibilidad						
	Total	% PB	Aves		Cerdos	
			DIE <sup>1</sup>	Coef	DIE <sup>1</sup>	Coef.
Proteína Bruta, %	44,4	100	40,4	91,0	40,0	90,0
Lisina, %	2,74	6,17	2,48	90,6	2,47	90,1
Metionina, %	0,59	1,34	0,55	91,7	0,55	91,8
Met + Cis, %	1,25	2,81	1,11	89,1	1,14	90,3
Treonina, %	1,74	3,92	1,50	86,0	1,50	86,4
Triptófano, %	0,63	1,41	0,56	89,1	0,56	89,2
Arginina, %	3,28	7,38	3,04	92,8	3,08	94,0
Gli + Ser, %	4,33	9,76	3,58	82,7	-	-
Valina, %	2,17	4,89	1,91	87,8	1,91	88,1
Isoleucina, %	2,08	4,69	1,85	88,8	1,86	89,4
Leucina, %	3,43	7,73	3,06	89,1	3,05	89,0
Histidina, %	1,17	2,64	1,04	89,0	1,06	90,6
Fenilalanina, %	2,29	5,15	2,07	90,6	2,06	90,0
Fen + Tir, %	3,91	8,81	3,55	90,7	3,56	91,0
Alanina, %	1,99	4,47	1,68	84,6	1,73	86,9
Cisteína, %	0,66	1,47	0,56	84,8	0,59	89,6
Tirosina, %	1,62	3,66	1,43	88,3	1,45	89,8
Glicina, %	1,93	4,34	1,59	82,3	1,66	85,9
Serina, %	2,41	5,42	2,15	89,2	2,14	88,8
Glutamina <sup>2</sup> , %	3,85	8,68	3,55	92,2	3,47	90,3
Ácido Glutámico <sup>2</sup> , %	4,34	9,78	4,00	92,2	3,92	90,3
Asparagina <sup>2</sup> , %	2,10	4,74	1,87	88,8	1,86	88,8
Ácido Aspártico <sup>2</sup> , %	3,15	7,09	2,80	88,8	2,80	88,8
Nitrógeno Total (PB/6,25), %	7,10	16,0	6,46	91,0	6,39	90,0
Nitrógeno Esencial Aves, %	3,97	55,9*	3,53	88,9	-	-
Nitrógeno Esencial Cerdos, %	3,28	46,2*	-	-	2,95	89,8

<sup>1</sup>DIE = Digestibilidad Ileal Estandarizada. \*Nitrógeno esencial aves y cerdos calculado como porcentaje del nitrógeno total.

**Fuente: Rostagno et. al., (2017)**

**Anexo VI:** Valores de aminoácidos y digestibilidad para aves y cerdos en Concentrado de Soya

<b>Aminoácidos y Digestibilidad</b>						
	Total	% PB	Aves		Cerdos	
			DIE <sup>1</sup>	Coef.	DIE <sup>1</sup>	Coef.
Proteína Bruta, %	62,7	100	57,7	92,0	57,7	92,0
Lisina, %	4,04	6,44	3,79	93,9	3,62	89,6
Metionina, %	0,89	1,42	0,86	96,2	0,80	89,5
Met + Cis, %	1,85	2,95	1,65	89,3	1,64	88,5
Treonina, %	2,58	4,11	2,30	89,1	2,23	86,3
Triptófano, %	0,85	1,36	0,82	95,9	0,74	86,7
Arginina, %	4,80	7,66	4,56	95,0	4,68	97,5
Gli + Ser, %	6,40	10,2	4,90	76,6	-	-
Valina, %	3,15	5,02	2,86	90,9	2,83	89,7
Isoleucina, %	2,92	4,66	2,78	95,2	2,74	93,9
Leucina, %	4,89	7,80	4,56	93,2	4,64	94,8
Histidina, %	1,74	2,78	1,60	91,9	1,57	90,3
Fenilalanina, %	3,32	5,30	3,13	94,2	3,09	93,1
Fen + Tir, %	5,78	9,22	5,29	91,5	5,20	89,9
Alanina, %	2,80	4,47	2,58	92,3	2,51	89,5
Cisteína, %	0,96	1,53	0,80	82,9	0,84	87,5
Tirosina, %	2,46	3,92	2,16	87,8	2,11	85,6
Glicina, %	2,72	4,34	1,86	68,3	2,42	88,9
Serina, %	3,68	5,87	3,04	82,7	3,03	82,4
Glutamina <sup>2</sup> , %	5,54	8,84	5,45	98,4	5,14	92,8
Ácido Glutámico <sup>2</sup> , %	6,24	9,95	6,14	98,4	5,79	92,8
Asparagina <sup>2</sup> , %	2,94	4,69	2,77	94,1	2,67	90,9
Ácido Aspártico <sup>2</sup> , %	4,40	7,02	4,14	94,1	4,00	90,9
Nitrógeno Total (PB/6,25), %	10,0	16,0	9,20	92,0	9,20	92,0
Nitrógeno Esencial Aves, %	5,78	57,8*	5,32	92,0	-	-
Nitrógeno Esencial Cerdos, %	4,79	47,8*	-	-	4,36	91,0

<sup>1</sup>DIE = Digestibilidad Ileal Estandarizada. \*Nitrógeno esencial aves y cerdos calculado como porcentaje del nitrógeno total.

**Fuente: Rostagno et. al., (2017)**

**Anexo VII:** Valores de aminoácidos y digestibilidad para cerdos de Caseína

PORCINO

AAs	Composición		DIA1		DIS2		DR3	
	(%PB)	(%)	(%PB)	(%)	(%PB)	(%)	(%PB)	(%)
Lys	7.65	5.83	89	5.19	90	5.25	90	5.25
Met	2.20	1.68	90	1.51	91	1.53	92	1.54
Met + Cys	3.60	2.75	84	2.31	85	2.33	87	2.39
Tre	5.70	4.35	83	3.61	85	3.70	90	3.91
Trp	1.35	1.03	79	0.81	80	0.82	88	0.90
Ile	5.50	4.20	88	3.69	89	3.71	89	3.73
Val	6.50	4.96	87	4.31	88	4.36	90	4.46
Arg	5.10	3.89	90	3.50	92	3.58	93	3.62

1Digestibilidad ileal aparente; 2Digestibilidad ileal estandarizada; 3Digestibilidad real

**Fuente: FEDNA (2020)**

**Anexo VIII:** Efectos de las dietas con diferentes fuentes de proteína sobre el rendimiento del crecimiento, la digestibilidad aparente de los nutrientes animales recién destetados

Item	Dietas			SEM	P - value
	Soya bean	Casein	DDGS		
Growth performance					
Initial BW (kg)	17.43	17.40	17.32	0.257	0.950
Final BW (kg)	42.56 <sup>a</sup>	42.02 <sup>a</sup>	39.45 <sup>b</sup>	0.454	<0.001
ADG (kg/day)	0.87 <sup>a</sup>	0.85 <sup>a</sup>	0.76 <sup>b</sup>	0.016	0.001
DMI (kg/day)	1.43 <sup>a</sup>	1.42 <sup>a</sup>	1.37 <sup>b</sup>	0.015	0.024
FCR (DMI/ADG)	1.65 <sup>b</sup>	1.68 <sup>b</sup>	1.79 <sup>a</sup>	0.034	0.025
Digestibilidad aparente de los nutrientes en el tracto intestinal, %					
DM	84.91 <sup>ab</sup>	86.45 <sup>a</sup>	83.49 <sup>b</sup>	0.761	0.047
Fat	52.47	53.95	45.85	4.157	0.364
CP	70.04	62.90	67.00	3.143	0.301
Ash	70.55 <sup>a</sup>	69.63 <sup>a</sup>	52.24 <sup>b</sup>	2.981	<0.001
Crude protein	80.23 <sup>ab</sup>	82.97 <sup>a</sup>	77.98 <sup>b</sup>	0.974	0.008

Los valores con diferentes letras en superíndice en la misma fila dentro de un grupo de tratamiento difieren significativamente ( $p < 0,05$ ). FCR, índice de conversión alimenticia; BW, Peso corporal; GMD, ganancia media diaria; DMI, Ingesta de materia seca

**Fuente: Zhong et. al.,( 2017)**

**Anexo IX:** Desempeño de crecimiento de lechones alimentados con dietas con diferente contenido y fuente de proteína

Parámetro	Fuente de Proteína			Contenido de proteína		Dietas						SEM			p-value		
	CAS	Blend	CGM	Normal	Low	NCAS	NBlend	NCGM	LCAS	LBlend	LCGM	Source	Content	S×C			
Initial BW (kg)	7.49	7.46	7.42	7.45	7.47	7.48	7.49	7.38	7.50	7.43	7.47	0.087	0.947	0.932	0.942		
Final BW (kg)	16.78 <sup>a</sup>	16.68 <sup>a</sup>	15.96 <sup>b</sup>	17.07	15.87	17.43	17.25	16.53	16.12	16.12	15.38	0.108	0.012	<0.01	0.941		
ADFI (g/d)	503	500	494	501	497	503	501	498	502	499	490	2.179	0.297	0.406	0.743		
ADG (g/d)	344 <sup>a</sup>	342 <sup>a</sup>	316 <sup>b</sup>	356	311	368	362	339	319	322	293	3.139	<0.01	<0.01	0.839		
G:F ratio	0.684 <sup>a</sup>	0.683 <sup>a</sup>	0.639 <sup>b</sup>	0.711	0.626	0.732	0.721	0.680	0.636	0.645	0.598	0.005	<0.01	<0.01	0.692		

NCAS, dieta con contenido proteico normal, a base de caseína; NBlend, dieta con contenido normal de proteínas, a base de caseína y harina de gluten de maíz; NCGM, dieta con contenido proteico normal, a base de harina de gluten de maíz; LCAS, dieta con bajo contenido proteico, a base de caseína; LBlend, dieta con bajo contenido proteico, a base de caseína y harina de gluten de maíz; LCGM, dieta con bajo contenido proteico, a base de harina de gluten de maíz; SEM, errores estándar de la media; PC, peso corporal; ADFI, ingesta media diaria de alimento; GMD: ganancia media diaria; Relación G:F: relación ganancia-alimentación. a,b Dentro de la misma fila, diferentes letras en superíndice representan diferencias significativas con respecto al contenido de proteína, la fuente o ambos ( $p < 0.05$ ).

**Fuente: Hu et. al.,( 2022)**

**Anexo X: Efectos de diferentes fuentes y niveles de proteína dietética en dietas libres de antibióticos sobre la morfología intestinal de lechones destetados**

Variable	Control	SPC19	FM19	SPC23	FM23	SEM	<i>P</i> -value <sup>2</sup>				
							Diets	Basal	Source	Level	Source ~ level
Initial BW, kg	5.98	6.00	5.99	5.97	5.98	0.14	0.999	0.951	0.974	0.886	0.949
Final BW, kg	7.48a	6.57b	6.73ab	6.33b	6.28b	0.19	0.001	0.001	0.758	0.077	0.580
ADG, g	107a	39.71b	53.15ab	37.46b	25.60b	13	0.003	0.001	0.956	0.303	0.380
ADFI, g	197	169	174	178	155	13	0.293	0.073	0.491	0.734	0.294
G:F	0.56a	0.30ab	0.29ab	0.24ab	0.18b	0.07	0.011	0.001	0.659	0.249	0.752
Diarrhea incidence, %	24.6c	47.2ab	40.1b	53.6a	56.2a	1.99	0.001	0.001	0.272	0.001	0.021

SPC: proteína concentrada de soya; FM: harina de pescado. a,b,c Dentro de una fila, los valores sin un superíndice común difieren ( $P < 0.05$ ), las comparaciones son de contrastes ortogonales. 1 Dieta control control de 17% PB; SPC19 ¼ 19% PB dietas formuladas con más concentrado de proteína de soya; FM19: Dietas con 19% PC formuladas con más harina de pescado; SPC23: dietas con 23,7% PB formuladas con más concentrado de proteína de soya; FM23:23,7% PB dietas formuladas con más harina de pescado. 2 dietas, las cinco dietas; Basal, control en comparación con dietas suplementadas; Fuente, proteína adicional de soya o pescado; Nivel, 19 y 23,7%. Los valores son medias de mínimos cuadrados para 6 réplicas por tratamiento.

**Fuente: Wu et. al.,( 2015)**

**Anexo XI:** Meta-análisis del efecto de nivel de proteína bruta incluida en la dieta sobre las características de la canal y concentración de urea en plasma en cerdos en fase starter

PB	GD	AML	PCM	Úrea
14,5	0,3221	9,4186	44,7903	5,5133d
16,0	0,3205	10,102	44,9320	10,5266c
16,5	0,2838	10,456	44,5715	5,3611d
17,4	0,3319	9,9904	46,1071	16,6955b
18,5	0,2726	9,7809	44,9227	10,8731c
20,5	0,3099	9,7876	44,7312	22,5921a
20,9	0,2957	10,096	44,5992	23,6867a

abcMedias de tratamiento o efecto principal con distinta literal indica diferencias estadísticas (p<0,05).

PB= proteína bruta (%); GD= grasa dorsal final (cm); AML= área de músculo Longissimus (cm<sup>2</sup>); PCM= porcentaje de carne magra; Urea= concentración de urea en plasma (100 mL<sup>-1</sup>).

**Fuente: Gonzáles et. al. (2014)**