

UCUENCA

Universidad de Cuenca

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Efecto de dos fuentes proteicas alternativas en la etapa de preinicio de pollos de engorde sobre su productividad y costos de producción

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Médico Veterinario Zootecnista

Autores:

Stalin Rafael Quintuña Peñafiel

Nathaly Estefanía Sinchi Torres

Director:

Diego Fernando Rodríguez Saldaña

ORCID:  0000-0001-7143-4250

Cuenca, Ecuador

2024-10-25

Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de dos fuentes proteicas alternativas a la pasta de soya en la dieta de pollos de engorde: plasma deshidratado y harina de subproductos avícolas en la etapa de preinicio. Se emplearon 777 pollos Cobb 500 de un día de edad, con un peso promedio de $40\text{ g} \pm 4$, distribuidos en tres tratamientos con siete repeticiones. Los tratamientos fueron: Dieta vegetal (T1), Plasma deshidratado al 3% (T2) y Harina de subproductos avícolas al 5% (T3). Se evaluaron indicadores productivos tales como el peso corporal, consumo semanal y acumulado, índice de conversión alimenticia, mortalidad semanal y acumulada, rendimiento a la canal e índice de eficiencia europea. También se analizaron indicadores económicos, como los costos de producción y rentabilidad. Durante el experimento, se presentó un desafío ambiental significativo que condujo a una alta mortalidad por síndrome ascítico. En cuanto a los resultados, se observó una ganancia de peso mayor en los pollos alimentados con el T2 durante la cuarta semana ($P<0,05$), lo que indicó un aprovechamiento más eficiente de esa dieta. Por otro lado, los pollos de T3 mostraron la tasa de mortalidad más baja a lo largo del estudio. En el rendimiento a la canal, los pollos del T2 alcanzaron los mayores pesos tanto en canal completa como en peso vivo, no se encontraron diferencias significativas en las demás variables productivas. Desde una perspectiva económica, no se obtuvo rentabilidad, debido a que el T2 fue el más costoso a pesar de que el plasma deshidratado solo se administró durante la primera semana, mientras que el T3 tuvo el menor costo de producción. En conclusión, la adición de plasma deshidratado en la dieta inicial de pollos de engorde tuvo efectos positivos en el rendimiento durante la exposición a condiciones desafiantes, sin embargo, no hubo retorno económico importante.

Palabras clave del autor: plasma deshidratado, desempeño productivo, desafío ambiental, rentabilidad



El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Cuenca ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por la propiedad intelectual y los derechos de autor.

Repositorio Institucional: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

Abstract

The objective of this study was to evaluate the effect of two alternative protein sources to soybean meal in the diet of broiler chickens: dehydrated plasma and poultry by-product meal during the pre-starter phase. A total of 777 one-day-old Cobb 500 broiler chickens with an average weight of 40 g \pm 4 were used, distributed across three treatments with seven replicates. The treatments were: a plant-based diet (T1), dehydrated plasma at 3% (T2), and poultry by-product meal at 5% (T3). Productive indicators such as body weight, weekly and cumulative feed intake, feed conversion ratio, weekly and cumulative mortality, carcass yield, and European efficiency index were evaluated. Economic indicators such as production costs and profitability were also analyzed. During the experiment, a significant environmental challenge led to high mortality due to ascites syndrome. In terms of results, chickens fed T2 had higher weight gain during the fourth week ($P<0.05$), indicating a more efficient utilization of that diet. On the other hand, chickens from T3 exhibited the lowest mortality rate throughout the study. Regarding carcass yield, chickens from T2 achieved the highest weights in both whole carcass and live weight, with no significant differences found in the other productive variables. From an economic perspective, no profitability was achieved, as T2 was the most expensive despite the fact that dehydrated plasma was only administered during the first week, while T3 had the lowest production cost. In conclusion, the addition of dehydrated plasma in the initial diet of broiler chickens had positive effects on performance under challenging conditions; however, there was no significant economic return.

Author Keywords: dehydrated plasma, productive performance, environmental challenge, profitability



The content of this work corresponds to the right of expression of the authors and does not compromise the institutional thinking of the University of Cuenca, nor does it release its responsibility before third parties. The authors assume responsibility for the intellectual property and copyrights.

Institutional Repository: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

Índice de contenido

Resumen	2
Abstract	3
Índice de contenido	4
Índice de figuras	6
Índice de tablas	7
Índice de anexos	9
Agradecimientos	10
Dedicatoria	11
1. Introducción	12
2. Objetivos	14
2.1. Objetivo general	14
2.2. Objetivos específicos	14
3. Abreviaturas	15
4. Revisión de Literatura	16
4.1. Antecedentes	16
4.2. Etapa de preinicio	16
4.3. Exigencias nutricionales en el pollo de engorde	17
4.4. Fuentes proteicas en nutrición de pollos de engorde	18
4.4.1. Fuentes de origen vegetal	19
4.4.1.1. Soya	19
4.4.2. Fuentes de origen animal	20
4.4.2.1. Harina de subproductos avícolas	21
4.4.3. Plasma deshidratado	22
4.4.3.1. Proceso	23
4.4.3.2. Composición química del plasma animal secado por aspersión	25
4.4.3.1. Mecanismo de acción del plasma deshidratado	26
4.4.3.2. Beneficios de inclusión de plasma en dietas de preinicio	28
4.4.3.3. Efectos en productividad y salud intestinal	28
4.5. Comparación entre diferentes fuentes proteicas y su aporte nutricional y energético	28
4.6. Investigación y desarrollo del uso de SDP en dietas para pollos de engorde	31
5. Materiales y Métodos	32
5.1. Área de estudio	32
5.1.1. Tratamientos	32
5.1.2. Distribución de las unidades experimentales	35

5.1.3.	Criterios de inclusión y exclusión	35
5.1.4.	Variables.....	36
5.1.4.1.	Variable independiente	36
5.1.4.2.	Variables dependientes	36
5.1.5.	Metodología de medición y toma de datos.....	37
5.1.5.1.	Peso corporal	37
5.1.5.2.	Coeficiente de variación (CV)	37
5.1.5.3.	Consumo de alimento semanal y acumulado.....	37
5.1.5.4.	Índice de conversión.....	38
5.1.5.5.	Mortalidad total	38
5.1.5.6.	Rendimiento de la canal	38
5.1.5.7.	Costos de producción y análisis económico.....	38
5.1.5.8.	Índice de eficiencia europeo, o factor europeo de eficiencia productiva (IEE o FEEP) 39	
5.1.6.	Diseño experimental y análisis estadístico	39
6.	Resultados y Discusión	40
6.1.	Peso corporal.....	40
6.2.	Consumo de alimento semanal y acumulado.....	41
6.4.	Coeficiente de variación.....	42
6.5.	Mortalidad semanal y acumulada; mortalidad por ascitis semanal y acumulada ...	43
6.6.	Rendimiento a la canal	46
6.7.	Índice de eficiencia europea (IEE)	49
6.8.	Costos de producción	49
6.9.	Rentabilidad económica.....	51
7.	Conclusiones.....	52
8.	Recomendaciones.....	53
9.	Referencias	54
10.	Anexos	68

Índice de figuras

Figura 1. Descripción esquemática de los pasos generales involucrados en la producción industrial de plasma secado por aspersión.	24
Figura 2. Ubicación satelital del plantel avícola, parroquia El Valle.	32
Figura 3. Distribución de las unidades experimentales.....	35

Índice de tablas

Tabla 1. Fuentes proteicas para el consumo animal	18
Tabla 2. Composición nutricional de la harina de soya	20
Tabla 3. Fuentes proteicas de origen animal	21
Tabla 4. Composición nutricional de la harina de subproductos avícolas (Vísceras y plumas)	
.....	22
Tabla 5. Composición de la sangre entera.....	23
Tabla 6. Proteína cruda, aminoácidos y valor nutritivo de la proteína del plasma atomizado de porcino y bovino	27
Tabla 7. Composición nutricional y energética de plasma animal secado por aspersión y harina de soya (base seca)	29
Tabla 8. Composición de alimentos proteicos	30
Tabla 9. Programa nutricional para el experimento.....	33
Tabla 10. Dietas administradas en el experimento	34
Tabla 11. Composición del plasma deshidratado AP920®	35
Tabla 12. Composición de harina aviar de subproductos.....	36
Tabla 13. Peso corporal semanal promedio (Kg/ave)	40
Tabla 14. Consumo de alimento semanal (kg/ave)	41
Tabla 15. Consumo de alimento acumulado (kg/ave)	42
Tabla 16. Índice de Conversión (g/g)	43
Tabla 17. Coeficiente de Variación (%).....	43
Tabla 18. Mortalidad semanal (%)	44

Tabla 19. Mortalidad acumulada (%)	45
Tabla 20. Mortalidad semanal y acumulada por síndrome ascítico (%).....	46
Tabla 21. Efecto de los tratamientos sobre peso vivo, canal completa, pechuga, grasa abdominal (g) y rendimiento de canal (%), pechuga (%) y grasa abdominal (%) al día 42 ..	47
Tabla 22. Efecto de los tratamientos sobre peso vivo, canal completa, pechuga, grasa abdominal (g) y rendimiento de canal, pechuga y grasa abdominal (%) al día 49	47
Tabla 23. Peso: vivo, de canal completa, de pechuga, y de grasa abdominal (g); rendimiento (%) de: canal, pechuga y grasa abdominal a los 42 y 49 días por sexo	48
Tabla 24. Índice de eficiencia europea a los 42 y 49 días	49
Tabla 25. Costo de alimento y de producción de pollo vivo y faenado a los 42 y 49 días ...	50

Índice de anexos

Anexo A. Distribución de las unidades experimentales del proyecto	68
Anexo B. Registro diario de mortalidad, muestreo o accidentes, alimento servido, alimento consumido, peso total de mortalidad, Nro muertes por ascitis.....	69
Anexo C. Registro de peso corporal por cada unidad experimental	70
Anexo D. Registro de pigmento y rendimiento a la canal	71
Anexo E. Pollitos de 1 día en sus respectivas unidades experimentales	72
Anexo F. Pesaje del alimento para cada unidad experimental	72
Anexo G. Pesaje de pollos individualmente para calcular el coeficiente de variación	73
Anexo H. Pesaje grupal pollos de cada unidad experimental	73
Anexo I. Necropsia de un individuo con síndrome ascítico	74
Anexo J. Pesaje de la canal completa, pechuga y grasa abdominal en el día 49	74
Anexo K. Pruebas de homogeneidad y normalidad de la varianza de los datos mediante las pruebas de Kolmogórov-Smirnov y Shapiro-Wilk (variable peso vivo, consumo, IC)	75

Agradecimientos

Quiero, primeramente, agradecer a Dios por brindarme la fortaleza, sabiduría y perseverancia necesarias para superar los desafíos y culminar exitosamente esta importante etapa de mi vida.

También quiero expresar mi mayor agradecimiento a nuestro director de tesis, el Dr. Diego Rodríguez, quien con mucha paciencia nos supo guiar en este proyecto, gracias doctor por siempre recalcar lo bueno, depositar su confianza en nosotros y alentarnos constantemente a mejorar.

A mi compañera de tesis y futura colega Nathaly quien fue un pilar muy importante en mi vida durante los años de la carrera universitaria

Así mismo agradezco a los miembros que conforman el jurado de este proyecto: Dr. José Luis Pesantez, Dr. Andrés Haro e Ing. Diana Machuca, por brindarnos sus recomendaciones y conocimientos en la elaboración de esta tesis.

Stalin Rafael Quintuña Peñafiel

Agradezco a mis padres, Moisés y Mariana, por brindarme las herramientas necesarias para alcanzar mis proyectos y orientarme a ser la persona que soy ahora. A mis hermanos, Leo, Darío, Eulalia, José y David por colmarme la paciencia y que siempre hayan estado para mí.

A mi director de tesis, Dr. Diego Rodríguez, por su invaluable guía y conocimiento compartido, su dedicación fue crucial para el éxito de este trabajo, y le agradezco profundamente por confiar en este proyecto.

A mis amigos, María José, Carla, Ana, Andy y Jorge quienes compartieron conmigo horas de trabajo, alegrías y desafíos, han sido un soporte incondicional durante toda esta aventura.

A mi tribu, Cristina, Mónica, Mauricio y Jhonny, su apoyo y compañía son cosas que atesoro profundamente.

A Pía, Doris, Dona, Sofía, Chío y Fifi quienes han influenciado en mi para ser una mejor profesional todos los días.

A mi compañero de tesis Stalin, agradezco todo el tiempo que invirtió en este proyecto, y a su vez desearle éxitos en su vida profesional.

Nathaly Estefanía Sinchi Torres

Dedicatoria

Este trabajo se lo dedico a mis padres Fausto y Libia, que me apoyaron en todo este trayecto de mi preparación profesional y que, a pesar de no estar a mi lado, siempre sentí su amor y apoyo incondicional en cada etapa de mi vida y son las personas que me motivan a mejorar y avanzar cada día. También quiero dedicarlo a mi tía Teresa, quien es la mujer que hizo el papel de madre durante toda mi vida, quien me inculcó los valores que hoy tengo y siempre me ayudó en la manera que podía a ser el hombre que soy hoy en día. A mi hermana Valeria, mi amiga que nunca me dejó solo en ningún momento de mi vida. Por último, a mi gatita Agnes, por acompañarme en las largas noches de estudio y aunque ella no lo sabe me ha salvado muchos días durante este trayecto.

Stalin Rafael Quintuña Peñafiel

A Sebastián, José, Carolina, Juliana y Rafaela, mis amados sobrinos, por su amor tan puro y por hacerme sonreír siempre con sus locuras.

A Jennifer, mi mejor amiga, quien me ha alentado en todos mis proyectos. Contar contigo es uno de esos regalos de la vida que no tiene precio.

A Eulalia, mi amada hermana, mi inspiración y apoyo incondicional desde que tengo memoria, mis triunfos son tuyos también.

A Tuti, en donde te encuentres te recordaré para toda una eternidad.

Nathaly Estefanía Sinchi Torres

1. Introducción

En Ecuador las dos principales materias primas para la elaboración de alimentos balanceados para aves y cerdos son el maíz amarillo duro y la pasta de soya (Sánchez, 2019); para estos ingredientes existe un precio mínimo de sustentación o precio oficial que corresponde a \$ 16,9 y \$ 30,0 por cada 46 kilogramos de maíz y de soya en grano respectivamente (MAGAP, 2024). En la producción de pollos de engorde, el alimento representa entre el 65 y 75% del costo final, siendo la proporción más representativa, razón por la cual el uso de ingredientes alternativos permiten el reemplazo parcial o total de las materias primas convencionales como estrategia habitual por parte de los nutricionistas (El-Deek et al., 2020; Khalifah et al., 2023), para optimizar la salud intestinal, la respuesta inmune y los resultados zootécnicos, insumos como la harina de plasma, a pesar de su alto costo, pueden considerarse una opción valiosa.

Durante las primeras dos semanas de vida del pollito, el alimento de iniciación debe ser de alta calidad en cuanto a materias primas, digestibilidad y perfil nutricional, considerando que en el día 7 se aumenta hasta 4,5 veces su peso corporal inicial como sugieren los objetivos de desempeño Cobb Vantress, (2022), en esta etapa se registra el máximo aumento de peso del intestino y un 70% del desarrollo de la respuesta inmunitaria, por lo que es importante fomentar la salud intestinal (Montero, 2022). El crecimiento y el desarrollo temprano pueden mejorar mediante la administración de dietas con ingredientes de alta calidad que soporten el mantenimiento y evolución de una adecuada integridad intestinal, utilización de nutrientes y al mismo tiempo optimicen el rendimiento productivo (Leeson, 2016).

Dentro de las diferentes opciones disponibles, el plasma deshidratado o plasma secado por aspersión (SDP: de sus siglas en inglés *spray-dried plasma*), es un subproducto de la sangre de porcinos o bovinos sanos mediante la separación del plasma de la sangre total por centrifugación (Blázquez et al., 2020). El SDP contiene una fuente de proteínas de alto valor nutricional, con una excelente relación de aminoácidos y un alto nivel de proteínas globulares que estimulan el consumo de alimento y el crecimiento (Van Dijk et al., 2001), posee un alto contenido de albúminas, lípidos, péptidos bioactivos, inmunoglobulinas, transferrina y fibrinógeno, que podría considerarse una adición prometedora en la alimentación de pollos de engorde (Shao et al., 2023).

El uso de SDP puede influir en el rendimiento de los pollos de engorde criados en condiciones de desafío o con bajas cargas de patógenos, con efectos positivos que ocurren particularmente en las primeras etapas de vida (Henn et al., 2013). La inclusión de SDP, es sugerida por Beski et al., (2016), durante el periodo de iniciación de los pollos de engorde ya que existen efectos positivos en el rendimiento, tanto en la mejora del peso corporal como en

la conversión alimenticia. Belote et al., (2021) observaron que la alimentación con SDP al 1% en el período de iniciación mejoró el rendimiento y conversión alimenticia, tanto en buenas como en malas condiciones de manejo y bioseguridad. Wang et al., (2021) demostraron que la inclusión de SDP AP920 en la dieta de pollos de engorde durante la primera semana de vida tuvo un aumento significativo en la producción de anticuerpos y la actividad de las células inmunitarias. Estos hallazgos respaldan el potencial que puede tener la inclusión de SDP como una estrategia eficaz para mejorar la salud, la respuesta inmunitaria a más del desempeño de los pollos de engorde en las etapas iniciales de crecimiento.

Por otro lado, la harina de subproductos avícolas se utiliza por su alto contenido proteico (55 y 65%) y concentración de minerales, especialmente calcio (8-12%) y fósforo (4-6%). Aunque su digestibilidad es menor en comparación con la harina de soya, esta harina proporciona aminoácidos esenciales como cisteína y metionina cruciales para el desarrollo del tejido conectivo y la función inmunológica (Swe et al., 2022). Aunque es reconocido principalmente por su alto contenido en proteínas y minerales, agregado a su bajo costo, su composición puede variar considerablemente según los métodos de procesamiento empleados y los subproductos específicos utilizados, como vísceras, sangre o plumas. Estas variaciones pueden influir en la digestibilidad y calidad nutricional del producto final (Eits et al., 2005).

Una de las ventajas de la harina de subproductos avícolas es su aporte único de grasas y ácidos grasos esenciales, como el ácido linoleico, que otras harinas no siempre contienen en cantidades suficientes. No obstante, su digestibilidad variable puede afectar la eficiencia alimentaria si no se formula adecuadamente. Además, proporciona cantidades moderadas de vitaminas del grupo B, esenciales para el metabolismo energético y el crecimiento rápido de los pollos (Muñoz et al., 2023).

El uso de fuentes proteicas alternativas, adecuadamente formuladas, pueden mejorar el crecimiento y conversión alimenticia, lo que podría repercutir positivamente en la productividad y rentabilidad. Así, el estudio de estos ingredientes ofrece una oportunidad de reducir la dependencia de materias primas convencionales como el maíz y la soya, con potenciales beneficios tanto para el productor como para la industria avícola en general.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Analizar el efecto de dos fuentes proteicas alternativas en la etapa de preinicio de pollos de engorde sobre el desempeño productivo y costos de producción.

2.2. Objetivos específicos

- Evaluar el rendimiento de pollos alimentados con plasma deshidratado y harina de subproductos avícolas en términos de peso, consumo de alimento, índice de conversión, rendimiento en canal, rendimiento de pechuga y mortalidad.
- Realizar un análisis económico para determinar el impacto de la aplicación de los tratamientos sobre los costos de producción y rentabilidad.

3. Abreviaturas

AA: Aminoácidos

AAE: Aminoácidos esenciales

AANE: Aminoácidos no esenciales

APC: Antibióticos promotores de crecimiento

aW: *Activity water:* actividad de agua

CV: Coeficiente de variación

EMAn: Energía metabolizable aparente corregida para nitrógeno

HSA: Harina de subproductos avícolas

Ig: Inmunoglobulinas

ID: Intestino delgado

IP: Índice de proteína

Lys: *Lysine:* Lisina

PV: Peso vivo

ROS: *Reactive Oxygen Species:* Especies reactivas al oxígeno

SBM: *Soy Bean Meal:* Harina o pasta o torta de soya o de soja

SDP: *Spray Dried Plasma:* Plasma secado por aspersión

SDPP: *Spray Dried Porcine Plasma:* Plasma porcino secado por aspersión

SDPB: *Spray Dried Bovine Plasma:* Plasma bovino secado por aspersión

SDAP: *Spray Dried Animal Plasma:* Plasma animal secado por aspersión

SID o DIE: *Standardized Ileal Digestibility:* Digestibilidad ileal estandarizada

TGI: Tracto gastrointestinal

Trp: Triptófano

Thr: Treonina

T1: Tratamiento 1 o control: dieta vegetal

T2: Tratamiento 1: plasma deshidratado al 3% de inclusión

T3: Tratamiento 3: harina de subproductos avícolas al 5% de inclusión

UE: Unidad experimental

WEP: *Whole Egg Protein:* proteína de huevo entero

4. Revisión de Literatura

4.1. Antecedentes

La industria avícola ha tenido un creciente interés en mejorar la eficiencia en la producción de alimentos balanceados para pollos de engorde mediante el uso de ingredientes especializados, tecnologías de producción más eficientes y la adopción de prácticas agrícolas innovadoras (Hendriks et al., 2019). En términos económicos, la producción de alimentos balanceados ha enfrentado la presión de maximizar la eficiencia y minimizar los costos sin comprometer la calidad y salud de las aves; esto ha implicado la búsqueda constante de materias primas asequibles y nutritivas, así como la implementación de procesos de producción eficientes que optimicen los recursos disponibles (George & Hovan George, 2023). La mezcla de ingredientes es un proceso esencial en la fabricación de alimentos balanceados, ya que estos deben combinarse de manera efectiva para suministrarlos como un alimento completo (Rocha et al., 2022).

4.2. Etapa de preinicio

Esta etapa corresponde con la primera semana de vida del pollito de engorde, donde la nutrición tiene un importante impacto en la salud y crecimiento, que se reflejará en su estado fisiológico, especialmente en el sistema digestivo, determinando su potencial de digestibilidad, utilización y retención de nutrientes (Lamot, 2017). Durante esta etapa, el pollito atraviesa importantes transiciones fisiológicas, como el desarrollo y maduración del tracto gastrointestinal (TGI), del sistema inmunológico y del sistema termorregulador; coincidiendo con la absorción del saco vitelino o yema residual restante (Christensen, 2009). La maduración del TGI en pollos de engorde jóvenes ha sido ampliamente estudiada y se refleja principalmente en un aumento de la longitud y el peso total, de tal forma que el peso relativo del intestino delgado (ID) aumenta aproximadamente 3 veces en la primera semana debido al desarrollo de vellosidades para aumentar el área de absorción del TGI (Lilburn & Loeffler, 2015; Wijtten et al., 2012).

El pollito en las primeras tres semanas no tiene la capacidad digestiva de un ave adulta, por lo que la digestibilidad de ciertos nutrientes es inferior, situación que se complica más por el cambio del sustrato nutritivo de lípidos y proteínas en el embrión a carbohidratos, proteínas y lípidos en las dietas iniciales convencionales (Leeson & Summers, 2005). Entonces, aunque los pollitos crecen bastante rápido en los primeros días de vida, existe la hipótesis de que el uso de una dieta preinicial especializada puede mitigar estas limitantes de esta fase. Uno de los enfoques que pueden aplicar estas dietas es el uso de ingredientes que

contengan proteínas altamente digeribles, como las de origen animal (Khadour et al., 2022), ya que el intestino al ser el principal órgano proveedor de nutrientes, el desarrollo temprano de la función digestiva permitirá una mejor utilización de los nutrientes y alcanzar su potencial genético (Ravindran et al., 2006). Además, se debe considerar que los primeros 7 días de vida del pollito constituyen alrededor del 15% del ciclo de vida cuando la edad de venta corresponde a 42 días, y que su desempeño podrá influir sobre su curva de crecimiento, por lo tanto, una mejora del crecimiento intestinal temprano, incluso por uno o dos días, puede tener un impacto significativo en la deposición de proteína en forma de músculo (Ravindran & Abdollahi, 2021).

Durante los primeros días los pollitos dependen totalmente del alimento proporcionado para obtener los nutrientes necesarios, su capacidad de absorción es limitada pero su demanda de nutrientes es alta (Atapattu & Baker, 2016). Si el peso objetivo no se alcanza, se puede proporcionar alimento de refuerzo hasta el día 13 de edad, ya que los pollitos que tienen un inicio deficiente son más propensos a enfermedades y a un desempeño productivo limitado. Aunque el alimento de refuerzo puede ser más costoso, sus beneficios en términos de rendimiento biológico y rentabilidad general justifican su uso (Thirumalaisamy et al., 2016).

4.3. Exigencias nutricionales en el pollo de engorde

Para que el ave pueda llevar a cabo sus funciones vitales necesarias y expresar su potencial genético existen componentes y perfiles nutricionales específicos que deben estar en su dieta, considerando como principio que no existe un alimento que contenga todos los nutrientes necesarios a las concentraciones exactas que un animal requiere (Fowler, 2022), por lo que una nutrición adecuada significará un suministro constante y equilibrado de energía en forma de carbohidratos y lípidos, proteína, aminoácidos esenciales (AAE), ácidos grasos esenciales, minerales, vitaminas y agua (FAO, 2013).

Los niveles porcentuales de AA en dietas de pollos de engorde disminuyen gradualmente a medida que las aves crecen, por lo que existe la necesidad de diferentes etapas de alimentación que en el caso del *National Research Council* (NRC; 1994) lo denomina alimentación por fases (PF: de sus siglas inglesas *phase-feeding*) descrita por Emmer & Baker, (1997). Este programa de alimentación de multietapa implica una reducción más frecuente en el contenido porcentual de AA de la dieta y permite predecir los requerimientos de AA para cualquier edad durante el período de crecimiento de los pollos, considerando en principio que, a mayor edad, el peso y el consumo voluntario son mayores, pero al mismo tiempo debe mantener un rendimiento de crecimiento y canal adecuados (Loupe & Emmert, 2000). Por otra parte, existe un interés en la inclusión de ingredientes funcionales que se

caracterizan por su contenido altamente digestible de proteínas debido a su capacidad para suministrar cantidades sustanciales de AAE, reducir la excreción de nitrógeno y mejorar la salud del TGI; un ejemplo es el plasma animal secado por aspersión, mismo que puede ser de origen bovino y porcino (Khadour et al., 2022).

4.4. Fuentes proteicas en nutrición de pollos de engorde

La proteína dietética para animales se obtiene de diversas fuentes como forrajes, cereales, legumbres, harinas de origen animal y otros subproductos alimenticios. Entre los desafíos que enfrenta la formulación de alimentos balanceados, la proteína y el perfil de AA son componentes cruciales para tomar en cuenta (Hendriks et al., 2019), ya que muchos países como el caso de Ecuador, dependen en gran medida de la pasta de soya importada, por lo que alimentos de origen animal siempre serán una buena alternativa en la formulación (Oyarvide Ramírez et al., 2022).

Tabla 1. Fuentes proteicas para el consumo animal

Animal	Proteínas musculares Proteínas sanguíneas Proteínas en el tejido conectivo Proteínas de la leche Proteínas de huevo
Vegetal	Legumbres Guisantes, soya, lentejas Semillas oleaginosas Semilla de algodón, maní
Macroalgas	Algas verdes y azul verdosas Espirulina, Anabaena, Nostoc, Ulva

Fuente: Adaptado de Phillips & Williams, (2011).

Los pollos de engorde tienen requerimientos específicos de AAE en la dieta, por ello el perfil de proteína ideal o balance de los AAE debe ir dirigido a maximizar el rendimiento productivo, pero también la rentabilidad, sin embargo, para poder conseguirlo se requiere conocer el aporte de las materias primas utilizadas (Beski et al., 2015a), considerado que no existe un único alimento proteico que satisfaga los requisitos óptimos de AAE. Por lo tanto, el balance adecuado del perfil de proteína ideal se puede conseguir de origen vegetal y animal junto con el uso de AA cristalinos o sintéticos (Pathak, 2021). La (Tabla 1) presenta una clasificación de las fuentes proteicas más empleadas en la nutrición animal, distribuidas en tres categorías

principales: animal, vegetal y macroalgas, cada una de estas categorías detalla ejemplos de proteínas específicas utilizadas.

4.4.1. Fuentes de origen vegetal

Las fuentes más usadas en la industria del alimento balanceado son cereales como el trigo, maíz, cebada y sorgo, según Amores Nuñez, (2023), representan los componentes principales en las dietas de aves, y suministran entre el 30% y 60% de sus necesidades. Para garantizar un equilibrio adecuado de AAE, es necesario complementar con otras fuentes proteicas como la harina de soya, denominada también bajo los términos de pasta o torta. Si el perfil de AA de una fuente de proteína se asemeja al Índice de Proteína (IP) del pescado o la carne, se considera una proteína de alta calidad, por ende, mientras más alto es el IP mejor es la fuente de proteína. Una dieta bien formulada asegura que los AA de la dieta se acerquen lo máximo posible al IP, con un exceso mínimo de AAE (Blair, 2018).

4.4.1.1. Soya

La soya (*Glycine max, L*) pertenece a la familia *Fabaceae* o *Leguminosae*, su producción y consumo han ido creciendo como fuente preferida de proteína de alta calidad en la nutrición animal, siendo los más utilizados: la harina de soya (SBM, por sus siglas en inglés: *Soy Bean Meal*), la soya entera y los concentrados de proteína de soya (Phillips & Williams, 2011). Su aceptabilidad universal se debe a la disponibilidad durante todo el año, relativa ausencia de factores antinutricionales y a su adecuado perfil de AA, excepto metionina (Dei, 2011). La harina de soya es un subproducto obtenido tras la extracción del aceite de las semillas de soya. Este proceso comprende varias etapas: las semillas se limpian, se descascarán y luego se someten a un proceso de extracción de aceite, generalmente empleando hexano como solvente. El residuo desgrasado se tuesta para eliminar factores anti nutricionales, como los inhibidores de tripsina, y se muele para obtener la harina de soya (El-Deek et al., 2020).

En la alimentación de pollos de engorde, la harina de soya es fundamental por su alto contenido de proteínas, que varía entre el 44 y 48%, y su perfil de AA, destacando la lisina: 2.97%, un aminoácido esencial crucial para el crecimiento muscular, metionina en un 0.63%, esencial para el metabolismo de las proteínas, otros aminoácidos incluyen isoleucina 2.23%, leucina 3.65%, treonina 1.87%, y arginina 3.49%, entre otros, que contribuyen a un perfil de aminoácidos equilibrado. Además, contiene una cantidad moderada de fibra cruda del 3-6%, proporciona 4187 kcal/kg de energía bruta y 2295 kcal/kg de energía metabolizable, con un bajo contenido en grasa 1.72% (Tabla 2). Este balance nutricional hace que la harina de soya sea ideal para la alimentación de animales y una conversión alimenticia eficiente,

especialmente por su alta digestibilidad (Janocha et al., 2022). Por consiguiente, se considera como el estándar para comparar otras fuentes de proteínas vegetales. La mezcla adecuada de harina de soya y maíz, así como otros cereales comunes, ofreciendo un equilibrado conjunto de AAE para las aves (Blair, 2018).

Tabla 2. Composición nutricional de la harina de soya

	Principales componentes (%)			Energía (kcal/kg)			
	Media	N	DE	Energía Bruta	Media	N	DE
Materia seca	88,9	74	1,01	Energía Bruta	4187	4	28
Fibra Bruta	4,55	41	0,54	Energía Metabolizable	2295		
FDN	11,5	3	2,98				
FDA	8,60	3	3,47	Energía Neta	1769		
Extracto etéreo	1,72	60	0,53				
Materia Mineral	6,10	81	0,36				
Proteína y Aminoácidos (%)							
	Total	%PB	DIE		Total	%PB	DIE
Proteína Bruta	48,2	100	43,3	Isoleucina	2,23	4,63	1,99
Lisina	2,97	6,17	2,74	Leucina	3,65	7,58	3,35
Metionina	0,63	1,31	0,59	Histidina	1,25	2,59	1,14
Metionina + Cisteína	1,35	2,80	1,21	Fenilalanina	2,48	5,15	2,34
Treonina	1,87	3,88	1,64	Fenilalanina + Tirosina	4,18	8,68	3,83
Triptófano	0,67	1,39	0,61	Alanina	2,00	4,15	1,74
Arginina	3,49	7,25	3,23	Cisteína	0,72	1,49	0,62
Glicina + Serina	4,65	9,65	4,01	Tirosina	1,70	3,53	1,49
Valina	2,29	4,75	2,00	Glicina	2,10	4,36	1,73

DIE: Digestibilidad Ideal Estandarizada, **DE:** Desviación estándar, **PB:** Proteína Bruta.

Fuente: Adaptado de Rostagno & Texeira, (2024).

4.4.2. Fuentes de origen animal

Los alimentos proteicos de origen animal se caracterizan por tener mayor valor biológico por su importante aporte de AAE y se ha descubierto que bajas inclusiones de estos productos en la dieta permite equilibrar de mejor manera el perfil de proteína ideal en pollos de engorde (Pathak, 2021). Existen numerosas fuentes potenciales de ingredientes proteínicos de carne, la (Tabla 3) presenta diversas fuentes proteicas animales, derivadas de tejido magro, huesos, piel y sangre, utilizadas en la alimentación humana y animal, destacando productos como colágeno, gelatina y plasma sanguíneo. Algunas de las cuales son actualmente más factibles comercialmente que otras (Tarté, 2011).

Tabla 3. Fuentes proteicas de origen animal

Tejido Magro	Carne/aves de textura fina Carne/aves separadas mecánicamente Aislados de proteínas de carne
Hueso	Gelatina (tipo B) Colágeno óseo comestible (oseína) Hidrolizados de colágeno óseo (caldos)
Piel de cerdo	Gelatina (tipo A) Caldos
Piel de ave (pollo, pavo)	Colágeno concentrado Caldos
Tejidos ricos en colágeno	Colágeno concentrado Hidrolizados de colágeno
Sangre	Plasma sanguíneo (líquido, congelado, seco) Sangre entera (líquida y seca) Proteína de glóbulos rojos (decolorada) Transglutaminasa plasmática

Fuente: Adaptado de Phillips & Williams, (2011).

Los nutricionistas deberían pensar de manera innovadora e ir más allá del concepto de proteína ideal para considerar proporciones y cantidades óptimas de todos los AA proteinogénicos en los alimentos de origen animal. Dado que los alimentos balanceados representan el mayor rubro en la industria avícola, existe una necesidad de evaluar fuentes diferentes de ingredientes (Leeson & Summers, 2005), por lo que la evaluación y utilización de subproductos procedentes de componentes líquidos como es el caso del SDAP derivado de sangre preservada mediante un proceso llamado secado por aspersión se constituye en un ingrediente alternativo proteico de alto valor nutricional (Campbell et al., 2019).

4.4.2.1. Harina de subproductos avícolas

Se elabora a partir de materiales no comestibles generados durante el procesamiento de aves, como plumas, vísceras, sangre, y huesos. El proceso incluye varias etapas: primero, los subproductos se recolectan, Trituran y se someten a un tratamiento térmico inicial para reducir la carga microbiana. Luego, se lleva a cabo un proceso de hidrólisis y cocción bajo presión, permitiendo hidrolizar las proteínas y liberar el contenido graso, para que sean fácilmente digeribles. Posteriormente, la grasa y el agua se separan por centrifugación, y los

sólidos deshidratados restantes se secan y muelen para obtener una harina rica en nutrientes (Volpato et al., 2022). Este subproducto se utiliza por su alto contenido proteico (55 y 65%) y concentración de minerales, especialmente calcio (8-12%) y fósforo (4-6%). Aunque su digestibilidad es menor en comparación con la harina de soya, esta harina proporciona AAE como cisteína y metionina (Tabla 4), cruciales para el desarrollo del tejido conectivo y la función inmunológica. Se incluye en raciones balanceadas junto con otras fuentes de proteína para optimizar el perfil de AA y mejorar la eficiencia en la conversión alimenticia (Swe et al., 2022). Su inclusión en las dietas destinadas a pollos puede fluctuar según diversos factores, como la disponibilidad local y los costos asociados en relación con otras alternativas proteicas disponibles (Moposita Oyaque, 2022).

Tabla 4. Composición nutricional de la harina de subproductos avícolas (Vísceras y plumas)

	Principales componentes (%)			Energía Bruta	Energía (kcal/kg)		
	Media	N	DE		Media	N	DE
Materia seca	90,8	4	1,27	Energía Bruta	5219	3	24
Extracto etéreo (EE)	14,3	3	0,61	Energía Metabolizable	3264		
Materia Mineral	5,75	4	1,17	Energía Neta	2624		
Proteína y Aminoácidos (%)							
	Total	% de PB	DIE		Total	% de PB	DIE
Proteína Bruta	66,6	100	51,9	Leucina	4,98	7,48	3,83
Lisina	2,84	4,26	2,04	Histidina	1,18	1,77	0,86
Metionina	0,89	1,34	0,72	Fenilalanina	2,93	4,40	2,42
Metionina + Cisteína	2,80	4,20	1,98	Fenilalanina + Tirosina	4,75	7,13	3,88
Treonina	2,81	4,22	2,19	Alanina	3,73	5,60	2,86
Triptófano	0,56	0,84	0,46	Cisteína	1,91	2,87	1,26
Arginina	4,47	6,71	3,61	Tirosina	1,82	2,73	1,46
Glicina + Serina	10,1	15,2	7,74	Glicina	5,73	8,60	4,33
Valina	3,86	5,80	3,02	Glutamina	2,82	4,23	2,32
Isoleucina	2,82	4,23	2,34	Ácido glutámico	4,28	6,43	3,53
				Ácido Aspártico	2,87	4,31	1,97

N: número de muestras; **PB:** proteína bruta; **DIE:** Digestibilidad Ideal Estandarizada.

Fuente: Adaptado de (Rostagno & Texeira, 2024).

4.4.3. Plasma deshidratado

Se deriva comúnmente de animales sanos de origen bovino o porcino, es un subproducto de plantas de procesamiento muy utilizado en la formulación de dietas para cerdos debido a su excelente perfil de AA y su alta digestibilidad alrededor del 95 % (Kazimierska & Biel, 2023;

Khadour et al., 2022), lo que lo vuelve un producto atractivo en nutrición avícola. En los mamíferos, la sangre constituye aproximadamente el 7% del peso corporal; sin embargo, su recuperación durante el sacrificio de ganado vacuno y porcino es alrededor del 3 al 4% del peso vivo (Tarté, 2011). El tratamiento de la sangre, como subproducto de la producción animal, implica procesos especializados que permitan obtener plasma sanguíneo de alta calidad, por lo que requiere operaciones adicionales para mejorar su calidad antes del proceso de secado; como métodos de separación física que eliminan los componentes no deseados del plasma (Kazimierska & Biel, 2023; Makara et al., 2016). Para producir ingredientes sanguíneos funcionales, la sangre se separa primero en dos fracciones: plasma (entre el 60 y 80%) y células (entre el 20 y 40%, principalmente glóbulos rojos, con cantidades más pequeñas de glóbulos blancos y plaquetas). La (Tabla 5) muestra la composición de la sangre entera y sus fracciones constituyentes tanto en proteína como en humedad, resaltando que las proteínas sanguíneas son deficientes en los AAE metionina e isoleucina y sus niveles en sangre pueden variar con el estado de salud, edad y la especie animal de origen, además que mientras mayor concentración de proteína se reduce la humedad en los componentes y viceversa (Tarté, 2011).

Tabla 5. Composición de la sangre entera

Fracción de sangre	Proteína (%)	Humedad (%)
Sangre Pura	17 – 18	75 – 82
Plasma	6 – 8	90 – 92
Células	34 – 38	60 – 62
Plasma Seco	70 – 95	5 – 10

Fuente: Adaptado de Phillips & Williams, (2011).

La humedad reducida que se mantiene por debajo del 9% y la baja actividad del agua, en el SDP tienen un efecto considerable en la disminución de viabilidad de patógenos, especialmente de bacterias y virus envueltos durante períodos prolongados de almacenamiento (Blázquez et al., 2020).

4.4.3.1. Proceso

Existen numerosas características de seguridad en el proceso de fabricación industrial de SDP que reducen de manera efectiva y colectiva los riesgos biológicos para producir un producto final seguro (Blázquez et al., 2020). El proceso de fabricación de SDP tiene varias

etapas (Figura 1), donde la inspección de los animales para seleccionarlos es muy importante, a estos se les extrae sangre para centrifugarla, el proceso continúa en la planta de procesamiento donde filtran y concentran la sangre, la secan por aspersión para obtener el plasma deshidratado y por último se someten a pruebas de calidad.

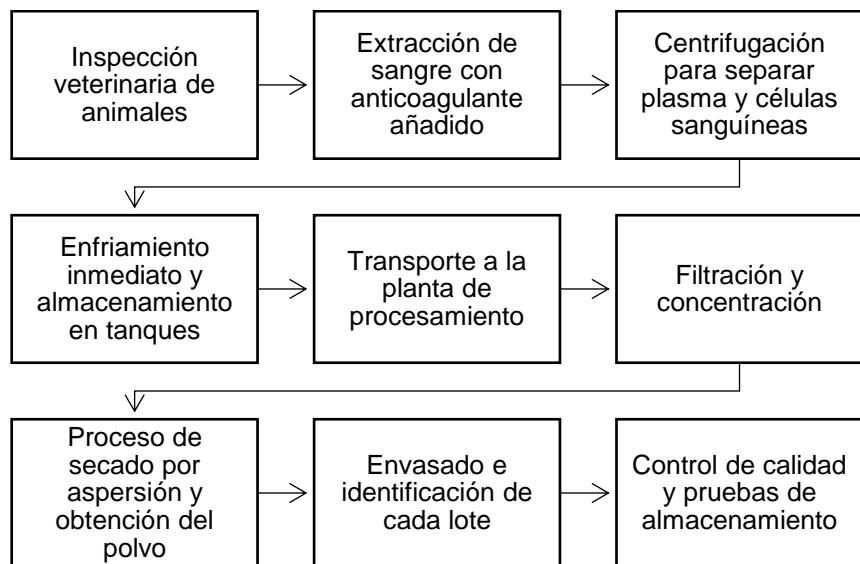


Figura 1. Descripción esquemática de los pasos generales involucrados en la producción industrial de plasma secado por aspersión. **Adaptado:** Kazimierska & Biel, (2023); Pérez-Bosque et al., (2016).

a. Recogida de sangre en planta de proceso

El primer paso implica la recolección de sangre de animales saludables, la cual debe realizarse inmediatamente después del sacrificio, generalmente dentro de los 20 minutos y tratar de minimizar la hemólisis de los glóbulos rojos (Tarté, 2011). El sistema de recogida de sangre debe estar separado del resto de la cadena de procesamiento de las canales. Se utiliza una bandeja de acero inoxidable con anticoagulantes como citrato de sodio o tripolifosfato de sodio. La mezcla de sangre de varios animales contiene anticuerpos neutralizantes contra patógenos comunes, lo que reduce la infectividad potencial del producto final (Blázquez et al., 2020).

b. Transporte a las plantas de procesamiento

La sangre o el plasma recolectados se guardan en recipientes refrigerados a una temperatura de 3 - 5° C y se transportan en camiones isotérmicos que se cierran herméticamente una vez cargados, cada lote de producción diaria debe ser identificado para mantener la trazabilidad integral del proceso y producto final (Vasconcellos et al., 2023).

c. Procesamiento y secado por pulverización

Para mejorar la eficiencia del almacenamiento y transporte, el plasma líquido se transforma en polvo mediante el proceso de secado por aspersión, este ofrece varias ventajas como, un tiempo de secado rápido, rentabilidad e idoneidad para la producción continua a gran escala. La conversión de la proteína en polvo elimina varios inconvenientes asociados con su forma líquida, como la perecibilidad, almacenamiento y transporte (Hou et al., 2019). En las plantas de producción, la sangre entera fluye hacia un sistema cerrado y se dirige a una centrífuga industrial para separar el plasma de los glóbulos rojos a 700 rpm, obteniendo sangre en plasma y hemoglobina, que posteriormente se transportan a recipientes amortiguadores para continuar su proceso respectivo (Kowalski et al., 2011; Pérez-Bosque et al., 2016). El plasma se concentra mediante nanofiltración u ósmosis inversa antes del secado por aspersión, un proceso que implica atomizar un líquido en una corriente de aire caliente para desecarlo rápidamente y convertirlo en polvo. El proceso está ideado para preservar la actividad biológica de las proteínas, especialmente de albúmina y globulinas, buscando mantener la eficacia de las IgG para que puedan mejorar el desempeño de animales alimentados mediante la transferencia de inmunidad pasiva (Blázquez et al., 2020). Durante el secado por aspersión, el líquido se atomiza en gotas en una cámara caliente donde entra en contacto con aire caliente, se deshidrata rápidamente y forma partículas secas que se separan de la corriente de aire. La temperatura de salida es crucial para inactivar posibles microorganismos, donde la temperatura $\geq 80^{\circ} \text{ C}$ garantiza la seguridad microbiológica deshidratando e inactivando microorganismos, incluso, patógenos como *Salmonella*, *E. coli*, y varios virus (Kazimierska & Biel, 2023).

d. Envasado, almacenamiento, trazabilidad y control de calidad

Una vez obtenido el polvo, este se almacena cuidadosamente en un pequeño silo para su procesamiento, se envasa en nuevos materiales para evitar contaminación cruzada. Para verificar la calidad y la seguridad del SDP, cada lote se somete a análisis fisicoquímicos y microbiológicos, estos análisis evalúan la composición química y las propiedades físicas del producto, así como la detección de posibles contaminantes microbiológicos (Blázquez et al., 2020; Pérez-Bosque et al., 2016).

4.4.3.2. Composición química del plasma animal secado por aspersión

La solubilidad inherente y las propiedades funcionales del plasma se mantienen después de su fabricación, el plasma como fracción de la sangre animal es muy rico en nutrientes con altas concentraciones de AAE y componentes bioactivos que le confieren su funcionalidad

biológica. La alta concentración de AA, Ig, péptidos bioactivos, factores de crecimiento, enzimas y metaloproteínas proporcionan propiedades inmunomoduladoras, antiinflamatorias y neuroprotectoras (Vasconcellos et al., 2023).

El SDP tiene más de 100 diferentes proteínas, siendo las principales: albúmina, α -globulinas, β -globulinas, γ -globulinas y fibrinógeno (Makara et al., 2016). De ellas, la albúmina sérica es la más abundante y la más importante desde el punto de vista comercial, y alrededor del 1% de componentes minerales como sodio, potasio, calcio, cloruro y bicarbonato. En su forma deshidratada, la proteína del plasma sanguíneo es un polvo blanquecino con muy poca pigmentación (Tarté, 2011). Basado en investigaciones por Duarte et al., (1999); Polo et al., (2009); Zhang et al., (2015) y Zhe et al., (2021) , para AA de plasma de porcino y bovino se observan ciertas diferencias en su aporte de proteína y AA (Tabla 6).

4.4.3.1. Mecanismo de acción del plasma deshidratado

El SDAP se propuso por primera vez como fuente de proteína para la alimentación de lechones a fines de la década de 1980. Desde entonces, se ha demostrado que produce una respuesta positiva en las tasas de crecimiento y la ingesta de alimento debido a su alta digestibilidad (Edwards et al., 2013). También ha mostrado mayor competitividad como componente proteico, ofreciendo nutrientes digestibles, mejor utilización de AA y abundantes sustancias bioactivas como inmunoglobulinas y lisozima. Estas sustancias mejoran la respuesta inmunológica y promueven una microflora intestinal saludable. Estudios demostraron que se puede lograr un rendimiento satisfactorio en lechones con niveles de inclusión de alrededor del 3% (Balan et al., 2021; Grinstead et al., 2000). La aplicación del SDAP se expandió a la industria avícola, donde su uso ha sido limitado debido a consideraciones de costo. Sin embargo, se han reportado beneficios en términos de crecimiento y conversión alimenticia. Además, una nutrición temprana propone mejorar el rendimiento general, y actualmente con la búsqueda de alternativas que colaboren con el uso prudente de antimicrobianos en la nutrición y manejo de pollos de engorde, se espera que el uso comercial y las estrategias para usar este ingrediente sea rentable (Kazimierska & Biel, 2023). Considerando que las fuentes de proteínas con alto valor biológico se pueden incluir en concentraciones más bajas y pueden reducir los costos de formulación (Vasconcellos et al., 2023). Según investigaciones recientes, el SDP influye en varios aspectos clave de la fisiología avícola, promoviendo la productividad y la resistencia a enfermedades (Granghelli et al., 2023). Estudios han demostrado que puede modular la respuesta inmune, aumentando la producción de citoquinas antiinflamatorias y mejorando la capacidad de los pollos para resistir enfermedades bacterianas y virales comunes (Campbell et al., 2019).

Tabla 6. Proteína cruda, aminoácidos y valor nutritivo de la proteína del plasma atomizado de porcino y bovino

Elemento (%)	SDPP	SDBP
Proteína Cruda	78,74	75,21
Aminoácidos esenciales		
Arginina	3,77	4,15
Histidina	2,20	3,84
Isoleucina	2,14	3,13
Leucina	6,29	9,72
Lisina	5,84	8,34
Metionina	0,69	0,93
Metionina + Cistina	2,37	2,37
Fenilalanina	3,42	5,38
Fenilalanina + Tirosina	6,45	9,57
Treonina	4,49	6,45
Triptófano	1,03	1,54
Valina	4,01	6,87
Aminoácidos no esenciales		
Alanina	3,41	5,15
Ácido Aspártico	6,50	10,25
Ácido glutámico	9,08	13,89
Glicina	2,33	3,50
Prolina	3,81	4,27
Serina	4,00	6,09
Oros Valores nutricionales		
Σ AA	67,72	99,13
Σ AAE	38,57	55,98
CS	39,63	41,58
EAAI	65,36	82,12

AA: aminoácido; **AAE:** aminoácido esencial; **CS:** puntuación química calculada sobre la base de los estándares de proteína de huevo entero (WEP); **EAAI**, índice de AAE; **SDPP:** plasma porcino secado por aspersión; **SDBP:** plasma bovino secado por aspersión. **Fuente:** Duarte et al., (1999); Polo et al., (2009); Zhang et al., (2015) y Zhe et al., (2021).

Basado en la literatura para AA con referencia a los estándares de proteína de huevo entero (WEP), el primer AA limitante en SDPP es Isoleucina y en SDBP son AA azufrados (Metionina + Cistina). En el caso de SDPP el segundo AA limitante eran AA azufrados, y en SDBP, Isoleucina.

4.4.3.2. Beneficios de inclusión de plasma en dietas de preinicio

Varios de los componentes nutricionales del SDP son fundamentales para la formación adecuada de tejidos, la función inmunológica y la respuesta al estrés ambiental. Además, ha demostrado ser efectivo sobre la salud intestinal durante la fase de preinicio, considerando que los péptidos bioactivos promueven la integridad y la funcionalidad del revestimiento intestinal, reduciendo la permeabilidad y fortaleciendo la barrera contra patógenos y toxinas (Dabbou et al., 2021). El uso de SDP contribuye a una mejor uniformidad en el crecimiento y desarrollo de los pollos, por lo que es una herramienta útil para reducir la variación individual en los lotes y para expresar el potencial genético (Ravindran et al., 2006). En un experimento realizado por Khadour et al., (2022) demuestran que el SDP es un ingrediente altamente digestible debido a la alta energía metabolizable y la elevada digestibilidad ileal aparente de AA, siendo particularmente beneficioso en las dietas de pollitos de engorde en etapa de preinicio (de 0 a 10 días de edad), potenciando el rendimiento del crecimiento temprano y afectando positivamente el TGI en aves bajo condiciones ambientales desafiantes.

4.4.3.3. Efectos en productividad y salud intestinal

El costo es una limitante para el uso de SDAP en dietas de pollos de engorde, no obstante, sus beneficios en el desempeño productivo sugieren que podría ser un componente valioso en la nutrición avícola (Kazimierska & Biel, 2023). El estudio por Henn et al., (2013) demostró que la suplementación de SDP a una inclusión del 1,5 a 3% mejoró el rendimiento, particularmente, durante la fase inicial cuando las aves estuvieron expuestas a condiciones desafiantes como la reutilización de la cama de una parvada anterior afectada por coccidiosis.

De manera similar, Beski et al., (2015b) alimentaron pollos de engorde con SDP en niveles de hasta 2% durante la fase inicial y observaron una mejora en la eficiencia alimenticia que persistió durante las fases de crecimiento y finalización, incluso después de que SDP ya no se incluyera en su dieta. Como ya se mencionó, la suplementación de SDP ha demostrado tener efectos positivos en el peso vivo de los pollos de engorde al momento del sacrificio (Alam et al., 2023); varios estudios, como los realizados por Franco-Rosselló et al., (2022) han examinado los efectos del SDP en aves de corral y observaron mejoras en el consumo de alimento, la tasa de crecimiento y la eficiencia alimentaria. Además, la inclusión de SDP resultó en una reducción en el peso relativo de la grasa abdominal en comparación con aves no suplementadas (Daneshmand et al., 2023).

4.5. Comparación entre diferentes fuentes proteicas y su aporte nutricional y energético

El aporte proteico del SDP se resumen en: 50-60% de albúmina, 40-50% de globulinas y 1-3% de fibrinógeno, aunque el contenido de proteína de SDAP es menor que el de la caseína (96 g/100 g), la calidad de esta proteína (basada en el perfil de AA) es relativamente alta. En cuanto al contenido de AAE, el SDP es superior a la proteína de soya, debido a diferentes en el aporte de lisina (Lys), triptófano (Trp) y treonina (Thr) en comparación con la proteína de soya aislada, la harina de gluten de maíz y la harina de soya (Kazimierska & Biel, 2023).

En el estudio, entre SDP versus globina, se reporta una mejora en el rendimiento del crecimiento, la digestibilidad total de proteínas, mejor retención de nitrógeno y mayor eficiencia en la utilización de energía durante la fase inicial en pollos de engorde alimentados con SDP, y en menor medida, con el tratamiento con globina, demostrando un impacto positivo en la productividad sin repercusiones negativas en la salud (Dabbou et al., 2021).

Khadour et al., (2022) analizaron la composición y la energía metabolizable aparente corregida para nitrógeno (EMAn) del SDP y de la harina de soya; los valores de proteína cruda para SDP y soya son similares a los valores reportados por el NRC, (1994) en 84,6% y 53,7%, respectivamente, como era de esperar, la SBM tiene más fibra (Tabla 7).

Tabla 7. Composición nutricional y energética de plasma animal secado por aspersión y harina de soya (base seca)

Elemento (%)	SDP	SBM
Proteína cruda	84,70	52,40
Grasa cruda	0,02	0,54
Fibra detergente ácida	0,70	9,80
Fibra detergente neutra	3.1	10,70
Fósforo	1,41	0,67
Cenizas	8,62	6,92
Energía bruta (Kcal/Kg)	5192,00	4741,00
EMAn (Kcal/kg)	3743,00	2669,00

EMAn: Energía metabolizable aparente corregida para nitrógeno; **SDP:** Plasma deshidratado; **SBM:** Soy Bean Meal: Pasta de soya. **Fuente:** Khadour et al., (2022).

En el estudio de Zhang et al., (2015) se evaluó la composición de cinco alimentos (Tabla 8), encontrando que el SDP tuvo la concentración más alta de proteína cruda (PC) 75,1%, contra otros ingredientes como la albúmina en polvo: 73,2%; harina de pescado: 67,2%; solubles porcinos secos: 51,7%; y huevo secado por aspersión: 42,8%.

Tabla 8. Composición de alimentos proteicos

Elemento (%)	Ingredientes				
	SPE	AP	SDPP	DPS	FM
Materia seca	96,23	93,37	91,56	93,42	92,75
Proteína Cruda	42,76	73,23	75,13	51,67	67,17
Ceniza	3,40	4,80	12,48	14,49	15,21
Calcio	0,15	0,12	0,29	0,33	3,20
Fosforo Total	0,55	0,67	1,22	0,52	2,25
Extracto etéreo hidrolizado ácido	35,8	7,70	0,90	8,69	9,08
Aminoácidos esenciales					
Arginina	2,91	4,84	4,30	3,39	3,68
Histidina	0,95	1,66	2,49	1,19	2,26
Isoleucina	1,94	3,10	2,50	2,35	2,62
Leucina	3,34	5,26	7,40	4,57	4,93
Lisina	2,68	8,73	6,44	2,91	5,39
Metionina	0,87	0,92	0,56	0,96	1,69
Fenilalanina	2,15	3,47	4,24	2,49	2,63
Treonina	1,68	2,54	4,13	1,82	2,84
Triptófano	0,51	0,74	1,45	0,78	0,72
Valina	2,12	3,14	4,65	2,74	3,06
Aminoácidos no esenciales					
Alanina	1,96	2,86	3,49	2,33	3,31
Ácido Aspártico	4,44	7,40	7,06	5,21	6,00
Cistina	0,76	0,94	2,18	0,47	0,45
Ácido glutámico	6,40	11,43	10,33	7,67	8,25
Glicina	1,59	2,66	2,54	2,75	4,12
Prolina	1,92	3,35	3,95	2,51	2,55
Serina	2,42	3,51	4,01	1,95	2,56
Tirosina	1,43	2,42	3,11	1,60	1,66

SPE: Huevo secado por aspersión; **AP:** albúmina en polvo; **SDPP:** plasma porcino secado por aspersión; **DPS:** solubles porcinos secos; **FM:** harina de pescado. **Fuente:** Zhang et al., (2015).

En conjunto, AP y SDPP son los ingredientes proteicos más competitivos entre las fuentes de proteínas probadas en términos de rendimiento debido a su alto contenido de nutrientes digestibles, mejor utilización de AA y abundancia de sustancias bioactivas (es decir, inmunoglobulinas, lisozima) que regulan los niveles inmunológicos y la microbiota intestinal. La SPE tiene un alto contenido de energía y AA digestibles, siendo comparable a la FM por su deseable digestibilidad ileal estandarizada (SID) de AA (Zhang et al., 2015).

4.6. Investigación y desarrollo del uso de SDP en dietas para pollos de engorde

Blue et al., (2023) en sus resultados de estudio evidenciaron que la utilización del SDP a un nivel de inclusión del 3% puede ser incluso una alternativa de reemplazo a los antibióticos promotores de crecimiento (APC) en las dietas de pollos de engorde. Este suplemento no solo mejoró la eficiencia de la conversión alimenticia, sino que también tuvo un impacto positivo en la composición de la microbiota intestinal y no condujo a la acumulación de especies reactivas de oxígeno (ROS), lo que mitigó el estrés oxidativo.

Un hallazgo crucial de Ruff et al., (2021) fue la disminución de los heterófilos y el aumento de la concentración de inmunoglobulinas, lo que respaldó la integridad de la barrera intestinal y fomentó un incremento en la población de *Bifidobacterium*, una bacteria con potencial como probiótico. Esta modulación de la microbiota intestinal resulta beneficioso para mantener la homeostasis intestinal y mejorar la salud gastrointestinal de los pollos.

El uso de antibióticos está disminuyendo debido a la preocupación de generar resistencias antimicrobianas que podrían transferirse a los humanos. Debido al modo de acción del SDP que mejora la salud intestinal y apoya el sistema inmunológico, se ha estudiado como alternativa o complemento a los antibióticos promotores del crecimiento (Campbell et al., 2019). Walters et al., (2019) evaluaron del SDP en pollos de engorde en presencia o ausencia de bacitracina disalicilato de metíleno (BMD) para estimar el uso potencial de SDP como alternativa a los antibióticos o su uso en combinación con BMD. Se usó SDP del 0 o 2% durante 10 días y BMD a 0 o 50 g/tonelada durante todo el estudio, demostrando que los efectos de la inclusión de SDP en la dieta inicial determinó mejoras en peso corporal y conversión alimenticia. Se ha observado que el estrés por calor ejerce efectos adversos en el peso corporal, consumo de alimento y resistencia ósea de los pollos, al mismo tiempo que aumenta la conversión alimenticia y la permeabilidad intestinal, sin embargo, investigaciones han demostrado que la inclusión de SDP durante periodos de estrés térmico prolongado puede atenuar efectos negativos, permitiendo mantener el peso corporal, mejorar la integridad de la barrera intestinal, la permeabilidad intestinal y la fuerza ósea en aves alimentadas (Ruff, Barros, Campbell, González Esquerra, et al., 2021).

5. Materiales y Métodos

5.1. Área de estudio

El experimento se llevó a cabo en un plantel avícola ubicado en la provincia del Azuay, cantón Cuenca, parroquia El Valle (Figura 2), con una altitud 2.659 m.s.n.m y con coordenadas geográficas de 2°57'01"S 78°57'41"W. Las condiciones meteorológicas donde se realizó el experimento tenía un clima templado frío, una temperatura que oscilaba entre los 12 y 20 °C durante el día y en la noche a 5°C.

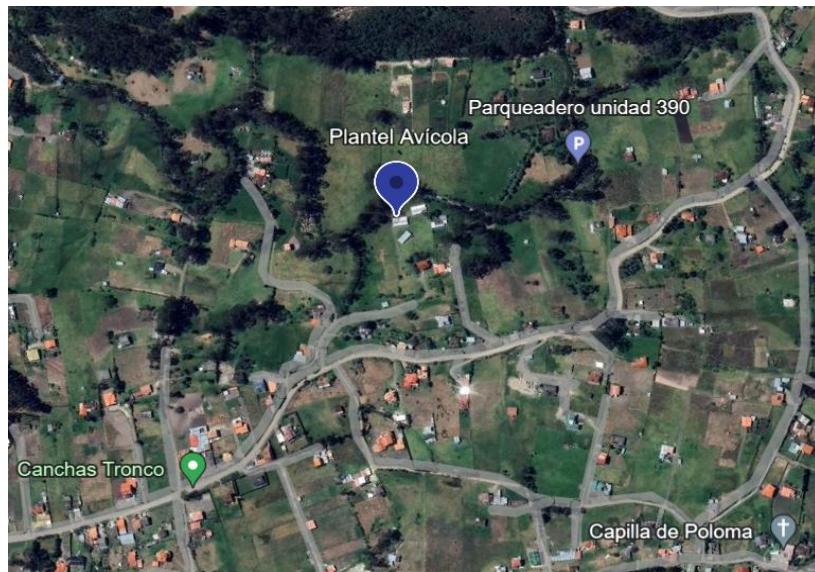


Figura 2. Ubicación satelital del plantel avícola, parroquia El Valle. **Fuente:** Directorio Cartográfico de Google Earth, 2024.

5.1.1. Tratamientos

Las dietas que se implementaron en este experimento fueron formuladas a base de maíz y pasta de soya, el perfil nutricional que se usó corresponde a las tablas brasileñas para aves y cerdos (Ver Tabla 9) (Rostagno et al., 2017), se añadió el plasma deshidratado al 3% (Ver Tabla 11), y harina de subproductos avícolas al 5% (Ver Tabla 12). Tanto el tratamiento 1 y 3 fueron administrados desde el día 1 al 49, mientras que el tratamiento 2 que correspondiente al plasma deshidratado se administró del día 1 al 7, posteriormente se continuó con una dieta a base de maíz y pasta de soya. La presentación física del alimento fue en migaja y los tratamientos aplicados se diferenciaron por la inclusión o no de harinas de origen animal (Ver Tabla 10):

- Tratamiento 1: Dieta vegetal o control (aplicado todo el experimento)
- Tratamiento 2: Plasma deshidratado al 3% de inclusión (del día 1 al 7 de edad)

- Tratamiento 3: Harina de subproductos avícolas (HSA) al 5% de inclusión

Tabla 9. Programa nutricional para el experimento

Descripción	Unidad	Valores				
Edad	Días	1-7	8-21	22-33	34-42	43-49
EMAn	Kcal/kg	2.975,00	3.050,00	3.150,00	3.200,00	3.250,00
Proteína Cruda	%	23,00	22,00	20,00	17,50	17,00
Calcio	%	0,945	0,842	0,720	0,592	0,536
Fósforo Disponible	%	0,451	0,400	0,346	0,276	0,250
Lisina DIE	%	1,254	1,195	1,078	0,955	0,887
Metionina DIE	%	0,514	0,490	0,442	0,392	0,363
Metionina + Cisteína DIE	%	0,928	0,884	0,798	0,707	0,656
Treonina DIE	%	0,828	0,789	0,712	0,630	0,586
Triptófano DIE	%	0,226	0,215	0,194	0,172	0,160
Arginina DIE	%	1,341	1,279	1,154	1,022	0,949
Glicina + Serina DIE	%	1,843	1,757	1,445	1,280	1,188
Valina DIE	%	0,965	0,920	0,830	0,736	0,683
Isoleucina DIE	%	0,840	0,801	0,733	0,650	0,603
Leucina DIE	%	1,341	1,279	1,165	1,032	0,958

EMAn: Energía metabolizable aparente corregida para nitrógeno, **DIE** = digestibilidad ileal estandarizada. **Fuente:** Adaptado de (Rostagno et al., 2017).

Tabla 10. Dietas administradas en el experimento

Ingredientes	Preinicial 1-7 d			Inicial 8-21 d			Crecimiento 22-33 d			Desarrollo 34-42 d			Finalizador 43-49 d		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
Maíz Molido	56,10	56,90	55,60	61,50	61,62	61,62	67,23	67,11	67,11	67,23	67,11	67,11	67,23	67,11	67,11
Pasta de Soya	38,10	35,90	32,40	30,60	30,60	30,60	25,00	25,00	25,00	24,00	24,00	24,00	23,00	23,00	23,00
Harina de Subproductos Avícolas	-	-	5,00	1,50	1,50	1,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Plasma Deshidratado	-	3,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Salvado de Trigo	-	-	2,50	1,00	1,00	1,00	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Aceite de Palma	1,60	1,00	1,00	1,30	1,30	1,30	1,50	1,50	1,50	1,70	1,70	1,70	2,00	2,00	2,00
Núcleo Microingredientes	4,20	3,71	3,50	4,10	3,98	3,98	3,77	3,89	3,89	4,57	4,69	4,69	5,27	5,39	5,39
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

T1: Dieta control vegetal; T2: Plasma deshidratado al 3%; T3: Harina de subproductos avícolas al 5%

5.1.2. Distribución de las unidades experimentales

Para este estudio se emplearon un total de 777 pollitos de la línea Cobb 500 de un día de edad con un peso promedio de $40\text{ g} \pm 4$, estos fueron distribuidos: en tres tratamientos, con siete réplicas por tratamiento, un total de 21 unidades experimentales, 37 individuos por unidad experimental y 259 individuos por cada tratamiento (Figura 3):

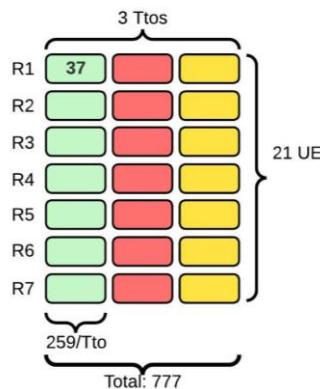


Figura 3. Distribución de las unidades experimentales

5.1.3. Criterios de inclusión y exclusión

- Peso promedio de pollito $40\text{ g} \pm 4$
- Pollitos hembras y machos

Tabla 11. Composición del plasma deshidratado AP920®

Componente	Unidad	Valores
Hierro	ppm	90
Calcio	%	0,15
Fósforo	%	1,3
Sodio	%	2,2
Cloro	%	1,1
Ceniza (Max.)	%	10
Proteína Cruda (Min.)	%	78
Humedad	%	8
Extracto Etéreo	%	0,3
EMAn (Aves 10 días)	Kcal/Kg	3.578
EMAn (Aves 21 días)	Kcal/Kg	3.938
Lisina	%	6,8
Metionina	%	0,8
Cisteína	%	2,5
Treonina	%	4,3
Triptófano	%	1,4

EMAn: Energía metabolizable aparente corregida para nitrógeno. **Fuente:** Adaptado de Angulo & Cubiló, (1998); APC, (n.d.).

5.1.4. Variables

5.1.4.1. Variable independiente

- Tratamiento 1: Dieta vegetal (compuesta por maíz y soya),
- Tratamiento 2: Plasma deshidratado al 3% de inclusión
- Tratamiento 3: Harina de subproductos avícolas al 5% de inclusión

Tabla 12. Composición de harina de subproductos avícolas

Nutrientes	Unidad	Valor
Materia Seca	%	92,00
Humedad	%	8,00
Proteína Cruda	%	60,00
Extracto Etéreo	%	15,00
Fibra Cruda	%	2,00
Extracto No Nitrogenado	%	2,00
Cenizas Totales	%	13,00
Lisina (Lys) Total	%	2,20
Metionina (Met) Total	%	0,50
Cistina (Cis) Total	%	3,50
Metionina + Cistina Total	%	4,00
Treonina Total	%	3,30
Triptófano Total	%	0,60
Isoleucina Total	%	3,20
Leucina Total	%	6,30
Valina Total	%	5,00
Arginina Total	%	5,00
Calcio	%	2,50
Fosforo Total	%	1,25
Na Total	%	0,35
K	%	0,35
Cl	%	0,34
Na + K - Cl	meq/100 g	146,14
EMA Aves	Kcal/Kg	3.250,00
Lisina-d Aves	%	1,58
Metionina-d Aves	%	0,40
Cisteína-d Aves	%	2,45
Metionina +Cisteína-d Aves	%	2,80
Treonina-d Aves	%	2,57
Triptófano-d Aves	%	0,49
Isoleucina-d Aves	%	2,62
Leucina-d Aves	%	4,79
Valina-d Aves	%	3,90
Arginina-d Aves	%	4,00
Glicina + Serina-d Aves	%	7,78

EMAn: Energía metabolizable aparente corregida para nitrógeno; **d:** digestibles (digestibilidad ileal estandarizada). **Fuente:** Alimentos Alibalgran Cia. Ltda. (2024)

5.1.4.2. Variables dependientes

Los indicadores productivos fueron evaluados semanalmente desde el día 1 de recepción hasta el final del experimento en el día 49.

Indicadores	Unidad
Peso Corporal	Kg
Coeficiente de variación	%
Consumo semanal de alimento	Kg/ave
Consumo acumulado de alimento	Kg/ave
Índice de conversión	g/g
Mortalidad total	%
Rendimiento a la canal (42 y 49 días de edad) 1 pollo por UE	
▪ Peso vivo (PV; ayuno 6 horas)	
▪ Canal completa (g y % del PV)	
▪ Pechuga (g y % del PV)	
▪ Grasa abdominal (g y % del PV)	
Costos de producción (42 y 49 día de edad) - se hacen cálculos por cada UE	\$ / Kg de peso vivo y faenado
Índice de eficiencia europeo (IEE)	Puntaje

5.1.5. Metodología de medición y toma de datos

5.1.5.1. Peso corporal

Para medir esta variable se registró el peso grupal de cada UE y se calculó el promedio del peso de cada animal, este procedimiento se realizó semanalmente, siendo el día 0 el primer pesaje y el día 49 el último.

5.1.5.2. Coeficiente de variación (CV)

Se realizó un pesaje individual de 10 pollos en cada unidad experimental para proceder a determinar el CV de cada repetición a las semanas: 1, 3, 5 y 7.

$$CV = \frac{DS}{\bar{x}}$$

DS = Desviación estándar

\bar{x} = promedio

5.1.5.3. Consumo de alimento semanal y acumulado

Para calcular el consumo de alimento semanal y acumulado se registró el consumo diario de alimento de cada UE, para ello se pesó el alimento colocado diariamente al inicio del día y el alimento sobrante al final del mismo día, el alimento consumido fue dividido para los pollos vivos de cada UE. Cada semana los datos recolectados fueron totalizados para calcular el consumo semanal y el consumo acumulado por cada ave en las unidades Kg por ave.

5.1.5.4. Índice de conversión

Es un valor que indica la eficacia con la que el animal es capaz de transformar el alimento que ingiere en peso corporal y relaciona el consumo para el peso. Esta variable fue determinada de forma semanal y acumulada, utilizando la siguiente fórmula:

$$IC = \frac{\text{Consumo acumulado de alimento en la UE (Kg)}}{\text{Biomasa de la UE (Kg)}}$$

5.1.5.5. Mortalidad total

En este indicador se registró el número de pollos muertos a lo largo del estudio de forma semanal y acumulada, y transformado a unidades porcentuales aplicando las siguientes formulas:

$$\text{Mortalidad semanal} = \frac{\text{Nº de aves muertas en la semana}}{\text{Nº de aves iniciales}} \times 100$$

$$\text{Mortalidad acumulada} = \frac{\text{Nº de aves muertas acumuladas}}{\text{Nº de aves iniciales}} \times 100$$

5.1.5.6. Rendimiento de la canal

En los días 42 y 49 se seleccionó al azar un ave por cada UE (7 aves por tratamiento) para su sacrificio hubo un previo ayuno de seis horas y se procedió a su proceso de faena. El cálculo se realizó considerando la carcasa o canal eviscerada sin plumas, patas, cabeza y pescuezo para ser relacionada al peso vivo del ave $[(\text{peso carcasa}/\text{peso vivo}) * 100]$. Adicionalmente, se calculó el rendimiento de la pechuga como porcentaje del PV y grasa abdominal (% del PV).

5.1.5.7. Costos de producción y análisis económico

Se realizó un cálculo de costos de producción por kilogramo de pollo vivo y por Kg de pollo faenado en cada UE, para llevar este valor a una media por tratamiento al día 42 y 49 de edad. Se obtuvieron los valores de producción mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Costo de Kg de pollo vivo} = \frac{\text{Gastos totales}}{\text{Kg totales producidos}}$$

En los gastos totales, a más de tomar en cuenta el costo de alimentación, se simularon los diferentes costos como si fueran condiciones reales de producción tomando en cuenta los siguientes ítems:

- Costo de pollito
- Alquiler o arrendamiento de las instalaciones

- Mano de obra
- Calefacción
- Gastos varios

Igualmente, el análisis económico se realizó con base a los costos de producción, precio de venta del momento y la rentabilidad calculada en el día 42 y 29, en cada una de las UE de los tratamientos aplicados en el presente ensayo.

5.1.5.8. Índice de eficiencia europeo, o factor europeo de eficiencia productiva (IEE o FEEP)

El IEE integra tres aspectos clave para evaluar la rentabilidad en la producción de pollos de engorde: la ganancia diaria, el índice de conversión y la mortalidad. Esta integración se logra mediante una fórmula única, que permite evaluar de manera rápida y eficiente cuál de los lotes de pollos fue el más rentable (Castello, 2008), para este cálculo se utilizó la siguiente fórmula dentro de cada UE:

$$IEE = \frac{\% \text{ de supervivencia} \times \text{Peso promedio en Kg} \times 100}{\text{Edad en días} \times \text{Índice de conversión}}$$

5.1.6. Diseño experimental y análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron procesados y tabulados en Microsoft Excel ® y posteriormente se exportaron al paquete SPSS® versión 22.0 para el análisis estadístico. Se verificó normalidad de todos los datos mediante la prueba de Shapiro Wilk ($n < 50$), en caso de las variables mortalidad total y rendimiento a la canal se aplicó la transformación de datos por Arcoseno. Posteriormente se aplicó un ANOVA y las diferencias entre tratamientos se determinaron con la prueba de Duncan ($p < 0,05$). Las diferencias se consideraron estadísticamente significativas a partir de $p < 0,05$ y los que estuvieron entre 0,051 y 0,10 se consideraron como tendencia estadística. Para las variables de evaluación semanal y que involucre a los mismos individuos se aplicó un ANOVA en bloques al azar.

6. Resultados y Discusión

6.1. Peso corporal

El peso vivo semanal se observa en la (Tabla 13) que hubo diferencias significativas entre tratamientos ($P<0,05$), en la semana 4, se observó una diferencia significativa a favor del T2 ($P<0,05$), con una ganancia de peso media de 1,333 que fue mayor a T1 y T3 en esa misma semana con promedios de 1,290 y 1,303 respectivamente. Lo que indica una mejor asimilación de los nutrientes para el aumento de peso, destacando las ventajas atribuidas al SDP. Estos resultados coinciden con diversos estudios, como el de Librera *et al.*, (2005), quienes, al comparar dietas con distintas harinas de origen animal en pollos camperos, también reportaron diferencias favorables para este tipo de dietas. Santos Falconez *et al.*, (2021) encontraron mayores beneficios en dietas de residuos de origen animal en comparación con dietas a base de maíz y pasta de soya sobre las variables peso vivo y conversión alimenticia. Gómez-Verduzco *et al.* (2023) obtuvieron resultados similares a la actual investigación tras la adición de SDP al 2% al alimento de pollos de engorde, sugiriendo que este producto promueve el aumento de peso corporal en la semana 1 y semana 7, incluso con la presencia de micotoxinas en la dieta. De igual manera, Ruff *et al.* (2021) demostraron que la adición de SDP al 2% durante los primeros once días de vida aumenta el peso corporal en un 6% y 10% en pollos sin estrés y con estrés por calor, respectivamente.

Tabla 13. Peso corporal semanal promedio (Kg/ave)

Edad (semanas)	Tratamientos						Global		
	T1		T2		T3		Media	DE	CV
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	CV
1	0,176	0,002	0,171	0,002	0,170	0,001	0,172	0,001	2,79
2	0,448	0,004	0,448	0,003	0,440	0,004	0,443	0,003	2,41
3	0,758	0,005	0,763	0,007	0,752	0,007	0,754	0,006	2,34
4	1,290 ^a	0,012	1,333 ^b	0,011	1,303 ^{ab}	0,011	1,311	0,011	2,48
5	1,926	0,017	1,905	0,016	1,910	0,033	1,913	0,019	3,42
6	2,565	0,039	2,516	0,060	2,542	0,024	2,543	0,041	4,87
7	3,386	0,070	3,412	0,040	3,276	0,051	3,358	0,053	4,63

^{a, b} Literales diferentes en la misma fila indican diferencias significativas ($P<0,05$; prueba de Duncan). T1: Dieta vegetal; T2: Plasma deshidratado al 3%; T3: Harina de subproductos avícolas al 5%. DE: Desviación estándar.

Previo al análisis de consumo de alimento, índice de conversión, mortalidad y costos de producción, cabe indicar que durante el periodo experimental del estudio hubo un desafío

ambiental significativo. Este desafío fue el principal causante de la mortalidad, la cual se debió en gran medida al síndrome de hipertensión pulmonar o síndrome ascítico en pollos de engorde.

6.2. Consumo de alimento semanal y acumulado

No existe evidencia significativa que demuestre un efecto positivo o negativo del SDP en el consumo de alimento tanto semanal (Tabla 14) como consumo acumulado (Tabla 15), sin embargo, diferentes investigaciones sugieren que la inclusión de proteína alternativa como el SDP de origen porcino aumenta la ingesta de alimento en cerdos a través de mejoras en la palatabilidad (Ermer et al., 1994). Granghelli et al. (2023), en su estudio en progenie de gallinas reproductoras, pudo demostrar que a los 42 días después de la eclosión los pollos de engorde presentaron un mayor consumo de alimento y ganancia de peso.

Tabla 14. Consumo de alimento semanal (kg/ave)

Edad (semanas)	Tratamientos						Global		
	T1		T2		T3		Media	DE	CV
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	CV
1	0,116	0,001	0,127	0,002	0,12	0,001	0,124	0,001	3,38
2	0,294	0,005	0,309	0,004	0,308	0,006	0,304	0,004	4,87
3	0,443	0,009	0,43	0,019	0,455	0,005	0,446	0,011	4,92
4	0,889	0,006	0,899	0,013	0,873	0,009	0,885	0,009	3,10
5	0,985	0,01	0,995	0,015	1,016	0,015	0,997	0,013	3,79
6	1,192	0,016	1,193	0,024	1,182	0,018	1,19	0,019	4,74
7	1,192	0,016	1,193	0,024	1,182	0,018	1,19	0,019	4,74

* No se presentaron diferencias significativas ($P<0,05$) con la prueba de Duncan. T1: Dieta vegetal; T2: Plasma deshidratado al 3%; T3: Harina de subproductos avícolas al 5%. DE: Desviación estándar.

De acuerdo con Van Dijk et al., (2001), el SDP se considera una fuente de proteínas de alto valor nutricional, al tener una excelente proporción de aminoácidos y un alto nivel de proteínas globulares que estimulan el consumo de alimento y el crecimiento.

6.3. Índice conversión alimenticia

No hubo evidencia significativa en ninguno de los tratamientos, sin embargo, los tratamientos (T2 y T3) tuvieron efectos importantes sobre esta variable en la semana 6 en las aves con valores de 1,80 a 1,86 kg/kg, respectivamente e influyeron eficientemente en el comportamiento productivo de los pollos (Tabla 16). Estos valores se encuentran dentro del

rango de conversión alimenticia para pollos de engorde 1,80 a 1,90 señalada por Lazo, (2016) que afirma que la harina de sangre tiene influencia en la conversión alimenticia en los pollos Broilers Cobb-500 en etapa inicial, debido a que los pollos aprovechan de manera eficiente sus nutrientes como proteína (17-42%), vitaminas y cenizas, que son muy digeribles.

Tabla 15. Consumo de alimento acumulado (kg/ave)

Edad (semanas)	Tratamientos						Global		
	T1		T2		T3		Media	DE	CV
	Media	DE	Media	DE	Media	DE			
1	0,126	0,001	0,127	0,002	0,12	0,001	0,125	0,001	3,38
2	0,41	0,016	0,426	0,004	0,428	0,007	0,425	0,009	3,97
3	0,858	0,012	0,856	0,01	0,863	0,008	0,858	0,01	3,43
4	1,737	0,013	1,745	0,021	1,746	0,014	1,739	0,016	2,64
5	2,712	0,021	2,72	0,034	2,742	0,026	2,728	0,027	2,85
6	3,904	0,029	3,913	0,053	3,924	0,041	3,917	0,039	3,05
7	5,107	0,042	5,117	0,075	5,116	0,058	5,102	0,048	3,32

* No se presentaron diferencias significativas ($P<0,05$) con la prueba de Duncan. T1: Dieta vegetal; T2: Plasma deshidratado al 3%; T3: Harina de subproductos avícolas al 5%. DE: Desviación estándar.

De igual manera en un estudio realizado por Hasanzadeh, (2014), en el cual emplearon harina de subproductos avícolas (2, 4, 6, 8 y 10%), evidenciaron que los pollos de engorde alimentados con 8 % de harina de subproductos de ave tuvieron el mayor aumento de peso, peso relativo de la canal, pechuga y muslo. Además, la mejor proporción de conversión alimenticia se observó en los pollos alimentados con un 2 % de harina de subproductos de ave en la dieta. Por último, Blue et al., (2023) evaluaron el efecto de la adición de maíz -soya y plasma deshidratado a diferentes concentraciones (1%, 2%,3%) en la dieta desde la etapa inicial hasta los 21 día de edad, obteniendo una conversión alimenticia significativamente más baja en los pollos alimentados con T2 y en la semana 4 se evidenció un mejor peso promedio en pollos que consumieron dicha dieta debido a que fue mejor aprovechada por el animal.

6.4. Coeficiente de variación

Se realizó la comparación estadística entre los diferentes tratamientos que conforman la muestra, que presentan una variabilidad muy baja (Tabla 17), de manera general, no se encontraron diferencias significativas ($P>0,05$).

Tabla 16. Índice de Conversión (g/g)

Edad (semanas)	Tratamientos						Global		
	T1		T2		T3		Media	DE	CV
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	CV
1	0,711	0,012	0,728	0,013	0,733	0,012	0,726	0,012	2,81
2	1,153	0,022	1,116	0,016	1,149	0,031	1,141	0,018	4,43
3	1,454	0,036	1,364	0,034	1,327	0,029	1,383	0,032	4,58
4	1,582	0,022	1,529	0,031	1,485	0,019	1,536	0,024	3,83
5	1,667	0,043	1,665	0,045	1,589	0,044	1,637	0,044	5,64
6	1,791	0,043	1,864	0,096	1,741	0,067	1,803	0,068	8,72
7	1,934	0,056	1,907	0,047	1,851	0,053	1,895	0,052	6,52

* No se presentaron diferencias significativas ($P<0,05$) con la prueba de Duncan. T1: Dieta vegetal; T2: Plasma deshidratado al 3%; T3: Harina de subproductos avícolas al 5%. DE: Desviación estándar.

Tabla 17. Coeficiente de Variación (%)

Edad (semanas)	Tratamientos						Global		
	T1		T2		T3		Media	DE	CV
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	CV
1	13,1	1,21	11,5	1,67	10,1	1,42	11,6	0,84	13,1
3	8,8	0,98	8,4	0,78	8,8	1,21	8,7	0,55	8,8
5	8,6	1,06	9,2	0,42	7,7	1,02	8,5	0,50	8,6
7	11,0	1,51	11,1	0,91	9,2	0,95	10,5	0,66	11,0

* No se presentaron diferencias significativas ($P<0,05$) con la prueba de Duncan. T1: Dieta vegetal; T2: Plasma deshidratado al 3%; T3: Harina de subproductos avícolas al 5%. DE: Desviación estándar.

6.5. Mortalidad semanal y acumulada; mortalidad por ascitis semanal y acumulada

En la mortalidad, de la semana 1 a la 3 se encontraron diferencias estadísticas significativas de manera indistinta entre tratamientos, detallados en la (Tabla 18). En la semana 1, el T1 tuvo la menor tasa de mortalidad (1,6%), seguida por la semana 2 el T2 (16,2%) y en la semana 3 el T3 (6,9%). Numéricamente, la mayor tasa de mortalidad semanal se registró en la semana 2, con el tratamiento T1 alcanzando el valor más alto del experimento (22,9%). De la semana 4 a la 7 no hubo diferencia significativa entre los tratamientos. Fasina et al., (2021) observaron que el uso del SDP al 3% durante 42 días del experimento, mitigó los efectos adversos del desafío de *Salmonella Enteritis* (SE) durante las primeras 2 semanas, también

señalan que hubo una mayor mortalidad en aves desafiadas con SE en comparación con aves no desafiadas. Proponiendo así, un régimen dietético en el que se debe utilizar el SDP como promotor profiláctico del crecimiento en el alimento en dietas de inicio durante las primeras 2 a 3 semanas de vida.

Tabla 18. Mortalidad semanal (%)

Edad (semanas)	Tratamientos						Global		
	T1		T2		T3		Media	DE	CV
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	CV
1	1,6 ^b	0,55	4,7 ^a	0,80	4,7 ^a	0,76	3,70	0,51	61,63
2	22,9 ^a	2,03	16,2 ^b	1,64	18,7 ^{ab}	3,05	19,30	1,41	31,74
3	17,8 ^a	1,92	15,8 ^a	3,29	6,9 ^b	1,87	13,50	1,71	55,49
4	4,40	1,33	6,10	1,47	3,90	0,88	4,80	0,72	63,90
5	5,70	2,33	4,60	1,81	3,90	1,77	4,70	1,10	99,18
6	5,90	1,24	7,80	1,15	4,40	2,48	6,00	1,00	71,22
7	9,60	3,37	8,10	2,51	6,30	2,11	8,00	1,52	81,10

^{a, b} Literales diferentes en la misma fila indican diferencias significativas ($P<0,05$; prueba de Duncan). T1: Dieta vegetal; T2: Plasma deshidratado al 3%; T3: Harina de subproductos avícolas al 5%. DE: Desviación estándar.

La mortalidad acumulada (Tabla 19) fue significativa en todos los períodos temporales y entre los tratamientos ($P<0,05$), a excepción de la semana 2. De la semana 3 a la 7 el T3 tuvo la menor tasa de mortalidad (30,3%) y (48,9%) respectivamente, mientras que el T1 tuvo la mayor tasa de mortalidad (42,2%) y (67,9%) de la semana 3 y 7. En la semana 6 y 7 tanto el T1 como T2 no tuvieron diferencia significativa. Los resultados obtenidos no coinciden con Walters et al., (2019) debido a que la mortalidad no se vio influenciada tras la suplementación con plasma deshidratado al 2% en pollos de engorde machos con y sin la adición de bacitracina durante la fase inicial (día 1 al 10). Por otro lado, Bregendahl et al., (2005) alimentaron a niveles graduales de SDBP (0 a 2% de la dieta) a pollos de engorde machos (Ross 308) de 1 a 42 días de edad, estos fueron sometidos a un ambiente desafiante, como resultado, obtuvieron una tasa de mortalidad más alta. Campbell et al., (2019) llegaron a la conclusión de que los beneficios de alimentar con SDP puede ser más pronunciado cuando se administran en aves con mayor exposición a patógenos, sin embargo, en el presente estudio pese a que los individuos fueron desafiados ambientalmente no hubo una respuesta beneficiosa en el uso del SDP al 3%.

Tabla 19. Mortalidad acumulada (%)

Edad (semanas)	Tratamientos						Global		
	T1		T2		T3		Media	DE	CV
	Media	DE	Media	DE	Media	DE			
1	1,6 ^b	0,55	4,7 ^a	0,80	4,7 ^a	0,76	3,70	0,51	61,63
2	24,50	2,32	20,90	1,68	23,40	3,44	22,90	1,45	27,22
3	42,2 ^a	3,29	36,7 ^{ab}	3,42	30,3 ^b	3,25	36,40	2,12	25,33
4	46,6 ^a	3,62	42,8 ^{ab}	4,36	34,2 ^b	3,61	41,20	2,42	25,52
5	52,4 ^a	5,05	47,3 ^{ab}	5,21	38,2 ^b	3,22	46,00	2,84	26,76
6	58,3 ^a	5,08	55,2 ^a	5,77	42,6 ^b	4,01	52,00	3,13	26,18
7	67,9 ^a	4,24	63,3 ^a	6,63	48,9 ^b	4,80	60,00	3,43	24,89

^{a, b} Literales diferentes en la misma fila indican diferencias significativas ($P<0,05$; prueba de Duncan). T1: Dieta vegetal; T2: Plasma deshidratado al 3%; T3: Harina de subproductos avícolas al 5%. DE: Desviación estándar.

La mortalidad semanal por el síndrome ascítico (Tabla 20), no fue significativa en los períodos temporales, a excepción de la semana 3 donde el T3 tuvo la menor tasa de mortalidad (6,4%). La mortalidad acumulada (Tabla 20) fue significativa en todos los períodos temporales ($P<0,05$), a excepción de la semana 2; estadísticamente los dos tratamientos T1 y T2 son similares, siendo los de mayor tasa de mortalidad de la semana 3 (T1 28,5% y T2 24,9%) a la 7 (T1 50,2% y T2 48,1%) y el T3 de menor tasa de mortalidad de la semana 3 a la 7. Se obtuvieron resultados similares con Bregendahl et al., (2005) los cuales ofrecieron niveles graduados de SDP (0 a 2%) a pollos de engorde en un ambiente desafiante, como resultado, pollos menores de 2 semanas de edad, independientemente de la dieta, murieron por infecciones por *E. coli* y *Streptococcus*, mientras que pollos mayores de 2 semanas de edad murieron por síndrome ascítico, la alta incidencia en todos los tratamientos probablemente fue instigada por el programa de iluminación, que se alargó en un intento de aumentar el consumo de alimento y la tasa de crecimiento. (Blue et al., 2023; Fasina et al., 2021; Khadour et al., 2022; Muñoz et al., 2020), indican que no se observa ni se asigna gran importancia a la mortalidad en relación con los diferentes niveles de inclusión de SDP en los tratamientos. Esto podría deberse a la baja incidencia de mortalidad por ascitis, dado que los estudios podrían haberse realizado en condiciones climáticas diferentes donde este problema metabólico no representa un desafío significativo.

Tabla 20. Mortalidad semanal y acumulada por síndrome ascítico (%)

Edad (semanas)	Tratamientos						Global		
	T1		T2		T3		Media	DE	CV
Mortalidad semanal por síndrome ascítico (%)									
1	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2	12,9	2,19	9,1	0,93	10,8	2,99	10,9	1,26	49,41
3	15,7 ^a	1,77	15,8 ^a	3,29	6,4 ^b	1,93	12,6	1,65	57,35
4	3,8	1,13	4,2	2	2,3	1,21	3,5	0,84	103,87
5	4,8	2,05	4,6	1,81	2,2	0,79	3,9	0,94	103,88
6	3,5	1,42	6,3	1,88	3,1	1,77	4,3	0,98	98,72
7	9,6	3,37	8,1	2,51	6,3	2,11	8	1,52	81,1
Mortalidad acumulada por síndrome ascítico (%)									
Edad (semanas)	Tratamientos						Global		
	T1		T2		T3		Media	DE	CV
1	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2	12,9	2,19	9,1	0,93	10,8	2,99	10,9	1,26	49,41
3	28,5 ^a	2,48	24,9 ^a	3,08	17,3 ^b	1,76	23,5	1,73	32,15
4	32,3 ^a	2,33	29,1 ^a	3,46	19,6 ^b	2,92	27	2,01	32,67
5	37,2 ^a	4,06	33,7 ^a	4,02	21,8 ^b	2,61	30,9	2,47	35,07
6	40,6 ^a	3,49	40,0 ^a	4,8	24,9 ^b	2,56	35,2	2,61	32,59
7	50,2 ^a	4,04	48,1 ^a	5,04	31,2 ^b	3,12	43,2	2,96	30,13

^{a, b} Literales diferentes en la misma fila indican diferencias significativas ($P<0,05$; prueba de Duncan). T1: Dieta vegetal; T2: Plasma deshidratado al 3%; T3: Harina de subproductos avícolas al 5%. DE: Desviación estándar.

6.6. Rendimiento a la canal

En las variables consideradas para el sacrificio al día 42 (Tabla 21), se encontraron las siguientes diferencias estadísticas ($P<0,05$) en el peso vivo el T1 tuvo el mayor valor (2937,14 g), en cuanto a canal completa no hubo diferencia significativa, para el peso de la pechuga el mejor tratamiento fue el 1 (849,29 g), al igual que de grasa abdominal (1,15%). En el rendimiento a la canal, pechuga y grasa abdominal expresado en porcentaje no hubo diferencias significativas.

Tabla 21. Efecto de los tratamientos sobre peso vivo, canal completa, pechuga, grasa abdominal (g) y rendimiento de canal (%), pechuga (%) y grasa abdominal (%) al día 42

Tratamientos	Peso vivo (g)	Peso canal completa (g)	Peso pechuga (g)	Peso grasa abdominal (g)	Rto. canal completa (%)	Rto. pechuga (%)	Grasa abdominal (%)
T1	2937,14 ^a	2227,14	849,29 ^a	33,57 ^a	75,83	28,98	1,15
T2	2774,29 ^{ab}	2129,14	798,43 ^{ab}	28,14 ^{ab}	76,77	28,87	1
T3	2690,71 ^b	2053,86	751 ^b	24,71 ^b	76,27	27,85	0,91
DE	64,88	50,94	20	1,89	0,37	0,37	0,06
CV (%)	10,62	10,92	11,46	30,11	2,21	5,87	25,11

a, b Literales diferentes en la misma columna indican diferencias significativas ($P<0,05$; prueba de Duncan). Rto: Rendimiento (%) con relación al peso vivo; T1: Dieta vegetal; T2: Plasma deshidratado al 3%; T3: Harina de subproductos avícolas al 5%. DE: Desviación estándar.

Al día 49 (Tabla 22), se obtuvieron diferencias significativas, siendo el T2 el mejor en cuanto al peso vivo (3862,14 g) y canal completa (3025,57 g). En el peso de la pechuga tanto el T1 (1131,29 g) y T2 (1174,14 g) no se hallaron diferencias significativas, aunque el T3 se estableció con el menor peso (1039,14 g). En cuanto a la grasa abdominal, no hubo diferencias significativas. Para las variables: rendimiento a la canal, pechuga y grasa abdominal no hubo diferencia significativa en ningún tratamiento. Sin embargo, se puede observar un mayor porcentaje de rendimiento a la canal y pechuga en el T1.

Tabla 22. Efecto de los tratamientos sobre peso vivo, canal completa, pechuga, grasa abdominal (g) y rendimiento de canal, pechuga y grasa abdominal (%) al día 49

Tratamientos	Peso vivo (g)	Peso canal completa (g)	Peso pechuga (g)	Peso grasa abdominal (g)	Rto. canal completa (%)	Rto. pechuga (%)	Grasa abdominal (%)
T1	3651,43 ^b	2929 ^{ab}	1131,29 ^a	46,57	80,28	31,11	1,29
T2	3862,14 ^a	3025,57 ^a	1174,14 ^a	51,29	78,32	30,48	1,34
T3	3524,29 ^b	2734,57 ^b	1039,14 ^b	40,71	77,7	29,56	1,14
DE	84,18	69,05	23,62	2,76	0,87	0,43	0,07
CV (%)	10,49	10,92	9,71	27,36	5,03	6,53	26,72

a, b Literales diferentes en la misma columna indican diferencias significativas ($P<0,05$; prueba de Duncan). Rto: Rendimiento (%) con relación al peso vivo; T1: Dieta vegetal; T2: Plasma deshidratado al 3%; T3: Harina de subproductos avícolas al 5%. DE: Desviación estándar.

En ambos períodos, las variables determinadas por sexo como el peso vivo, la canal completa y la pechuga mostraron mejores resultados en los machos (Tabla 23). El rendimiento a la

canal completa y grasa abdominal no tuvo diferencia significativa en ningún día de sacrificio, para el rendimiento de la pechuga expresado en porcentaje en el día 49 las hembras tuvieron mejores resultados (31.52%). Los resultados son consistentes con los hallazgos de Bregendahl et al., (2005) donde administraron SDP (0 a 2% de la dieta) a pollos de engorde machos de 1 a 42 días de edad, sometidos a un ambiente desafiante, resultando en pollos con un mayor peso vivo al momento del sacrificio, pesos de canal más altos y de pechuga. Un efecto también observado por (Campbell et al., 2003; Fasina et al., 2021) que podría sugerir que la gravedad del desafío ambiental magnifica los efectos beneficiosos de la alimentación con SDP. Walters et al., (2019) observaron que la incorporación de SDP al 2% en el período de inicio aumentó los indicadores de rendimiento, al tiempo que mejoró la uniformidad de la parvada el día 41. Sin embargo, Henn et al., (2013) reportaron que la inclusión de SDP al 3% en las dietas de inicio y crecimiento no afectó el rendimiento de la canal en pollos machos de 42 días de edad. Resultados similares con Longo et al., (2007), quienes no encontraron diferencias en el rendimiento de la carcasa de pollos de engorde alimentados con SDP en la etapa de preinicio. En el experimento actual, se observó que el sexo de las aves influyó en el rendimiento a los 42 y 49 días de edad. Se sabe que los pollos machos conservan un mejor rendimiento y retorno económico, producto de una mayor ganancia de peso. Por otro lado, la comercialización de las hembras en el modelo de pollo entero tiene un alto potencial económico cuando se cumplen condiciones adecuadas de edad, peso y conversión alimenticia (Muñoz et al., 2023).

Tabla 23. Peso: vivo, de canal completa, de pechuga, y de grasa abdominal (g); rendimiento (%) de: canal, pechuga y grasa abdominal a los 42 y 49 días por sexo

	Sexo	Peso vivo (g)	Peso canal completa (g)	Peso pechuga (g)	Peso grasa abdominal (g)	Rto. canal completa (%)	Rto. pechuga (%)	Grasa abdominal (%)
Día 42	M	2995,45 ^a	2274,27 ^a	840,55 ^a	31,64	75,85	28,05	1,05
	H	2586,5 ^b	1985,4 ^b	754,5 ^b	25,7	76,78	29,13	0,99
Día 49	M	3999 ^a	3107,7 ^a	1165,5 ^a	47,9	77,74	29,14 ^b	1,2
	H	3388,64 ^b	2704,27 ^b	1068,82 ^b	44,64	79,7	31,52 ^a	1,31

^{a, b} Literales diferentes en la misma fila indican diferencias significativas ($P<0,05$; prueba de Duncan). Rto: Rendimiento (%) con relación al peso vivo. M: macho, H: hembra; T1: Dieta vegetal; T2: Plasma deshidratado al 3%; T3: Harina de subproductos avícolas al 5%.

6.7. Índice de eficiencia europea (IEE)

En el día 42 no hubo diferencias significativas, en cuanto al día 49 no tuvo significancia, pero si tendencia ($<0,08$), siendo el T3 el mejor (Tabla 24). Según (Awad et al., 2009; Jaramillo, 2012) el número mínimo esperado para definir si un lote tiene buen comportamiento es de 200, por lo que cualquier resultado por debajo de 200 se estima que no fue un buen lote en cuanto a rendimiento. Basándonos en esto, nuestros resultados indican que en el día 42, todos los tratamientos mostraron un IEE favorable. En el día 49, el T3 obtuvo el mejor resultado, alcanzando un IEE de 214.53, lo que podría considerarse un buen rendimiento. Cabe mencionar que no existen estudios comparativos que utilicen el IEE como indicador de productividad, lo que limita la posibilidad de hacer comparaciones directas entre diferentes investigaciones.

Tabla 24. Índice de eficiencia europea a los 42 y 49 días

Edad (días)	Tratamientos						Global		
	T1		T2		T3		Media	DE	CV
	Media	DE	Media	DE	Media	DE			
42	203,04	12,96	201,83	15,72	232,44	12,63	212,43	8,21	15,02
49	181,35 ^a	14,04	197,68 ^{ab}	9,66	214,53 ^b	14,54	198,87	8,29	15,6

^{a, b} Literales diferentes en la misma fila indican diferencias significativas ($P<0,10$; prueba de Duncan). T1: Dieta vegetal; T2: Plasma deshidratado al 3%; T3: Harina de subproductos avícolas al 5%. DE: Desviación estándar.

6.8. Costos de producción

El análisis de costos asociados a los diferentes tratamientos está resumido en la (Tabla 25). Considerando el costo medio por Kg, estadísticamente el T3 que usó harina de subproductos avícolas fue el menor ($P<0,05$) tanto a los 42 como a los 49 días (0,7113\$ y 0.7115\$ respectivamente). En el costo de pollo vivo por concepto de alimentación a los 42 días, hubo diferencias significativas siendo el T3 el de menor costo (1,248\$). En el día 49 no hubo diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, pero numéricamente el T3 tuvo un menor costo (1,377\$). Para Swe et al., (2022) un costo crítico de las fórmulas alimentarias para pollos de engorde muestra que las proteínas, especialmente las proteínas de origen animal son las más caras por costo unitario. El precio de los ingredientes proteicos es comparativamente más alto que el de los demás ingredientes; los costos de proteínas representan alrededor del 45% del costo total del alimento. Dicho esto, se puede decir que en el experimento actual el T2 tuvo un alto costo medio/ Kg de alimento en el día 42, pese a que la administración del plasma deshidratado fue durante solo la primera semana.

La harina de subproductos avícolas es un producto resultante de los residuos generados durante el procesamiento de la carne de aves. Las investigaciones demostraron que esta harina tiene un valor nutricional sustancial para las aves de corral; sin embargo, la calidad nutricional puede variar mucho entre las muestras (Jafari et al., 2012). El T3 tuvo el menor costo medio por Kg de alimento, este resultado fue consistente con hallazgos de (Adedokun et al., 2019; Rodríguez, 2009) donde indican que la inclusión de harina de subproductos avícolas en la dieta de los pollos de engorde como fuente proteica alternativa es factible en varios porcentajes de inclusión como al 5 o 10% sin afectar el comportamiento productivo de los pollos, permitiendo beneficios económicos considerables.

Tabla 25. Costo de alimento y de producción de pollo vivo y faenado a los 42 y 49 días

Trat.	Costo medio por Kg de alimento (\$)		Costo por Kg/ de pollo vivo por concepto de alimentación (\$)		% de representación del alimento sobre el costo total**	
	42 d	49 d	42 d	49 d	42 d	49 d
T1	0,7190 ^b	0,7181 ^b	1,304 ^{ab}	1,475	63,45	68,77
T2	0,7210 ^c	0,7185 ^b	1,346 ^b	1,438	64,75	70,02
T3	0,7113 ^a	0,7115 ^a	1,248 ^a	1,377	66,10	71,54
	Costo/Kg de pollo vivo (\$)	Costo/Kg de pollo faenado (\$)	Rentabilidad /Pollo Faenado*** (%)	Costo/Kg de pollo vivo (\$)	Costo/Kg de pollo faenado (\$)	Rentabilidad/ Pollo Faenado*** (%)
	42 d	49 d	42 d	42 d	49 d	42 d
T1	2,055	2,144 ^b	2,711	2,671	-3,90	-2,70
T2	2,078	2,053 ^{ab}	2,707	2,622	-4,70	-0,70
T3	1,889	1,924 ^a	2,476	2,476	5,50	5,10

a, b, c Literales diferentes en la misma columna indican diferencias significativas estadísticas ($P<0.05$) según la prueba de Duncan. ** No se evaluó estadísticamente pues únicamente representa un ratio entre costos. *** Rentabilidad = Utilidad Bruta/Ingresos. T1: Dieta vegetal; T2: Plasma deshidratado al 3%; T3: Harina de subproductos avícolas al 5%.

En el costo por Kg de pollo vivo, este aumenta ligeramente con la edad. En el día 42, no existe diferencia estadística significativa entre tratamientos, en cuanto al día 49 el T3 posee el menor costo \$ 1,92, en un puesto intermedio el T2 con un valor de 2.05\$ y el de mayor costo fue el T1 con un valor de \$ 2,14. Para el costo por Kg de pollo faenado no se observaron diferencias significativas en ninguno de los períodos temporales. Por otro lado, Nkwocha et al., (2010), demostraron que el costo de producir un kilogramo de pollo disminuyó significativamente con el aumento del nivel de inclusión de plasma de ganado seco al sol (0, 2,5, 5 y 7,5). Por lo que proponen que el SDP pudiera incluirse en la ración de pollos de engorde en etapa de finalización hasta en un 5% para garantizar un mejor rendimiento y maximizar las ganancias. Algunos estudios también informaron la inclusión de harina de plumas hasta en un 5% sin un impacto negativo en el consumo de alimento y su rendimiento siendo más rentables

(Madubuike et al., 2010; Xavier et al., 2011). Una vez que las dietas se formulan para obtener el máximo beneficio, sólo los cambios en el período de edad, el precio de las materias primas ricas en proteínas y los grandes cambios en los precios de la proteína requieren la adaptación del contenido equilibrado de proteínas de la dieta para mantener la máxima rentabilidad (Eits et al., 2005).

6.9. Rentabilidad económica

En términos de rentabilidad por pollo procesado o faenado (Tabla 25), se evidencia que no existe significancia estadística entre tratamientos, aunque numéricamente los resultados indican que T3 presentó una ligera ventaja económica (5,10 %) con respecto a los otros tratamientos en los que el ingreso fue menor que el egreso. Considerando que el porcentaje de mortalidad fue el menor en este tratamiento. Estos resultados concuerdan con Loayza, (2013) que obtuvo una mayor rentabilidad en el tratamiento sin inclusión de SDP, en comparación de los demás tratamientos, que tenían una inclusión de 0,5, 1 y 2% que presentaron rentabilidad económica negativa. Por otro lado, difieren con resultados de Ekwe et al., (2020) donde el costo de la alimentación por ave disminuyó a medida que se incrementó el SDP en la dieta hasta en un 5% y además, los ingresos totales y las ganancias netas fueron mayores en las aves alimentadas con plasma deshidratado bovino.

7. Conclusiones

- La inclusión del 3% de SDP en la dieta de preinicio de pollos de engorde demuestra ser una estrategia efectiva pero costosa para mejorar el crecimiento temprano. Este enfoque refuerza la importancia de una formulación nutricional adecuada en las primeras etapas de desarrollo.
- Aunque no se observaron diferencias estadísticamente significativas en el consumo de alimento y en el índice de conversión alimenticia, la tendencia indica que el SDP podría mejorar tanto la palatabilidad como la eficiencia en el uso de nutrientes.
- La mortalidad no se vio influenciada tras la suplementación con plasma deshidratado al 3% en pollos de engorde, ya que no se observó efectos estadísticos significativos en el T2, esto propone que su efectividad depende del desafío patógeno.
- El impacto del plasma deshidratado al 3% en el desempeño productivo mostró buenos resultados en peso vivo y canal completa en el día 49. Sin embargo, esto no se vio reflejado en los costos de producción, ya que el T3 fue el más rentable debido a su menor costo de producción y la menor tasa de mortalidad.

8. Recomendaciones

- Realizar estudios en distintas fases de crecimiento y en diversas condiciones de estrés, para identificar otros posibles efectos del plasma deshidratado y la harina de subproductos avícolas.
- Seguir explorando el efecto del plasma deshidratado en las dietas de preinicio, enfocándose en la palatabilidad y el consumo inicial de alimento para analizar cómo estas tendencias iniciales en el consumo de alimento influyen en la productividad y la salud de los pollos de engorde.
- Para mejorar la precisión y rentabilidad del estudio, se recomienda en futuros experimentos la administración de distintos niveles de inclusión de SDP y en un esquema de sexos separados para controlar de mejor forma la variación dada por esta variable.

9. Referencias

- Adedokun, O., Onabanjo, R. S., & Okoye, L. C. (2019). Performance of broiler chickens fed graded levels of poultry meat meal. *Nigerian Journal of Animal Science*, 21(1), 194–203. <https://www.ajol.info/index.php/tjas/article/view/183422>
- Alam, W., Khan, S., Sultan, A., khan, R., Ahmad, N., Tanweer, A. J., Abbas, G., Ali, M., & Shahzad, F. (2023). Effect of dietary supplementation of animal blood plasma powder on production performance, dressed weight and immune response of broiler. *Pakistan Journal of Science*, 75(2), 1–8.
- Amores Nuñez, C. A. (2023). *Evaluación del efecto de la harina de sangre de pollo como fuente de proteína sobre los índices productivos en pollos broiler*. Universidad Técnica de Ambato.
- Angulo, E., & Cubiló, D. (1998). Effect of different dietary concentrations of spray-dried porcine plasma and a modified soyprotein product on the growth performance of piglets weaned at 6 kg body weight. *Animal Feed Science and Technology*, 72(1–2), 71–79. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(97\)00166-1](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(97)00166-1)
- APC. (n.d.). *Plasma animal*. 81319.
- Atapattu, S., & Baker, A. (2016). *Solid Broiler Management Training Manual*.
- Awad, W. A., Ghareeb, K., Abdel-Raheem, S., & Böhm, J. (2009). Effects of dietary inclusion of probiotic and synbiotic on growth performance, organ weights, and intestinal histomorphology of broiler chickens. *Poultry Science*, 88(1), 49–56. <https://doi.org/10.3382/ps.2008-00244>
- Balan, P., Staincliffe, M., & Moughan, P. J. (2021). Effects of spray-dried animal plasma on the growth performance of weaned piglets—A review. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 105(4), 699–714. <https://doi.org/10.1111/jpn.13435>

- Belote, B. L., Soares, I., Tujimoto-Silva, A., Tirado, A. G. C., Martins, C. M., Carvalho, B., Gonzalez-Esquerra, R., Rangel, L. F. S., & Santin, E. (2021). Field evaluation of feeding spray-dried plasma in the starter period on final performance and overall health of broilers. *Poultry Science*. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101080>
- Beski, S. S. M., Swick, R. A., & Iji, P. A. (2015a). Specialized protein products in broiler chicken nutrition: A review. *Animal Nutrition*, 1(2), 47–53. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2015.05.005>
- Beski, S. S. M., Swick, R. A., & Iji, P. A. (2015b). Subsequent growth performance and digestive physiology of broilers fed on starter diets containing spray-dried porcine plasma as a substitute for meat meal. *British Poultry Science*, 1–10. <https://doi.org/10.1080/00071668.2015.1068429>
- Beski, S. S. M., Swick, R. A., & Iji, P. A. (2016). Effect of dietary inclusion of spray-dried porcine plasma on performance, some physiological and immunological response of broiler chickens challenged with *Salmonella* sofia. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 100(5), 957–966. <https://doi.org/10.1111/jpn.12414>
- Blair, R. (2018). *Nutrition and Feeding of Organic Poultry* (Second Edition). CABI.
- Blázquez, E., Rodríguez, C., Ródenas, J., Segalés, J., Pujols, J., & Polo, J. (2020). Biosafety steps in the manufacturing process of spray-dried plasma: a review with emphasis on the use of ultraviolet irradiation as a redundant biosafety procedure. *Porcine Health Management*, 6(1). <https://doi.org/10.1186/S40813-020-00155-1>
- Blue, C. E. C., Jababu, Y., Ibrahim, S. A., Minor, R. C., Williams, L. L., Adetunji, A. O., Ali, R., Young, L. S., & Fasina, Y. O. (2023a). Spray-Dried Plasma Promotes Broiler Chick Growth by Enhancing Immune Surveillance. *Animals*, 13(9), 1436–1444. <https://doi.org/10.3390/ani13091436>

- Blue, C. E. C., Jababu, Y., Ibrahim, S. A., Minor, R. C., Williams, L. L., Adetunji, A. O., Ali, R., Young, L. S., & Fasina, Y. O. (2023b). Spray-Dried Plasma Promotes Broiler Chick Growth by Enhancing Immune Surveillance. *Animals*, 19(3), 1–10.
- Bregendahl, K., Ahn, D. U., Trampel, D. W., & Campbell, J. M. (2005). Effects of Dietary Spray Dried Bovine Plasma Protein on Broiler Growth Performance and Breast-Meat Yield. *Journal of Applied Poultry Research*, 14(3), 560–568. <https://doi.org/10.1093/japr/14.3.560>
- Campbell, J. M., Crenshaw, J. D., González-Esquerra, R., & Polo, J. (2019). Impact of Spray-Dried Plasma on Intestinal Health and Broiler Performance. *Microorganisms*, 7(8), 219–227. <https://doi.org/10.3390/MICROORGANISMS7080219>
- Campbell, J. M., Quigley, J. D., Russell, L. E., & Kidd, M. T. (2003). Effect of spray-dried bovine serum on intake, health, and growth of broilers housed in different environments. *Journal of Animal Science*, 81(11), 2776–2782. <https://doi.org/10.2527/2003.81112776x>
- Castello, J. A. (2008). Indicadores de resultados (“performances”) en la producción del broiler. *Selecciones Avicolas*.
- Christensen, V. L. (2009). Development during the First Seven Days Post-hatching. *Avian Biology Research*, 2(1–2), 27–33. <https://doi.org/10.3184/175815509X430417>
- Cobb Vantress. (2022). Cobb500 Pollo de Engorde. *Suplemento Informativo Sobre Rendimiento y Nutricion*, 16.
- Dabbou, S., Trocino, A., Xiccato, G., Nery, J., Madrid, J., Martinez, S., Hernández, F., Kalmar, I. D., Capucchio, M. T., Colombino, E., Biasato, I., Bailoni, L., Gasco, L., Mugnai, C., & Schiavone, A. (2021). The effect of dietary supplementation with globin and spray-dried porcine plasma on performance, digestibility and histomorphological traits in broiler chickens. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 105(S2), 42–51. <https://doi.org/10.1111/jpn.13356>

- Daneshmand, A., Sharma, N. K., Dao, T. H., Barekatain, R., Swick, R. A., & Wu, S. B. (2023). Spray-dried porcine plasma enhances feed efficiency, intestinal integrity, and immune response of broilers challenged with necrotic enteritis. *Poultry Science*, 102(3), 102431. <https://doi.org/10.1016/J.PSJ.2022.102431>
- Dei, H. K. (2011). Soybean as a Feed Ingredient for Livestock and Poultry. In *Recent Trends for Enhancing the Diversity and Quality of Soybean Products* (pp. 215–224). InTech. <https://doi.org/10.5772/17601>
- Duarte, R. T., Carvalho Simões, M. C., & Sgarbieri, V. C. (1999). Bovine Blood Components: Fractionation, Composition, and Nutritive Value. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(1), 231–236. <https://doi.org/10.1021/jf9806255>
- Edwards, M. V., Campbell, R. G., Chapman, T., Brouwers, H., Pierzynowski, S. G., Weström, B. R., Prykhod'ko, O., Gabor, L., & Choct, M. (2013). Spray-dried porcine plasma and yeast derived protein meal influence the adaption to weaning of primiparous and multiparous sow progeny in different ways. *Animal Production Science*, 53(1), 75. <https://doi.org/10.1071/AN12151>
- Eits, R. M., Giesen, G. W. J., Kwakkel, R. P., Verstegen, M. W. A., & Den Hartog, L. A. (2005). Dietary balanced protein in broiler chickens. 2. An economic analysis. *British Poultry Science*, 46(3), 310–317. <https://doi.org/10.1080/00071660500126482>
- Ekwe, O. O., Nwali, C. C., Nwonu, S. R., Mgbabu, C. N., & Ude, I. U. (2020). The effect of graded levels of bovine blood meal on growth performance, haematology and cost benefit of broiler chickens. *ADAN Journal of Agriculture*, 1(1), 160–172. <https://doi.org/10.36108/adanja/0202.10.0181>
- El-Deek, A. A., Abdel-Wareth, A. A. A., Osman, M., El-Shafey, M., Khalifah, A. M., Elkomy, A. E., & Lohakare, J. (2020). Alternative feed ingredients in the finisher diets for sustainable

broiler production. *Scientific Reports* 2020, 10:1, 10(1), 1–9.

<https://doi.org/10.1038/s41598-020-74950-9>

Emmer, J. L., & Baker, D. H. (1997). Use of the ideal protein concept for precision formulation of amino acid levels in broiler diets. *Journal of Applied Poultry Research*, 6(4), 462–470.

Ermer, P. M., Miller, P. S., & Lewis, A. J. (1994). Diet preference and meal patterns of weanling pigs offered diets containing either spray-dried porcine plasma or dried skim milk. *Journal of Animal Science*, 72(6), 1548–1554. <https://doi.org/10.2527/1994.7261548x>

Fasina, Y. O., Obanla, T. O., Ferket, P. R., & Shah, D. H. (2021). Comparative efficacy of spray-dried plasma and bacitracin methylene disalicylate in reducing cecal colonization by *Salmonella Enteritidis* in broiler chickens. *Poultry Science*, 100(7), 101–134. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101134>

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2013). *Poultry development review* (pp. 65–84).

Fowler, J. C. (2022). Nutrition for the Backyard Flock. In *UGA* (pp. 1–4).

Franco-Rosselló, R., Navarro-Villa, A., Polo, J., Solà-Oriol, D., & García-Ruiz, A. I. (2022). Improving broiler performance at market age regardless of stocking density by using a pre-starter diet. *Journal of Applied Poultry Research*, 31(1), 100–232. <https://doi.org/10.1016/J.JAPR.2021.100232>

George, A. S., & Hovan George, A. S. (2023). Optimizing Poultry Production Through Advanced Monitoring and Control Systems. *Partners Universal International Innovation Journal (PUIIJ)*, 01(05), 77–95. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10050352>

Gómez-Verduzco, G., Arce-Menocal, J., López-Coello, C., Avila-González, E., Márquez-Mota, C. C., Polo, J., & Rangel, L. (2023). Feeding spray-dried plasma to broilers early in life improved their intestinal development, immunity and performance irrespective of

mycotoxins in feed. *Frontiers in Veterinary Science*, 10(January).
<https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1321351>

Granghelli, C. A., Rangel, L., Campbell, J., Polo, J., Crenshaw, J., Cruvinel, J. M., Moura, V. S., Pais, V. S., Viviani, M. O., Lopes, M. H. S., da Silva Araujo, C. S., & Araujo, L. F. (2023). Effects of feeding spray-dried plasma to broiler breeders and their progeny on broiler performance under stressful rearing conditions of coccidial challenge and heat stress. *Poultry Science*, 102(7). <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.102758>

Granghelli, C. A., Rangel, L., Campbell, J., Polo, J., Crenshaw, J., Cruvinel, J. M., Moura, V. S., Pais, V. S., Viviani, M. O., Lopes, M. H. S., Soares da Silva Araujo, C., & Araujo, L. F. (2023). Effects of feeding spray-dried plasma to broiler breeders and their progeny on broiler performance under stressful rearing conditions of coccidial challenge and heat stress. *Poultry Science*, 102(7), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.102758>

Grinstead, G. S., Goodband, R. D., Dritz, S. S., Tokach, M. D., Nelssen, J. L., Woodworth, J. C., & Molitor, M. (2000). Effects of a whey protein product and spray-dried animal plasma on growth performance of weanling pigs. *Journal of Animal Science*, 78(3), 647. <https://doi.org/10.2527/2000.783647x>

Hasanzadeh, A. (2014). Nutritive value of poultry by-product meal in broiler chickens nutrition. *Animal Science*.

Hendriks, W. H., Verstegen, M. W. A., & Babinszky, L. (2019). *Poultry and pig nutrition: Challenges of the 21st century*. Wageningen Academic. <https://doi.org/10.3920/978-90-8686-884-1>

Henn, J. D., Bockor, L., Vieira, M. S., Ribeiro, A. M. L., Kessler, A. M., Albino, L., Rostagno, H., Crenshaw, J. D., Campbell, J. M., & Rangel, L. F. S. (2013a). Inclusion of porcine spray-dried plasma in broiler diets. *Journal of Applied Poultry Research*, 22(2), 229–237. <https://doi.org/10.3382/JAPR.2012-00613>

- Henn, J. D., Bockor, L., Vieira, M. S., Ribeiro, A. M. L., Kessler, A. M., Albino, L., Rostagno, H., Crenshaw, J. D., Campbell, J. M., & Rangel, L. F. S. (2013b). Inclusion of porcine spray-dried plasma in broiler diets. *Journal of Applied Poultry Research*, 22(2), 229–237. <https://doi.org/10.3382/JAPR.2012-00613>
- Hou, C., Wang, W., Song, X., Wu, L., & Zhang, D. (2019). Effects of Drying Methods and Ash Contents on Heat-Induced Gelation of Porcine Plasma Protein Powder. *Foods*, 8(4), 140. <https://doi.org/10.3390/foods8040140>
- Jafari, M., Ebrahimnezhad, Y., Janmohammadi, H., & Ghahri, H. (2012). Utilization of poultry by-product meal in diets for broiler chickens. *AFRICAN JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH*, 7(9), 1425–1430. <https://doi.org/10.5897/AJAR11.1558>
- Janocha, A.; Milczarek, A. ;, Pietrusiak, D. ;, Łaski, K. ;, Saleh, M., Janocha, A., Milczarek, A., Pietrusiak, D., Łaski, K., & Saleh, M. (2022). Efficiency of Soybean Products in Broiler Chicken Nutrition. *Animals* 2022, Vol. 12, Page 294, 12(3), 294. <https://doi.org/10.3390/ANI12030294>
- Jaramillo, A. (2012). Evaluación de la mezcla de un ácido orgánico y un prebiótico en los parámetros productivos y alométricos de pollos de engorde con alimentación controlada. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 5(1), 52–63.
- Kazimierska, K., & Biel, W. (2023). Chemical Composition and Functional Properties of Spray-Dried Animal Plasma and Its Contributions to Livestock and Pet Health: A Review. *Animals*, 13(15), 2484. <https://doi.org/10.3390/ani13152484>
- Khadour, H. V. N., Parsons, B. W., Utterback, P. L., Campbell, J. M., Parsons, C. M., & Emmert, J. L. (2022). Metabolizable energy and amino acid digestibility in spray-dried animal plasma using broiler chick and precision-fed rooster assays. *Poultry Science*, 101(5). <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.101807>

Khalifah, A., Abdalla, S., Rageb, M., Maruccio, L., Ciani, F., & El-Sabrout, K. (2023). Could Insect Products Provide a Safe and Sustainable Feed Alternative for the Poultry Industry? A Comprehensive Review. *Animals* 2023, Vol. 13, Page 1534, 13(9), 1534.

<https://doi.org/10.3390/ANI13091534>

Kowalski, Z., Makara, A., & Banach, M. (2011). Blood plasma and hemoglobin production process. *Chemik*, 65(5), 471–475.

Lamot, D. (2017). *First week nutrition for broiler chickens : effects on growth, metabolic status, organ development, and carcass composition* [Wageningen University].
<https://doi.org/10.18174/403639>

Lazo, J. P. (2016). *Evaluación de la conversión alimenticia en pollos broiler mediante la inclusión de harinas de origen animal como proteína base*. Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca.

Leeson, S. (2016, March 5). *Antibiotic-free chicken: Finding digestive balance* .
<https://en.engormix.com/poultry-industry/articles/antibiotic-free-chicken-finding-t36630.htm>

Leeson, Steven., & Summers, J. D. (2005). *Commercial poultry nutrition* (Third Edition). University Books.

Librera, J. E., Di Masso, R. J., Canet, Z. E., Font, M. T., & Dottavio, A. M. (2005). Crecimiento, Consumo de Alimento y Eficiencia Alimenticia en Pollos Campero INTA con Diferente Genotipo Materno. *FAVE Sección Ciencias Veterinarias*, 2(1), 57–64.
<https://doi.org/10.14409/favecv.v2i1.1387>

Lilburn, M. S., & Loeffler, S. (2015). Early intestinal growth and development in poultry. *Poultry Science*, 94(7), 1569–1576. <https://doi.org/10.3382/ps/pev104>

Loayza, Y. (2013). Evaluación independiente del efecto de plasma deshidratado bovino y pigmento xantofilico en dietas para pollo de engorde en la agroindustria avicola “Reina

- del cisne" del cantón Piñas, provincia El Oro. In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952. (Vol. 1, Issue April).
- Longo, F. A., Menten, J. F. M., Pedroso, A. A., Figueiredo, A. N., Racanicci, A. M. C., & Sorbara, J. O. B. (2007). Performance and Carcass Composition of Broilers Fed Different Carbohydrate and Protein Sources in the Prestarter Phase. *Journal of Applied Poultry Research*, 16(2), 171–177. <https://doi.org/10.1093/japr/16.2.171>
- Loupe, L. N., & Emmert, J. L. (2000). Growth and Performance of Broiler Chicks During the Starter and Grower Phases in Phase-Feeding. *Discovery, The Student Journal of Dale Bumpers*, 1(1), 1–7. <https://scholarworks.uark.edu/discoverymag>
- Madubuike, F., Ekenyem, B., & Ahaotu, E. (2010). Effect of dietary substitution of feather meal for fish meal on the performance of starter broilers. *Animal Production Research Advances*, 5(1). <https://doi.org/10.4314/apra.v5i1.49791>
- MAGAP. (2024). *MAGAP fija precio de maíz amarillo duro para junio*. <https://www.agricultura.gob.ec/magap-fija-precio-de-maiz-amarillo-duro-para-junio/>
- Makara, A., Kowalski, Z., Fela, K., & Generowicz, A. (2016). Utilization of Animal Blood Plasma as Example of Using Cleaner Technologies Methodology. *Czasopismo Techniczne Środowisko*, 1(11), 87–96. <https://doi.org/10.4467/2353737XCT.16.197.5946>
- Montero, W. (2022). *Evaluación económica y productiva de dietas altas en fibra de Pollos Broiler bajo sistemas de producción en altura de la universidad nacional de Loja “extensión Punzara”*.
- Moposita Oyaque, C. T. (2022). *La transformación y aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos generados en la producción y faenamiento de pollos de engorde*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Muñoz, J. A., Utterback, P. L., & Parsons, C. M. (2020). Phosphorus digestibility and bioavailability in soybean meal, spray-dried plasma protein, and meat and bone meal determined using different methods. *Poultry Science*, 99(10), 4998–5006. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.06.044>

Muñoz, J., Suckeveris, D., Demuner, L., Caetano, V., Silva, A., Almeida, T., Faria, D., & Faria, D. (2023). Productive and economic performance of broiler chickens fed diets with different nutritional levels. *Anais Da Academia Brasileira de Ciências*, 95(4), 1–15. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202320200683>

National Research Council (NRC). (1994). Nutrient Requirements of Poultry: In *Nutrient Requirements of Poultry* (Ninth). National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/2114>

Nkwocha, G., Anukam, K., & Nkwocha, V. (2010). Performance and carcass characteristics of finisher broilers fed varying levels of sun-dried cattle plasma. *Animal Production Research Advances*, 5(1). <https://doi.org/10.4314/apra.v5i1.49814>

Oyarvide Ramírez, H., Arce Olivo, T., Loor Reasco, W., & Quiñónez, G. (2022). La soya en Ecuador: Importancia y alternativas para su producción sustentable con rentabilidad económica. *Agroalimentaria*, 28(55).

Pathak, N. (2021). *Avian Nutrition (Poultry, ratite and tamed birds)* (Narendra, Ed.). CRC Press.

Pérez-Bosque, A., Polo, J., & Torrallardona, D. (2016). Spray dried plasma as an alternative to antibiotics in piglet feeds, mode of action and biosafety. *Porcine Health Management*, 2(1), 16. <https://doi.org/10.1186/s40813-016-0034-1>

Phillips, G. O., & Williams, P. A. (2011). *Handbook of food proteins* (First Edition). Woodhead Publishing Limited.

Polo, J., Rodríguez, C., Ródenas, J., Morera, S., & Saborido, N. (2009). The use of spray-dried animal plasma in comparison with other binders in canned pet food recipes. *Animal Feed Science and Technology*, 154(3–4), 241–247. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2009.08.009>

Ravindran, V., & Abdollahi, M. R. (2021). Nutrition and Digestive Physiology of the Broiler Chick: State of the Art and Outlook. *Animals*, 11(10), 2795. <https://doi.org/10.3390/ani11102795>

Ravindran, V., Wu, Y. B., Thomas, D. G., & Morel, P. C. H. (2006). Influence of whole wheat feeding on the development of gastrointestinal tract and performance of broiler chickens. *Australian Journal of Agricultural Research*, 57(1), 21–26. <https://doi.org/10.1071/AR05098>

Rocha, A. G., Dilkin, P., Montanhini Neto, R., Schaefer, C., & Mallmann, C. A. (2022). Growth performance of broiler chickens fed on feeds with varying mixing homogeneity. *Veterinary and Animal Science*, 17, 5–11. <https://doi.org/10.1016/j.vas.2022.100263>

Rodríguez, Y. (2009). *Utilización de harina de subproductos avícolas, en varias dosificaciones como fuente de proteína animal, en el engorde de pollos parrilleros, en el cantón Jipijapa*. Universidad Estatal del sur de Manabí.

Rostagno, H. S., Albino, L. F. T., Hannas, M. I., Donzele, J. L., Sakomura, N. K., Perazzo, F. G., Saraiva, A., Abreu, M. L. T. de, Rodrigues, P. B., Oliveira, R. F. de, Barreto, S. L. de T., & Brito, C. de O. (2017). Tablas Brasileñas para Aves y Cerdos (2017). In *Universidad Federal de Viçosa* (Vol. 4).

Rostagno, H. S., & Texeira, L. F. (2024). *Tablas Brasileñas para aves y cerdos*.

Ruff, J., Barros, T. L., Campbell, J., González Esquerra, R., Vuong, C. N., Dridi, S., Greene, E. S., Hernandez Velasco, X., Hargis, B. M., & Tellez, G. (2021). Spray-Dried Plasma Improves Body Weight, Intestinal Barrier Function, and Tibia Strength during

Experimental Constant Heat Stress Conditions. *Animals*, 11(8), 2213–2220.

<https://doi.org/10.3390/ani11082213>

Ruff, J., Barros, T. L., Campbell, J., González-Esquerra, R., Vuong, C. N., Dridi, S., Greene, E. S., Hernandez-Velasco, X., Hargis, B. M., & Tellez-Isaias, G. (2021). Spray-dried plasma improves body weight, intestinal barrier function, and tibia strength during experimental constant heat stress conditions. *Animals*, 11(8), 1–10.

<https://doi.org/10.3390/ani11082213>

Sánchez, A. M. (2019). *Precios y Cultivos Ecuador*. <https://obest.uta.edu.ec/wp-content/uploads/2020/10/La-Soya-en-Ecuador.pdf>

Santos Falconez, M. C., Cedeño Alcívar, D. C., & Vera Macías, L. A. (2021). Harina De Cefalotórax De Camarón En Dietas De Pollos Broiler Cobb-500 En Etapa Inicial. *Revista Espamciencia*, 12(2), 116–123.

https://doi.org/10.51260/revista_espmciencia.v12i2.245

Shao, Y., Shi, S., Shan, T., Guo, X., & Xu, S. (2023). Spray-Dried Plasma as a Substitute for Antibiotics in Poultry Feed: A Review. *Animals*, 13(9).

<https://doi.org/10.3390/ani13091436>

Swe, K. H., Lay, K. K., Aung, Y. L., Aung, Y., Thiri, T., Oo, H. L., Naing, H. T. H., Lwin, T. M. M., & Maung, A. T. (2022). Effect of animal by-products on the growth performance of broiler chickens. *Journal of Livestock Science*, 13(1), 58.

<https://doi.org/10.33259/JLIVESTSCI.2022.58-66>

Tarté, R. (2011). Meat protein ingredients. In *Handbook of Food Proteins* (First Edition, pp. 56–91). Philadelphia,. <https://doi.org/10.1533/9780857093639.56>

Thirumalaisamy, G., Muralidharan, J., Senthilkumar, S., Sayee, R. H., & Priyadharsini, M. (2016). Cost - Effective Feeding of poultry. *International Journal of Science, Environment and Technology*, 5(6), 3997–4005. <https://www.researchgate.net/publication/335054995>

- Van Dijk, A. J., Everts, H., Nabuurs, M. J. A., Margry, R. J. C. F., & Beynen, A. C. (2001). Growth performance of weanling pigs fed spray-dried animal plasma: A review. *Livestock Production Science*, 68(2–3), 263–274. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(00\)00229-3](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(00)00229-3)
- Vasconcellos, R. S., Henríquez, L. B. F., & Lourenço, P. dos S. (2023). Spray-Dried Animal Plasma as a Multifaceted Ingredient in Pet Food. *Animals*, 13(11), 1773. <https://doi.org/10.3390/ani13111773>
- Volpato, J. A., Ribeiro, L. B., Torezan, G. B., da Silva, I. C., Martins, I. de O., Genova, J. L., de Oliveira, N. T. E., Carvalho, S. T., Carvalho, P. L. de O., & Vasconcellos, R. S. (2022). Characterization of the variations in the industrial processing and nutritional variables of poultry by-product meal. *Poultry Science*, 101(7), 101926. <https://doi.org/10.1016/J.PSJ.2022.101926>
- Walters, H. G., Jasek, A., Campbell, J. M., Coufal, C., & Lee, J. T. (2019). Evaluation of Spray-Dried Plasma in Broiler Diets With or Without Bacitracin Methylene Disalicylate. *Journal of Applied Poultry Research*, 28(2), 364–373. <https://doi.org/10.3382/JAPR/PFY080>
- Wang, J., Liu, Y., Chen, Y., Shi, S., Wang, Y., Wang, S., Li, Z., & Xu, S. (2021). Effects of dietary supplementation with plasma protein powder on growth performance, immune function and gut microbiota of broilers. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 6(105). <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/jpn.13500>
- Wijtten, P. J. A., Langhout, D. J., & Verstegen, M. W. A. (2012). Small intestine development in chicks after hatch and in pigs around the time of weaning and its relation with nutrition: A review. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A - Animal Science*, 62(1), 1–12. <https://doi.org/10.1080/09064702.2012.676061>
- Xavier, S. A. G., Stringhini, J. H., Brito, A. B. de, Andrade, M. A., Café, M. B., & Leandro, N. S. M. (2011). Feather and blood meal in pre-starter and starter diets for broilers. *Revista*

Brasileira de Zootecnia, 40(8), 1745–1752. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982011000800018>

Zhang, S., Piao, X., Ma, X., Xu, X., Zeng, Z., Tian, Q., & Li, Y. (2015). Comparison of spray-dried egg and albumen powder with conventional animal protein sources as feed ingredients in diets fed to weaned pigs. *Animal Science Journal*, 86(8), 772–781. <https://doi.org/10.1111/asj.12359>

Zhe, L., Yang, L., Lin, S., Chen, F., Wang, P., Heres, L., Zhuo, Y., Tang, J., Lin, Y., Xu, S., Zhang, X., Jiang, X., Huang, L., Zhang, R., Che, L., Tian, G., Feng, B., Wu, D., & Fang, Z. (2021). Differential responses of weaned piglets to supplemental porcine or chicken plasma in diets without inclusion of antibiotics and zinc oxide. *Animal Nutrition*, 7(4), 1173–1181. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2021.05.008>

10. Anexos

Anexo A. Distribución de las unidades experimentales del proyecto



Anexo B. Registro diario de mortalidad, muestreo o accidentes, alimento servido, alimento consumido, peso total de mortalidad, Nro muertes por ascitis

REGISTRO DIARIO

UCUENCA
CARRERA DE MEDICINA
VETERINARIA

Trat	Rep	15.00	viernes/01/diciembre/2023									
		# iniciales este dia	Mortalidad (cantidad)	Selección Locomotor (cantidad)	Maestro o accidentes (cantidad)	Alimento servido, Kg	Alimento CONSUMIDO REAL, Kg	Alimento sobrante (resto), Kg	Alimento consumido por pollo vivo	Peso total de mortalidad, Kg	Peso de Muestreo o Accidentes, Kg	Nº de muertos por ascitis
1	1	1			1	3Kg		2542		340	363	
1	2	3				0		3397		1090		3
1	3	2				0		3045		375		
1	4	3			1	0		2746		725	404	3
1	5	1				0		3461		270		1
1	6	3			1	0		2485		748	401	
1	7	4				0		4381		890	432	4
2	1	3			1	0		3265		900	320	
2	2	4			1	0		3483		409	425	
2	3	2			1	0		2914		445		
2	4	3				0		3130		767		
2	5	1				0		2104		290		1
2	6	3				0		2386		655		2
2	7	1				0		3217		225	379	
3	1	1			1	0		3052		378		
3	2	2				0		3172		665		
3	3	2			1	0		2472		444		1
3	4	3			1	0		2631		705	383	1
3	5					0		2197				
3	6	4			1	0		3673		1105		4
3	7	4				0		4352		1080	339	
de anádido 3 kg de comida												

Anexo C. Registro de peso corporal por cada unidad experimental

REGISTRO DE PESO CORPORAL			TERCERA MANA				UCUENCA		
FECHA: viernes, 8 de diciembre de 2023			Asistente:				CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA		
Tipo alimento	REP	# pollos que deben haber en la UE	GAVETA 1			GAVETA 2			Peso promedio
			# pollos contabilizados/ GAVETA	Peso gaveta vacía	Peso gaveta llena	# pollos contabilizados/ GAVETA	Peso gaveta vacía	Peso gaveta llena	
T1 Soya_PigLiq	R1	24	24	7025	24900				
	R2	22	13	2110	11935	9	2110	8620	
	R3	23	12	2115	11230	11	2115	10665	
	R4	24	16	2110	13690	8	2110	8310	
	R5	24	13	2125	11400	11	2125	10605	
	R6	23	15	2110	13195	8	2110	8705	
	R7	18	12	2115	10965	6	2115	6455	
T2 Plasma_GP_oro40	R1	26 (2)	26	7025	26225				
	R2	27	14	2095	12235	7	2095	7615	
	R3	20	15	2110	13915	5	2110	6065	
	R4	25	13	2115	11870	12	2115	11315	
	R5	27	15	2110	13080	12	2110	11370	
	R6	26	12	2115	11795	14	2115	13115	
	R7	25	15	2115	13695	10	2115	9730	
T3 Aviar_Xantinex	R1	26	14	2115	12130	12	2115	10630	
	R2	26	16	2110	14210	10	2110	9655	
	R3	26	12	2100	11605	14	2100	12085	
	R4	27	16	2115	14285	11	2115	10290	
	R5	30	12	2125	11125	18	2125	16540	
	R6	25	14	2110	12780	11	2110	10445	
	R7	22	13	2115	12220	9	2115	8545	

Anexo D. Registro de pigmento y rendimiento a la canal

Pigmento				49 d			vie/05/ene								
Trat	Rep	Sexo	Peso Vivo	APTERILO DERECHO VIVO			TARSO DERECHO VIVO			FAENADO APTERILO			Peso Canal Completa	Peso Pechuga	Peso grasa abd
				DSM Pollo	DSM Yema	Quimtia	DSM Pollo	DSM Yema	Quimtia	DSM Pollo	DSM Yema	Quimtia			
T3 Aviar_Xantinex	1	Macho	3,52	203	4	104	209	10	108						
	1	Hembra	3,34	204	4	105	209	10	108	204	3	104	2647	1035	0.028
	2	Macho	3,64	204	4	104	209	11	108	204	3	104	2886	1014	0.035
	2	Hembra	3,16	203	4	103	209	10	107						
	3	Macho	3630	204	4	105	209	"	108						
	3	Hembra	3044	205	5	104	209	11	108	204	3	104	2383	922	0.029
	4	Macho	4025	205	5	104	209	12	108	204	3	104	3102	1201	0.061
	4	Hembra	3225	204	4	103	209	10	107						
	5	Macho	3870	204	4	104	209	11	108						
	5	Hembra	2945	204	3	104	208	10	108	204	3	104	2298	872	0.043
	6	Macho	4070	205	4	104	209	11	108	204	4	104	3022	1101	0.060
	6	Hembra	3325	204	3	104	208	10	108						
	7	Macho	3510	204	3	103	209	11	108						
	7	Hembra	3605	204	3	104	209	9	107	204	3	104	2804	1129	0.029

Anexo E. Pollitos de 1 día en sus respectivas unidades experimentales



Anexo F. Pesaje del alimento para cada unidad experimental



Anexo G. Pesaje de pollos individualmente para calcular el coeficiente de variación



Anexo H. Pesaje grupal pollos de cada unidad experimental



Anexo I. Necropsia de un individuo con síndrome ascítico



Anexo J. Pesaje de la canal completa, pechuga y grasa abdominal en el día 49



Anexo K. Pruebas de homogeneidad y normalidad de la varianza de los datos mediante las pruebas de Kolmogórov-Smirnov y Shapiro-Wilk (variable peso vivo, consumo, IC)

Pruebas de normalidad

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Residuo PESOSEM1	para	.153	21	.200*	.956	21	.439
Residuo PESOSEM2	para	.074	21	.200*	.970	21	.732
Residuo PESOSEM3	para	.144	21	.200*	.956	21	.444
Residuo PESOSEM4	para	.088	21	.200*	.948	21	.316
Residuo PESOSEM5	para	.101	21	.200*	.982	21	.949
Residuo PESOSEM6	para	.118	21	.200*	.979	21	.910
Residuo PESOSEM7	para	.075	21	.200*	.988	21	.995
Residuo CONSEM1	para	.159	21	.175	.937	21	.194
Residuo CONSEM2	para	.070	21	.200*	.979	21	.918
Residuo CONSEM3	para	.146	21	.200*	.952	21	.375
Residuo CONSEM4	para	.174	21	.098	.930	21	.138
Residuo CONSEM5	para	.129	21	.200*	.963	21	.572
Residuo CONSEM6	para	.099	21	.200*	.985	21	.980
Residuo CONSEM7	para	.099	21	.200*	.985	21	.980
Residuo CONSACUMSEM1	para	.159	21	.175	.937	21	.194
Residuo CONSACUMSEM2	para	.107	21	.200*	.957	21	.450
Residuo CONSACUMSEM3	para	.078	21	.200*	.977	21	.883

Residuo para CONSACUMSEM4	.083	21	.200*	.970	21	.735
Residuo para CONSACUMSEM5	.099	21	.200*	.973	21	.798
Residuo para CONSACUMSEM6	.128	21	.200*	.962	21	.548
Residuo para CONSACUMSEM7	.098	21	.200*	.964	21	.596
Residuo para ICCORREGSEM1	.089	21	.200*	.967	21	.664
Residuo para ICCORREGSEM2	.082	21	.200*	.971	21	.766
Residuo para ICCORREGSEM3	.104	21	.200*	.983	21	.965
Residuo para ICCORREGSEM4	.129	21	.200*	.969	21	.720
Residuo para ICCORREGSEM5	.098	21	.200*	.953	21	.386
Residuo para ICCORREGSEM6	.151	21	.200*	.947	21	.297
Residuo para ICCORREGSEM7	.107	21	.200*	.979	21	.916

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Pruebas de normalidad

	Estadístico	Kolmogorov-Smirnova		Shapiro-Wilk		
		gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Residuo para MORTALSEM1	.302	21	.000	.805	21	.001
Residuo para MORTALSEM2	.084	21	.200*	.968	21	.688
Residuo para MORTALSEM3	.127	21	.200*	.958	21	.472
Residuo para MORTALSEM4	.088	21	.200*	.985	21	.976
Residuo para MORTALSEM5	.206	21	.020	.885	21	.018
Residuo para MORTALSEM6	.116	21	.200*	.962	21	.551

Residuo para MORTALSEM7	.126	21	.200*	.927	21	.120
Residuo para MORTALSEM1	.302	21	.000	.805	21	.001
Residuo para MORTALSEM2	.083	21	.200*	.968	21	.688
Residuo para MORTALSEM3	.127	21	.200*	.958	21	.471
Residuo para MORTALSEM4	.088	21	.200*	.985	21	.976
Residuo para MORTALSEM5	.207	21	.020	.885	21	.018
Residuo para MORTALSEM6	.116	21	.200*	.962	21	.551
Residuo para MORTALSEM7	.126	21	.200*	.927	21	.120
Residuo para MORTALTOTACUSE M1	.302	21	.000	.805	21	.001
Residuo para MORTALTOTACUSE M2	.106	21	.200*	.964	21	.608
Residuo para MORTALTOTACUSE M3	.102	21	.200*	.974	21	.809
Residuo para MORTALTOTACUSE M4	.094	21	.200*	.984	21	.972
Residuo para MORTALTOTACUSE M5	.126	21	.200*	.964	21	.594
Residuo para MORTALTOTACUSE M6	.099	21	.200*	.960	21	.515
Residuo para MORTALTOTACUSE M7	.167	21	.131	.951	21	.350

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors