

**UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”
FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN PECUARIA**

PLASMA DESHIDRATADO EN LA DIETA DE POLLOS DE CARNE

TESIS

**Presentada como requisito para
optar título profesional de**

INGENIERO ZOOTECNISTA

Por

MARVIN DELGADO TELLO

**Lambayeque
PERÚ
2017**

Plasma deshidratado en la dieta de pollos de carne

TESIS

**Presentada como requisito para
optar el título profesional de**

INGENIERO ZOOTECNISTA

por

MARVIN DELGADO TELLO

**Sustentada y aprobada ante el
siguiente jurado**

Ing. Rafael Antonio Guerrero Delgado, M. Sc. -----
Presidente

Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr. C. -----
Secretario

Ing. Benito Bautista Espinoza -----
Vocal

Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr. C. -----
Patrocinador

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a:

Mis padres, *EBER LUIS DELGADO DÁVILA* y *MARIBEL TELLO TARRILLO*; les debo todo lo que soy y no es suficiente con el agradecimiento para reconocerlo.

Mis hermanos, *NATALY DELGADO TELLO* y *LUIS FABRICIO DELGADO TELLO*.

Ami hija, *AMY NATANIELLE DELGADO CÁRDENAS* y a *MARIELLA ROSSEL CÁRDENAS OLANO*.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi mayor agradecimiento al Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr. C., por un notable labor como Patrocinador del presente trabajo; sin su apoyo hubiese sido muy difícil lograr su presentación. Además, por la paciencia que me ha tenido y porque lo considero como amigo más que como mi profesor.

A mis amigos, es especial a Miguel Vásquez, Jhonatan Balladares, Luis Bustamante, Frank Zamora y Wilton Alarcón; les agradezco por el apoyo que siempre nos tuvimos y que perdurará igual (siempre) y en los momentos difíciles estaremos para apoyarnos.

A los profesores de la Facultad de Ingeniería Zootecnia, en particular, y a los de la Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”, en general, por la formación profesional recibida.

ÍNDICE

N° Cap.	Título del Capítulo	N° Pág.
I	INTRODUCCIÓN	01
II	REVISIÓN DE LITERATURA	04
	2.1. El Plasma Porcino	04
	2.2. El Plasma Porcino en Producción Animal	08
III	MATERIAL Y MÉTODOS	18
	3.1. Localización y Duración	18
	3.2. Tratamientos Evaluados	18
	3.3. Características del Material y Equipo Experimentales	18
	3.3.1. De los animales	18
	3.3.2. Del alimento evaluado	18
	3.3.3. De las instalaciones y equipo	18
	3.4. Descripción de la Metodología Experimental	20
	3.4.1. Del diseño de contrastación de las hipótesis	20
	3.4.2. De las técnicas experimentales	21
	3.4.3. De las variables evaluadas	22
	3.4.4. Del análisis estadístico	22
IV	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
	4.1. Consumo de Alimento	24
	4.2. Peso Vivo e Incremento de Peso	26
	4.3. Conversión Alimenticia	30
	4.4. Mérito Económico	33
V	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	36
VI	RESUMEN	37
VII	BIBLIOGRAFÍA CITADA	38
VIII	APÉNDICE	44

ÍNDICE DE TABLAS

N° Tabla	Título de la Tabla	N° Pág.
3.1.	Composición porcentual de insumos de las raciones según edades	19
3.2.	Descripción del plasma porcino empleado en el presente ensayo	20
3.3.	Esquema del análisis de varianza del diseño irrestrictamente al azar	23
4.1.	Consumo de alimento de pollos de carne que recibieron plasma porcino (PP) en el alimento	24
4.2.	Peso vivo e incremento de peso vivo de pollos de carne que recibieron PP en el alimento	26
4.3.	Conversión alimenticia (CA) de pollos de carne que recibieron PP en el alimento	30
4.4.	Mérito económico (ME) de pollos de carne que recibieron PP en el alimento	33
8.1.	Prueba de homogeneidad de varianzas con los incrementos de peso entre 1 – 21 días de edad	44
8.2.	Análisis de la varianza con los incrementos de peso entre 1 – 21 días de edad (lgt.)	44
8.3.	Prueba de homogeneidad de varianzas con los incrementos de peso entre 22 – 42 días de edad	44
8.4.	Análisis de la varianza con los incrementos de peso entre 22 – 42 días de edad	45
8.5.	Prueba de homogeneidad de varianzas con los incrementos acumulados de peso	45
8.6.	Análisis de la varianza con los incrementos acumulados de peso	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Nº Figura	Título de la Figura	Nº Pág.
4.1.	Comparativo porcentual entre tratamientos para consumo de alimento	25
4.2.	Comparativo porcentual entre tratamientos para incremento de peso vivo en los primeros 21 días de edad	27
4.3.	Comparativo porcentual entre tratamientos para los incrementos de peso vivo entre los 22 y 42 días de edad	28
4.4.	Comparativo porcentual entre tratamientos para incremento acumulado de peso vivo	29
4.5.	Comparativo porcentual entre tratamientos para la CA acumulada	31
4.6.	Comparativo porcentual entre tratamientos para ME acumulado	34

I. INTRODUCCIÓN

Debido a la pujanza de la Industria Avícola internacional el pollo de carne es mejorado constantemente para crecer más rápidamente y con mayor eficiencia en el uso de los alimentos para ganar peso en forma de músculo; sin embargo, esto tiene un costo que esto se ve reflejado en el incremento de la susceptibilidad a diferentes trastornos de salud por parte de los animales; lo que, indudablemente, se manifiesta en que los pollos de carne no alcancen su potencial productivo.

En la actualidad el empleo de antibióticos promotores del crecimiento (APC) en la alimentación de animales de interés zootécnico ya no es justificable, toda vez que su empleo parece afectar negativamente la salud de los consumidores, por lo que se han desarrollado diferentes estrategias para disminuir o evitar la presentación de trastornos de la salud, tanto entérica como general, en los pollos; entre estas se incluye el empleo de sustancias prebióticas en el alimento (su presencia fomenta la proliferación de micro flora benéfica en el intestino a costa de las bacterias de tipo patógeno); esta rama de investigación generó la de los probióticos (las bacterias benéficas suministradas en grandes cantidades como suplemento dietético). Simultáneamente se ha ido desarrollando investigación para, además de controlar flora patógena intestinal, mejorar la respuesta inmunitaria de los animales; en este aspecto los aceites esenciales, contenidos en cantidades apreciables en las especias y otras hierbas, están jugando un rol trascendente, toda vez que su modo de acción no sólo controla flora nociva sino que tienen propiedades adicionales (antioxidante, estimulante del metabolismo, etc.), llegando a considerárseles como alimentos funcionales.

En el rubro de los alimentos funcionales, una de tales estrategias parece estar por el lado del empleo de proteínas funcionales, las que puedan ser provistas por el suero (plasma) sanguíneo deshidratado cuando se aplica a la dieta. Debe entenderse que un

alimento funcional es el que permite que se controle, en cierta medida, las poblaciones de bacterias intestinales de tipo patógeno, que el epitelio intestinal conserve una adecuada estructura, mejore la titulación de anticuerpos y se refleje en el logro del potencial productivo de los animales debido al aporte de nutrientes.

En este trabajo de investigación entendimos la situación problemática de la siguiente manera: Aun cuando el pollo de carne obtenido de las incubadoras locales posee excelente calidad genética esta no se puede manifestar en toda su potencialidad debido a que en el medio las granjas están expuestas a la presentación de problemas de salud del intestino o respiratorias por inadecuada respuesta inmunológica. La consecuencia es la obtención de ineficientes índices productivos que atentan directamente contra la rentabilidad de la empresa.

Entre las estrategias para atenuar esta problemática se encuentra el suministro de proteínas funcionales, derivadas de la sangre de animales faenados, debidamente procesada.

El problema: Aunque mayormente es una herramienta empleada en la producción porcina casi no se han hecho ensayos para aplicarla en aves, por lo que es factible el planteamiento del siguiente cuestionamiento: ¿Podrá lograrse adecuado rendimiento en el pollo de carne que recibe plasma sanguíneo deshidratado en la dieta?

Se consideró la siguiente hipótesis:

El suministro de plasma sanguíneo deshidratado en la dieta permitirá obtener mejores incremento de peso, conversión alimenticia y mérito económico en pollos de carne.

Objetivos:

1. Determinar y evaluar el efecto sobre el consumo de alimento.
2. Determinar y evaluar el efecto sobre los incrementos de peso.

3. Determinar y evaluar el efecto sobre la conversión alimenticia.
4. Determinar y evaluar el efecto sobre el mérito económico.
5. Determinar y evaluar el efecto sobre el rendimiento de carcasa.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. El Plasma Porcino

Según GRAHAM (1978), el plasma porcino deshidratado por pulverización (PPDP) es un sub-producto de la industria cárnica. Se colecta la sangre en las plantas de beneficio con un cuchillo, acondicionado con un tubo plástico, conectado a un sistema de vacío. El cuchillo a menudo dispone de un micro-artificio con la intención de añadir un anticoagulante a la sangre; los anticoagulantes que se emplean más comúnmente son el citrato de sodio, el oxalato de amonio y el pirofosfato de sodio, siendo el citrato de sodio el de mayor empleo.

Hudson (1986), citado por GATNAU (1990), indica que el rendimiento de sangre del cerdo es de, aproximadamente, dos litros. Agrega que la sangre debe colectarse de manera limpia para evitar, tanto como sea posible, la contaminación. Así mismo, menciona que la sangre con anticoagulante se refrigera a temperaturas de 3 a 5°C y debe almacenarse en forma que sea posible descartarla si no pasa la inspección. ALDER-NISSEN (1986) y DREPPER *et al.* (1981), reportan que entonces mediante centrifugación la sangre se separa en las fracciones plasma y celular; y que el plasma se almacena a -4°C hasta que es deshidratado mediante pulverizado. La fracción celular constituye aproximadamente de 70 a 75% de la proteína en la sangre, de la que 80% es hemoglobina.

Hudson (1986), citado por GATNAU (op. cit.), y PUTNAM (1984), reportaron que la sangre completa tiene de 17 a 19% de proteína cruda; que la centrifugación rinde de 60 a 70% de plasma líquido, el que contiene sólo 8% de proteína cruda: este plasma contiene 100 proteínas bien caracterizadas, de las que las albúminas (50 – 60%) son las más importantes, les siguen en cantidad las globulinas (alfa, beta y gama) y las globinas.

En tanto que FILKOVA (1987), indicó que una vez que se obtiene el plasma, se convierte en un polvo blanco mediante deshidratación pulverizada. Este proceso consiste de precalentamiento (25 minutos a 32°C), cuando el plasma ha alcanzado la temperatura adecuada se le somete a deshidratación pulverizada por uno a dos minutos a 207°C., en este proceso el plasma es pulverizado dentro de una cámara que lo convierte en polvo.

De acuerdo a la American Meat Protein Company (AMP), citada por GATNAU (1990), el contenido de proteína del plasma porcino deshidratado por pulverización (PPDP) es de 70%, aproximadamente. Con relación al contenido de aminoácidos, una comparación con la proteína ideal de FAO indica que los valores del PPDP son bajos en valina, isoleucina, fenilalanina, triptófano, metionina y cisteína. Entre ellos, el mayor limitante es isoleucina, que está presente en menos de la mitad de la que contiene la proteína ideal de la FAO; este aminoácido es, usualmente, el limitante en las proteínas sanguíneas. De acuerdo a los valores dados por la AMP, treonina, leucina, tirosina y lisina estarían en una proporción menor en el PPDP que en la proteína ideal de la FAO. Se ha reportado, además, que la ultrafiltración incrementa la cantidad de proteína cruda de 65.1 a 87.5%, disminuyendo el contenido de nitrógeno no proteico (NNP) de 7.4 a 0.9%. Así, la proteína verdadera (proteína bruta – NNP) en el plasma ultra-filtrado es 86.6 vs. 57.7% en el plasma sin filtrar.

TAYLOR *et al.* (1970) demostraron que la desnaturalización de la proteína siguió una relación logarítmica con la temperatura y mostró muy poca respuesta al tiempo dentro de una temperatura determinada. En tanto que DELANEY (1975) reportó valores de desnaturalización que variaron de 11.6 a 34.5% para temperaturas de entrada de 170.5 y 225.0°C; aquellos porcentajes de desnaturalización para la temperatura en la que se deshidrata el PPDP fueron 29.7 y 22.8%, dependiendo del método usado para la

determinación. El porcentaje de lisina disponible también disminuyó con el incremento de la temperatura para la deshidratación por pulverización. El mismo DELANEY (op. cit.) reportó valores que variaron de 101.5 a 84% de temperaturas en la entrada que variaron de 154 a 243.2°C.

Se ha indicado que las proteínas en el PPDP son albúminas, globinas y globulinas; las que pueden separarse con diferentes composición. Así, DONNELLY y DELANEY (1977) precipitaron diferentes fracciones utilizando poli-etilenglicol y recuperándolas mediante filtración de gel, método que se emplea también con el suero y leche descremada. Los autores citados indican que las fracciones principales se identificaron mediante electroforesis de gel poliacrilamida y acetato de celulosa; obtuvieron tres fracciones por este método, la primera contenía alfa-globulinas, la segunda contenía gama-globulinas, albúmina y otras globulinas, en tanto que la tercera fue mayormente albúmina con una cantidad sustancial de beta y gama-globulinas. Por otra parte, HOWELL y LAWRIE (1983) separaron PPDP mediante cromatografía de intercambio de iones, identificándolo mediante electroforesis en gel poliacrilamida. Los investigadores obtuvieron 20 picos diferentes, los que correspondieron a la misma cantidad de fracciones. Las fracciones proteicas principales fueron albúmina, fibrinógeno, gama globulinas (inmuno-globulinas) alfa y beta-globulinas. Según los investigadores citados, la separación electroforética indica que las proteínas del plasma son complejas y tienen características diferentes.

Así mismo, se ha indicado que el contenido de cenizas del PPDP es de 11%; sin embargo, la información bibliográfica indica un rango que va desde 8.6 hasta 17% (YOUNG y LAWRIE, 1974; DELANEY, 1975; HOWELL y LAWRIE, 1983; JOBLING, 1986). También se ha determinado que la ultrafiltración del plasma líquido

disminuyó el contenido de cenizas, habiéndose reportado un contenido de cenizas de 5% en PPDP ultra filtrado (DELANEY, 1975).

Con relación a los componentes de la fracción cenizas, DELANEY (1975) ha reportado niveles más bajos de Na, K, Mg para plasma ultra filtrado que para el no ultra filtrado. Con valores de Na de 3.4% cuando se empleó ultrafiltración y 8.2% para el control; para K, .13% ultra filtrado y .28% para el control; para P, .13% en ambos casos; para Ca, .09% en ambas situaciones; para el Mg se indicó 114 ppm para ultra filtrado y 140 ppm en el plasma control.

Resulta evidente que el contenido de cenizas depende mucho de tipo de análisis practicado; por ejemplo, QUAGLIA y MASACCI (1982) reportaron que la sangre tiene un contenido de cenizas de 9.4% (anti-coagulada con citrato de Na).

Con relación a la calidad de la proteína, DONNELLY y DELANEY (1977) reportaron un score químico de 49.0 para el plasma sanguíneo deshidratado; en tanto que DELANEY (1975) publicó un score de 70.1 para aminoácidos esenciales.

Dado que se trata de un insumo alimenticio que se emplea tanto en la alimentación humana como de no rumiantes de interés zootécnico, el conteo de bacterias del PPDP y de los sub-productos sanguíneos genera mucha atención, especialmente en la investigación orientada al consumo humano. La carga microbiana dependerá en gran medida de la limpieza durante la colección, manejo, transporte, procesamiento y almacenamiento. HOWELL y LAWRIE (1983) reportaron conteos totales de 10^4 microorganismos/ gramo para PPDP. En tanto que JOBLING (1986) reportó conteos bacteriales totales / gramo de PPDP que variaron entre 600 a 7000; así mismo, reportaron ausencia de *E. coli* en 1 gramo de muestra y valores variables entre 100 a 1 clostridios/ gramo. No obstante, cuando la limpieza en el procesamiento no fue muy rigurosa se reportó conteos negativos de microorganismos en muestras tratadas con

óxido de calcio, indicándose que este sería el mejor preservante para el PPDP (PATGIRI y ARORA, 1977).

2.2. El Plasma Porcino en Producción Animal

Según PÉREZ-BOSQUE *et al.* (2016), desde que el PPDP se propuso primero como fuente de proteína en la dieta de cerdos a finales de los 80 diferentes estudios han demostrado una mejora en el rendimiento con su empleo; con inclusiones recomendadas de 4 a 8% para obtener óptimos resultados. Se ha reportado que reduce la incidencia de diarrea post-destete. Se ha descrito una mayor eficacia en cerdos jóvenes los que tienen un sistema inmune menos desarrollado, en comparación a los cerdos mayores que reciben la misma dieta, o en cerdos mantenidos bajo menores condiciones sanitarias; basándose en estas observaciones, ha ido ganando respaldo la hipótesis que sostiene que el PPDP respalda al sistema inmunológico o que actúa contra patógenos.

Se ha sugerido que la fracción rica en inmunoglobulina en el plasma es la responsable de los efectos benéficos del PPDP. Aunque los neonatos tienen la capacidad de absorber inmunoglobulinas del calostro, esta habilidad se pierde muy pronto después del nacimiento, y en buena parte del período de lactación la inmunoglobulina A (IgA) y otras inmunoglobulinas de la leche no pueden absorberse desde el lumen intestinal. Se asume que su presencia en el lumen contribuye a la defensa contra los organismos infecciosos a los que la madre es resistente ayudando a la respuesta inmune innata del neonato (ej.: neutralizando toxinas o mediante neutralización de toxinas o por opsonización¹ de patógenos). Sin embargo, bajo condiciones comerciales modernas, los lechones son destetados usualmente antes de que se desarrolle su habilidad para producir su propia IgA alrededor de las 6-8 semanas de edad. Por esta razón, la adición de inmunoglobulinas en las dietas de post-destete para cerdos de hasta 8 semanas de

¹ La **opsonización** por anticuerpos es el proceso Biológico e inmunológico por el que se marca a un patógeno para su ingestión y destrucción por un fagocito. La opsonización implica la unión de una opsonina, en especial, un anticuerpo, a un receptor en la membrana celular del patógeno.

edad puede ser ventajosa. Muchos de los compuestos bio-activos de la leche (incluyendo inmunoglobulinas, hormonas y factores de crecimiento) se originan en la sangre, cruzan el epitelio mamario y son secretados intactos en la leche. Así, se esperaría que muchos de las inmunoglobulinas, factores de crecimiento, péptidos bio-activos y sus componentes biológicos de la leche también pueden estar presentes en el PPDP (PÉREZ-BOSQUE *et al.*, 2016).

Dentro del marco del empleo de alimentos funcionales se encuentra un aspecto muy importante para la salud de los consumidores, el de la resistencia a los antibióticos. Como han señalado PÉREZ-BOSQUE *et al.* (op. cit.); estos investigadores consideran que, por el marcado interés con relación al uso de antibióticos en el alimento de los animales, debido al riesgo de la generación de la resistencia anti-microbial que puede ser transferida a los humanos, se está realizando intensiva investigación para encontrar alternativas a los antibióticos, tanto promotores del crecimiento como terapéuticos. Así mismo, refieren que entre los muchos productos estudiados el PPDP se ha propuesto como una de las alternativas más efectivas.

KUCHIBHATLA *et al.* (2015), al respecto, mencionan que en numerosos estudios se ha reportado que la administración oral de aislados proteicos de plasma (APP), que contienen alta cantidades de inmunoglobulinas, conducen a consistentes mejoras en el crecimiento, ingestión de alimento y otras variables nutricionales en varias especies animales. Consideran que tales observaciones explican el uso extenso de los APP como un componente de los alimentos para animales de la década de los 80 para mejorar el crecimiento, la utilización de nutrientes y la inmuno-competencia de los animales domésticos. Como se ha indicado por diferentes investigadores, los beneficios parecen relacionarse con mejoras en la función de la barrera intestinal, estabilidad de la micro-biota y reducciones en las citoquinas inflamatorias del intestino.

PETTIGREW *et al.* (2006) reporta información, con cerdos, que indica que a los animales que se les retiró el PPDP de la dieta luego crecieron a un ritmo más lento que los animales control; sin embargo, el efecto fue de 2% o menor. Por otro lado, las ventajas sobre la respuesta inmunológica hacen que los productores tengan inclinación a usar el producto a pesar del elevado precio. Una de las razones por las que el PPDP ha mostrado eficiencia en el rendimiento puede deberse a la estimulación en el consumo de alimento, pero se desconoce aún el mecanismo que explicaría este comportamiento.

BESKI *et al.* (2015) consideran que debido a las ventajas del plasma para la producción de cerdos, se ha establecido que debe otorgar sus beneficios potenciales en la alimentación de otras especies productivas. Como ha sucedido en los cerdos, se han establecido mejoras en la ingestión de alimento, tasa de crecimiento y eficiencia alimenticia en terneros, pollos broiler y pavos en respuesta al consumo de PPDP. En dietas de pollos jóvenes, se ha establecido que la incorporación de PPDP mejora el peso corporal y el rendimiento general del crecimiento.

Según los mismos autores (BESKI *et al.*, op. cit.), los reportes indican que la respuesta al PPDP dietético fue más pronunciada en condiciones de producción con alta exposición de patógenos que en ambientes de crianza limpios. El PPDP es procesado para preservar las propiedades funcionales de la proteínas, incluyendo los péptidos biológicamente activos tales como albúmina e inmunoglobulina G (IgG). El PPDP dietético posiblemente mejoraría el rendimiento de broilers criados bajo condiciones de desafío, predominantemente en la fase de inicio. Las mismas observaciones se han reportado en pavos y cerdos. Indican que el PPDP contiene una serie de proteínas funcionales tales como albúmina, inmunoglobulinas, factores de crecimiento y péptidos biológicamente activos. Estas proteínas son más eficientes durante la exposición animal a los desafíos ambientales o inmunológicos. En sus reportes se ha considerado que los

cerdos albergados en ambientes de desafío crecen más eficientemente en respuesta al consumo de PPDP que los criados en un ambiente de mejores condiciones sanitarias; respuesta similar al PPDP también se observó en broilers albergados en ambientes diferentes. Se determinó una mejora en la salud y eficiencia del rendimiento en animales alimentados con dietas que contenían PPDP y desafiados con *E. coli* y *Cryptosporidium*.

Según diferentes investigadores (HANSEN *et al.*, 1993; ERMER *et al.*, 1994; OWUSU-ASIEDU *et al.*, 2002; BREGENDAHL *et al.*, 2005; ZHAO *et al.*, 2008) los mecanismos precisos detrás de la mejora en el crecimiento y salud de los broilers permanece sin clarificar. Sin embargo, también se ha unido esta mejora a las propiedades nutritivas de las proteínas del plasma. Los productos sanguíneos como la sangre completa deshidratada por pulverización, plasma o células rojas se han documentado como fuentes proteicas con alto valor nutricional debido a su excelente perfil de aminoácidos y digestibilidad, y han sido empleados como ingredientes en la dieta de animales de granja por muchos años. Por lo tanto, desde una perspectiva nutricional, la mejora en el rendimiento del crecimiento de las aves alimentadas con PPDP puede deberse a que el producto posee proteína de alta calidad con un buen perfil de aminoácidos que puede respaldar el desarrollo del intestino y el rápido crecimiento muscular. Consideran que los mecanismos por los que el producto funciona pueden ser multifactoriales. En los cerdos, se ha sugerido que la palatabilidad, la que incrementa la ingestión de alimento, es un mecanismo para lograr mejoras en el rendimiento; sin embargo, hallazgos de estudios relativamente recientes han reforzado la idea de que los beneficios del PPDP se derivan de sus propiedades inmunológicas. La presencia de compuestos inmunológicamente activos en los productos de la sangre, tales como

inmunoglobulinas, proteínas sanguíneas específicas y nucleótidos, tienen efectos positivos sobre cerdos destetados y pollos que reciben dietas con PPDP.

Los resultados de las investigaciones realizadas por diferentes investigadores (COFFEY y CROMWELL, 1995; OWUSU-ASIEDU *et al.*, 2002; BOSI *et al.*, 2004; GARRIGA *et al.*, 2005; PIERCE *et al.*, 2005; NOFRARIAS *et al.*, 2006; EDWARDS *et al.*, 2010) permiten sostener que aunque no se ha confirmado aún la acción antibacteriana del plasma deshidratado por pulverización, se ha resaltado tanto los beneficios externos sobre la comunidad microbiana del intestino así como los efectos internos sobre los cerdos. Se puede asumir que estos efectos también serían implementados en aves. Los efectos se localizan, principalmente, en el intestino; sin embargo, también se ha identificado algunos efectos sistémicos. La teoría propuesta es que las inmunoglobulinas y glicoproteínas presentes en el plasma tienen la capacidad de ligarse con los receptores de las bacterias patógenas y reducir así su adhesión a la pared mucosal en el tracto gastrointestinal (TGI); además, los anticuerpos que existen en el PPDP también tienen la habilidad de inhibir o reducir la colonización patogénica en el TGI. Según los diversos autores, estas teorías explicarían la mayor eficiencia del plasma en los ambientes de alta carga de patógenos en comparación con los ambientes limpios.

En la búsqueda de fuentes de sustancias bio-activas, que puedan estimular naturalmente la inmunidad y mejorar el estado de salud general de los animales, los expertos en nutrición han enfocado su interés en el empleo de sub-productos sanguíneos como materiales crudos en nutrición animal; se ha reportado las influencias positivas del plasma sanguíneo deshidratado sobre reacciones inmunológicas y funciones de la pared intestinal de cerdos destetados y otras especies de animales no rumiantes. La actividad de los sub-productos sanguíneos se ha asociado con globulinas inmuno-reactivas específicas y nucleótidos, que existen en la composición de los productos

sanguíneos; debido al suministro de plasma deshidratado en el alimento se ha observado una mejora en el rendimiento del crecimiento y en estado general de salud de los animales (cerdos, aves, terneros, mascotas), en pollos broiler se ha observado movilización de la membrana mucosa y la expresión de la activación de áreas inmunológicas después de la inclusión de PPDP en la dieta. La modulación del sistema inmune, función de los anticuerpos, respuesta inflamatoria y modificación de la morfología intestinal, como respuesta al PPDP dietético, también se ha confirmado en numerosos estudios realizados con cerdos jóvenes (SHAHIDI *et al.*, 1984; ORDA *et al.*, 1988; CAIN *et al.*, 1992; KATS *et al.*, 1994; COFFEY y CROMWELL, 1995; DE RODAS *et al.*, 1995; GODFREDSON-KISIC y JOHNSON, 1997; QUIGLEY y DREW, 2000; COFFEY y CROMWELL, 2001; OWUSU-ASIEDU *et al.*, 2002; CAMPBELL *et al.*, 2003; 2004a, b; NOFRARIAS *et al.*, 2006; RODRIGUEZ *et al.*, 2007; CAMPBELL *et al.*, 2009; MORETO y PÉREZ-BOSQUE, 2009; JAMROZ *et al.*, 2011, 2012).

De las publicaciones de KATS *et al.* (1994), COFFEY y CROMWELL (1995), VAN DIJK *et al.* (2001) y TORRALLARDONA (2010), se sabe que las tasas de inclusión de productos del plasma deshidratado en los ensayos de investigación con cerdos han variado de 2 a 25%; sin embargo, se indica que en la nutrición de aves la tasa de inclusión ha variado de 0.25 a 4%. Se han conducido ensayos dosis-dependientes para determinar la tasa de inclusión óptima del PPDP, indicándose que el nivel óptimo de inclusión en cerdos varía entre 4 y 8% y se requieren de más estudios para determinar el nivel óptimo en las dietas para los pollo de carne.

También se ha observado (DE RODAS *et al.*, 1995; JIANG *et al.*, 2000; TORRALLARDONA *et al.*, 2003; PIERCE *et al.*, 2005; NOFRARIAS *et al.*, 2006; ZHAO *et al.*, 2007; KING *et al.*, 2008; JAMROZ *et al.*, 2011, 2012) los efectos de los

sub-productos sanguíneos dietéticos, más específicamente PPDP, sobre la integridad intestinal de los animales; sin embargo, los efectos no siempre son consistentes. Se ha observado vellosidades intestinales de mayor longitud después de la inclusión de PPDP en las dietas de pollos broiler; así mismo, se ha confirmado en cerdos y faisanes estimulación del factor del crecimiento parecido a la insulina y desarrollo del intestino delgado. Por otro lado, se ha reportado la tendencia del PPDP para mejorar la capacidad de absorción mediante el incremento de la altura de los vellos y de la relación altura de vello/ profundidad de cripta. En cambio, los resultados de varios estudios realizados con cerdos han indicado que el suministro de plasma deshidratado como fuente de proteína tiene poco o ningún efecto sobre aspectos morfológicos de la pared intestinal o sobre la altura de los vellos, profundidad de cripta, y densidad de vellos y células caliciformes; otro estudio no encontró influencia del plasma deshidratado sobre la morfología de vellos o criptas o el índice de proliferación celular.

HENN *et al.* (2013) incluyeron PPDP en la dieta de pollos broiler para determinar el efecto sobre el rendimiento, en dos experimentos en los que hubo varios tipos de desafíos de la salud y la introducción del PPDP se hizo en forma progresiva en relación a diferentes fases del proceso productivo y la máxima incorporación fue de 3%. En ambos experimentos, la uniformidad de los lotes y la viabilidad no fueron afectados por el PPDP. En el experimento 1, la adición de PPDP ocasionó menor ingestión de alimento y mejoró la conversión alimenticia entre los días 1 a 21; menor ingestión de alimento también se observó durante la semana 2 para los broilers que consumieron PPDP desde el día 1 al 7, aun si el PPDP fue o no suministrado durante este tiempo. Las variables que miden el rendimiento no fueron diferentes entre tratamientos desde el día 22 al 42, tampoco lo fue el rendimiento de carcasa en el día 42. En el experimento 2, hubo mayor ganancia de peso entre del día 8 al 21 y del 1 al 42 en las aves que

consumieron PPDP en relación a aquellos que no recibieron plasma; los broilers del T₂ (1.5% de PPDP en el primer período) consumieron más alimento durante todo el experimento en comparación al control. Concluyen diciendo que la inclusión de PPDP puede cambiar el rendimiento de los broiler criados bajo condiciones de desafío, con un efecto positivo particularmente en los primeros estados de vida.

En una serie de cuatro experimentos CAMPBELL *et al.* (2006) evaluaron el efecto de la utilización de plasma deshidratado en diferentes formas de la dieta (peletizada o sin peletizar) de pollos broiler; en todos los experimentos se emplearon machos Ross x Ross 308 asignados al azar a sus respectivos tratamientos (6 ó 10 broilers por jaula y 8 ó 10 jaulas por tratamiento). En el Experimento 1, se mejoró ($P \leq 0.05$) la ganancia diaria de peso y la ingestión de alimento para los broilers alimentados con plasma deshidratado entre los días 1 y 28 de edad, con mayor peso corporal a los 42 días de edad. En el experimento 2, tanto en la fase inicial (1 a 28 días de edad) como en la general (1 a 42 días de edad), los broilers alimentados con plasma deshidratado tuvieron mayor ($P \leq 0.05$) ganancia y eficiencia. En el experimento 3, la ganancia diaria de peso, la ingestión de alimento, la eficiencia de la ganancia y el peso corporal fueron mejorados ($P \leq 0.01$) en los broilers con plasma deshidratado entre los días 1 y 21 de edad, sin consideración de la temperatura de acondicionamiento del alimento. En el experimento 4, los broilers alimentados con plasma deshidratado mejoraron ($P \leq 0.05$) la ganancia, el peso corporal y la ingestión de alimento sin consideración del método de procesamiento (molido o expandido) del alimento. En general, los experimentos demostraron que la temperatura de acondicionamiento del pellet de 85 a 95°C y las temperaturas de expansión hasta 149°C no dañan los efectos positivos sobre el crecimiento del plasma deshidratado en el alimento peletizado o expandido

No todos los ensayos en aves han sido favorables a la inclusión de PPDP, con gallinas ponedoras se han obtenido resultados no significativos en aspectos de producción. Así, ORDA *et al.* (2012) en un ensayo con gallinas Isa Brown divididas en cinco grupos, cada uno con 12 réplicas (jaulas con tres gallinas cada réplica); las dietas fueron iso-proteicas e iso-energéticas con diferentes proporciones de PPDP o células sanguíneas deshidratadas por pulverización (CSDP), de 2 o 4%. Las gallinas del tratamiento control se alimentaron con dietas que contuvieron sólo proteínas vegetales. Los parámetros de rendimiento de la postura y de calidad del huevo se registraron durante tres períodos de postura: entre las semanas 2 a 10 (57 días), 11 a 18 semanas (62 días), y entre 19 a 24 semanas de vida (62 días) para determinar el efecto de los subproductos sanguíneos durante diferentes fases de postura. Las gallinas jóvenes de los grupos experimentales produjeron significativamente menos huevos ($P \leq 0.05$) en comparación con las del control. Durante períodos sucesivos las diferencias en los índices de rendimiento entre grupos debido al tipo de harina animal o su nivel, fueron insignificantes. Sólo la fase de postura influyó ($P \leq 0.01$) a los parámetros del rendimiento analizados. En las gallinas más viejas se obtuvo un significativo más alto peso de huevo. Sólo se registraron diferencias significativas entre gallinas más jóvenes con relación al peso de la cáscara, grosor y proporción en peso total. Se notó reducción en el peso y proporción de la cáscara en los huevos de las gallinas alimentadas con las dietas que contenían harinas animales ($P \leq 0.01$) en comparación con los huevos de las aves control. Los investigadores indicaron que puede decirse que el empleo de harina de células sanguíneas (2 o 4%) influyó negativamente ($P \leq 0.01$) los índices de la cáscara y color de la yema cuando se compararon con los grupos control o PPDP. Así mismo, mencionaron que otros parámetros no fueron afectados. La inclusión de CSDP mejoró la deposición de Mg y Mn ($P \leq 0.01$) en la yema del huevo. Concluyen los autores

mencionando que no se encontró justificación clara para el uso de sub-productos sanguíneos deshidratados por pulverización como una fuente alternativa de aminoácidos y minerales en las dietas de gallinas ponedoras.

No obstante, AL-HARTHI *et al.* (2009) en un estudio para investigar los efectos de la inclusión de la harina de desechos de camal deshidratada (HDCD) en la dieta de pollitas a 0, 4, 8, 12, 16 y 20% sobre el rendimiento del subsiguiente período de postura. Trabajaron con 216 pollas Lohmann Brown de 16 semanas de edad, que recibieron una dieta con 16% de proteína y se les cambió a una dieta con 19% de proteína hasta las 40 semanas de edad. Las pollas que recibieron 20% de HDCD presentaron un adelanto de 8 días ($P \leq 0.05$) en la madurez sexual y más alta tasa de sobrevivencia (95.6%) que el grupo control. El peso del huevo fue similar entre todos los grupos experimentales desde la semana 20 a la 40 de edad; sin embargo, se obtuvo mayor producción y mejor conversión alimenticia ($P \leq 0.05$) con 4% de inclusión de HDCD. Algunos coeficientes de digestibilidad de nutrientes fueron mejorados significativamente con el suministro de 20% de HDCD. Se redujo ($P \leq 0.05$) los conteos de *E. coli* y hongos en 30.2 y 31.1% cuando las gallinas recibieron 16 o 20% de HDCD, respectivamente, en comparación con el grupo control. El total de lípidos del plasma, las concentraciones totales de lípidos de la yema fresca y almacenada disminuyeron ($P \leq 0.05$) con los incrementos de la HDCD en la dieta. Así mismo, se reportó un incremento significativo ($P \leq 0.05$) en el grosor de la cáscara del huevo, índice de yema y color de la yema conforme se incrementó la HDCD dietética a 20%. Los investigadores concluyeron que la HDCD podría considerarse como un ingrediente alternativo para el alimento de pollas y postura; pero se requiere de investigación adicional.

III. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Localización y Duración

El presente trabajo de investigación se realizó en la ciudad de Lambayeque, distrito, provincia y departamento del mismo nombre; y tuvo una duración efectiva de 42 días en la fase de campo.

3.2. Tratamientos Evaluados

En el presente ensayo se consideró los siguientes tratamientos:

T₁: Testigo

T₂: 1% de plasma deshidratado en la dieta

T₃: 2% de plasma deshidratado en la dieta

T₄: 3% de plasma deshidratado en la dieta

3.3. Características del Material y Equipo Experimentales

3.3.1. De los animales:

Se utilizaron cien pollos Cobb 500 de un día de edad, de ambos sexos, provenientes de una planta incubadora de la ciudad de Trujillo; homogéneos en condición corporal y en aparente buen estado de salud.

3.3.2. Del alimento evaluado:

Se prepararon raciones similares en contenido de proteína y energía metabolizable, formuladas para aportar 21.5% de PB y 3.0 Mcal de EM entre los días 1 y 21; 20% de PC y 3.2 Mcal de EM entre los días 22 y 42. Las fórmulas porcentuales se presentan en la Tabla N° 3.1.

El plasma deshidratado se adquirió en la ciudad de Lima, fabricado por la firma Sanivet S. A. de Argentina.

3.3.3. De las instalaciones y equipos:

Tabla N° 3.1.

Composición porcentual de insumos de las raciones según edades

Insumos	01-21				22-42			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Maíz Amarillo	53.80	53.80	53.80	53.80	57.80	57.80	57.80	57.80
Soja, torta	37.00	36.00	35.00	34.00	32.00	31.00	30.00	29.00
Plasma deshidratado	----	01.00	02.00	03.00	-----	01.00	02.00	03.00
Aceite vegetal	01.50	01.50	01.50	01.50	02.00	02.00	02.00	02.00
Trigo, afrecho	01.00	01.00	01.00	01.00	03.00	03.00	03.00	03.00
Arroz, polvillo	02.52	02.52	02.52	02.52	02.29	02.29	02.29	02.29
Fosfato di-cálcico	01.60	01.60	01.60	01.60	01.10	01.10	01.10	01.10
Carbonato de calcio	01.30	01.30	01.30	01.30	00.80	00.80	00.80	00.80
Pre-mezcla	00.25	00.25	00.25	00.25	00.15	00.15	00.15	00.15
Sal común	00.35	00.35	00.35	00.35	00.33	00.33	00.33	00.33
Bio-Mos	00.10	00.10	00.10	00.10	00.10	00.10	00.10	00.10
DL-Met	00.30	00.30	00.30	00.30	00.20	00.20	00.20	00.20
L-Lis	00.10	00.10	00.10	00.10	00.05	00.05	00.05	00.05
Sintox	00.05	00.05	00.05	00.05	00.05	00.05	00.05	00.05
Mold Zapp	00.05	00.05	00.05	00.05	00.05	00.05	00.05	00.05
Selplex	00.02	00.02	00.02	00.02	00.02	00.06	00.02	00.02
Allzyme SSF	00.06	00.06	00.06	00.06	00.06	00.06	00.06	00.06
Aporte* estimado de:								
Proteína, %	21.42	21.62	21.80	21.98	19.80	19.98	20.16	20.34
EM, Mcal/Kg.	03.17	03.17	03.17	03.17	03.27	03.27	03.27	03.27

* Según McDOWELL *et al.* (1974).

- Comederos de la bandeja y tolva , bebederos de sifón.
- Criadora a gas
- Cintas de plástico , plumón de tinta indeleble, engrapador
- Libreta de campo
- Cámara fotográfica
- Balanza electrónica, aproximación de 1g
- Balanza para pesar insumos
- Equipo típico de una granja avícola

Tabla N° 3.2.**Descripción del plasma porcino empleado en el presente ensayo**

El Plasma AP920 se utiliza exclusivamente como materia prima plasma de origen porcino.

ANÁLISIS GARANTIZADO

Proteína Cruda, Mínimo	78%	Grasa Cruda, Mínimo	0.3%
Fibra Cruda, Máximo	0.5%	Ceniza, Máximo	10%

ANÁLISIS TÍPICO

Solubilidad	88%	Fósforo	1.3%	Hierro	90 ppm	EM Cerdos	3906 Kcal/kg
Sodio	2.2%	Calcio	0.15%	Cloruros	1.1%	ED Cerdos	4108 Kcal/kg
Potasio	0.3%	Magnesio	0.03%	Humedad	8%	EM Aves	3831 Kcal/kg

PERFIL DE AMINOÁCIDOS

Nutriente	Total %	Digestibilidad %	Digestible%	Nutriente	Total%	Digestibilidad, %	Digestible, %
Lisina	6.80	84	5.68	Treonina	4.80	77	3.72
Metionina	0.70	61	0.43	Cistina	2.80	73	2.04
Triptófano	1.40	73	1.00	Histidina	2.80	87	2.39
Isoleucina	2.90	80	2.31	Leucina	7.80	82	6.42
Valina	5.30	81	4.32	Arginina	4.70	81	3.82
Fenilalanina	4.60	81	3.69	Tirosina	3.60	79	2.87
Alanina	4.20	78	3.27	Acido Aspártico	7.90	80	6.28
Ac. Glutámico	11.70	86	10.09	Glicina	3.00	64	1.90
Seria	4.70	77	3.60				

PROPIEDADES FÍSICAS

Polvo de color uniforme desde blanco a beige o hasta café, el color finalmente no afecta el comportamiento del producto. Olor: Neutral

PRESENTACIÓN

Sacos de doble capa de 25 Kg. y bolsas plásticas de 5 Kg.

ALMACENAJE

En empaque cerrado, manténgalo en un lugar seco y fresco.

3.4. Descripción de la Metodología Experimental**3.4.1. Del diseño de contrastación de las hipótesis:**

El planteamiento estadístico de las hipótesis fue el siguiente:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$

$$H_1: \text{AL MENOS UNA MEDIA ES DIFERENTE}$$

Las hipótesis fueron contrastadas mediante un diseño irrestrictamente al azar, con el siguiente modelo aditivo lineal:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \xi_{ij}$$

Donde :

Y_{ijk} , es la variable evaluada;

μ , es el efecto medio verdadero;

τ_i , es el efecto verdadero del i -ésimo tratamiento;

ξ_{ij} , es el efecto verdadero de la j -ésima repetición dentro del i -ésimo tratamiento (error experimental).

Se mantuvo la disposición de tolerar 5% como máxima probabilidad de cometer error de tipo I (OSTLE, 1979; SCHEFFLER, 1982).

3.4.2. De las técnicas experimentales:

Los pollitos fueron identificados con una banda elástica numerada sujeta al tarso, de diferente color para cada tratamiento. Se tomó el peso inicial y se registró en una libreta de campo y posteriormente se guardó la información en una base de datos en Excel. Los pollos se asignaron al azar a cada grupo de tratamiento. Las pesadas posteriores se realizaron el día 21 y el día 42; para las pesadas se empleó una balanza electrónica con aproximación de un gramo.

El alimento fue preparado en el piso con palana, se empleó insumos de disponibilidad local, adquiridos en el mercado mayorista de la ciudad de Chiclayo, de acuerdo a las fórmulas porcentuales mostradas en la Tabla N° 3.1., se cuidó en verificar la calidad de los insumos, para prevenir el ataque de hongos y bacterias. El proceso de mezclado es conocido como “progresivo”; primero se combinó los insumos que están en proporciones pequeñas y progresivamente se fue incorporando el resto de insumos, hasta lograr la completa homogeneización en la mezcla; el tiempo efectivo de mezclado fue de 30 minutos por cada preparada.

Se preparó el alimento en cantidades determinadas para cada fase según lo estipulado en el manual Cobb 500 y se suministró esas cantidades a los tratamientos, procurando que sea *ad libitum*.

El manejo sanitario implementado en el ensayo implicó la aplicación de normas de bioseguridad: impedir el acceso de personas ajenas al ensayo, control de moscas, roedores y de otras especies animales; uso de desinfectante al ingreso; empleo de ropa de trabajo; aplicación de vacunaciones (gumboro, newcastle, bronquitis) y el mantenimiento de condiciones higiénicas (cambio de cama).

3.4.3. De las variables evaluadas:

La información generada permitió evaluar las siguientes variables:.

- Consumo de alimento
- Peso e incremento de peso
- Conversión alimenticia
- Mérito económico

La conversión alimenticia es la relación entre el alimento consumido (Kg) y el peso vivo incrementado (Kg); en consecuencia, mientras más alto el valor de conversión alimenticia menos eficiente es el alimento para incrementar peso vivo.

El mérito económico es la relación entre la cantidad de dinero gastada en alimento (s/.) y el peso vivo incrementado (Kg); como en el caso de la conversión alimenticia, valores más altos de mérito económico indican menos eficiencia económica atribuible a los tratamientos.

3.4.4. Del análisis estadístico:

Prueba de Bartlett de homogeneidad de varianzas con los pesos iniciales y los incrementos de peso para verificar homocedasticidad, aditividad y normalidad, para poder aplicar el análisis de la varianza.

Análisis de la varianza para determinar el valor de F y poder rechazar una de las hipótesis; el esquema del ANAVA se muestra en la Tabla N° 3.3. Sólo cuando el valor F fue significativo se aplicó la prueba de rango múltiple de Duncan.

Tabla N° 3.3.**Esquema del análisis de varianza del diseño irrestrictamente al azar**

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signific.
Media	M_{yy}	1			
Tratamientos	T_{yy}	3	T	T/ E	$P \leq 0.05$
Error experimental	E_{yy}	96	E		
TOTAL	ΣY^2	100			

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Consumo de Alimento

Los resultados referentes al consumo de alimento se presentan en la Tabla 4.1., para pollos Cobb que recibieron diferentes proporciones de plasma porcino (PP) en el alimento.

Tabla N° 4.1.

Consumo de alimento de pollos de carne que recibieron plasma porcino (PP) en el alimento

Aspectos	Tratamientos			
	1	2	3	4
Pollos por tratamiento	25	25	25	25
Duración del experimento, días	42	42	42	42
PP en el alimento, %	00	01	02	03
Consumo por pollo, kg.:				
- Total	4.87	4.68	4.90	4.72
- Por día	0.116	0.111	0.117	0.112
Comparativo porcentual con testigo	100	95.7	100.9	96.6

Respectivamente para los tratamientos del primero al cuarto, el consumo de alimento fue de 4.87, 4.68, 4.90 y 4.72 kilos por pollos; cifras que expresadas en consumo diario, promedio, por pollo son de 116, 111, 117 y 112 gramos. El comparativo porcentual entre tratamientos para el consumo promedio por pollo se presenta en la Figura N° 4.1., en la que se puede apreciar que en los tratamientos 2 y 4 el consumo fue menor en comparación al testigo, aproximadamente entre 3 y 4%; en tanto que el tratamiento 3 se comportó similar al testigo. Este comportamiento, en el ensayo, indicaría que la presencia de PP en el alimento tiende a que el consumo sea ligeramente menor. Las evaluaciones realizadas con cerdos indican que en la especie porcina el PP ocasiona incrementos en el consumo; sin embargo, dado que el alimento se proporciona en cantidades específicas (consumo limitado) la conveniencia del empleo del PP se evaluaría más convenientemente a través de la eficiencia de utilización.

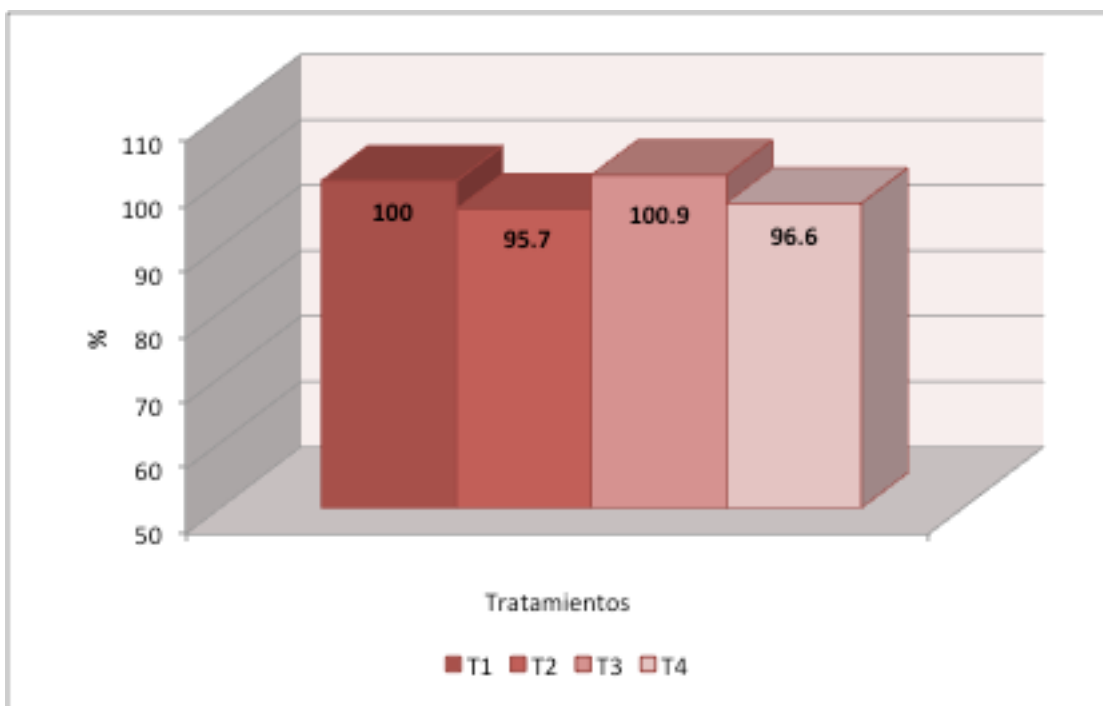


Figura N° 4.1. Comparativo porcentual entre tratamientos para consumo de alimento

En cerdos se han ensayado proporciones en 4 y 8%, como ha sido indicado por KUCHIBHATLA *et al.* (2016) y PÉREZ-BOSQUE *et al.* (2016), muy superiores a las ensayadas en el presente ensayo; por otro lado, BESKI *et al.* (2015) han indicado que el efecto sobre el consumo, acrecentándolo, también en pollos de carne, además de la proporción incluida en el alimento, está relacionado con las condiciones sanitarias del ambiente; en condiciones sanitarias no muy buenas el consumo mejoró.

La inconveniencia de emplear mayores proporciones en la dieta de los pollos de carne se centra en el elevado precio del PP (37 soles por kilo), y al incluirlo en proporciones de 1% encarece notablemente el costo de la ración, sólo justificable si se logra una muy eficiente utilización del alimento para incrementar peso vivo, que compense el mayor costo. Es posible que en cerdos los mayores precios se toleren debido a que se puede lograr más animales, en el que cada cerdo perdido representa dejar de producir alrededor de 90 kilos de carcasa. Una situación así, que no es la del pollo de carne, puede hacer muy atractivo el empleo del PP.

4.2. Peso Vivo e Incremento de Peso

Los resultados referentes al peso vivo e incrementos de peso, de pollos que recibieron PP en el alimento, se muestran en la Tabla N° 4.2.

Tabla N° 4.2.

Peso vivo e incremento de peso vivo de pollos de carne que recibieron PP en el alimento

	Tratamientos			
	1	2	3	4
Pollos/ tratamiento	25	25	25	25
Duración experimental, días	42	42	42	42
PP en alimento, %	--	01	02	03
Peso vivo, g/ pollo:				
- Inicial	40	40	40	40
- 21 días	1135	1162	1205	1214
- 42 días	2650	2741	3108	3116
Incremento de peso vivo, g/ pollo:				
- 01 - 21 días	1095 ^A	1122 ^A	1165 ^A	1174 ^A
- 22 - 42 días	1515 ^B	1579 ^B	1903 ^A	1902 ^A
- 01 - 42 días	2610 ^B	2700 ^B	3068 ^A	3076 ^A

^{A, B} Letras diferentes sobre los promedios indican diferencias significativas entre tratamientos dentro de períodos ($P \leq 0.01$, Duncan)

Respectivamente para los tratamientos del primero al cuarto se registraron pesos finales de 2.650, 2.741, 3.108 y 3.116 kilos, promedio, por pollo; con incrementos de peso de 1.095, 1.122, 1.165 y 1.174 kilos, promedio, por pollo en los primeros 21 días de edad; de 1.515, 1.579, 1.903 y 1.902 kilos, promedio, por pollo entre los 22 y 42 días de edad; e incrementos totales de peso de 2.610, 2.700, 3.068 y 3.076 kilos, promedio, por pollo. El análisis estadístico indicó que con los incrementos de peso en los primeros 21 días de edad no hubo homocedasticidad (Tabla N° 8.1.), motivo por el que se procedió a transformar la información a base logarítmica (OSTLE, 1979) antes de aplicar el análisis de varianza; aplicado este (Tabla N° 8.2.) se determinó que las diferencias entre los tratamientos en éste período no alcanzaron significación estadística, aun cuando los tratamientos en los que se incluyó el PP fueron superiores al testigo (Figura N° 4.2.). Entre los 22 y 42 días de edad si hubo homocedasticidad (Tabla N° 8.3.), aplicado el análisis de la varianza (Tabla N° 8.4.) se determinó que las

diferencias entre los tratamientos fueron significativas ($P \leq 0.01$); aplicada la prueba de recorrido múltiple de Duncan se estableció que los tratamientos 3 y 4 fueron similares entre sí y superiores a los tratamientos 1 y 2, que también fueron similares entre sí (Figura N° 4.3.). La magnitud de las diferencias en el segundo período permitió que las diferencias entre tratamientos, al evaluar los incrementos acumulados de peso, también fueran significativas (Tablas N° 8.5. y 8.6.), con la misma tendencia del segundo período de edad (Figura N° 4.4.).

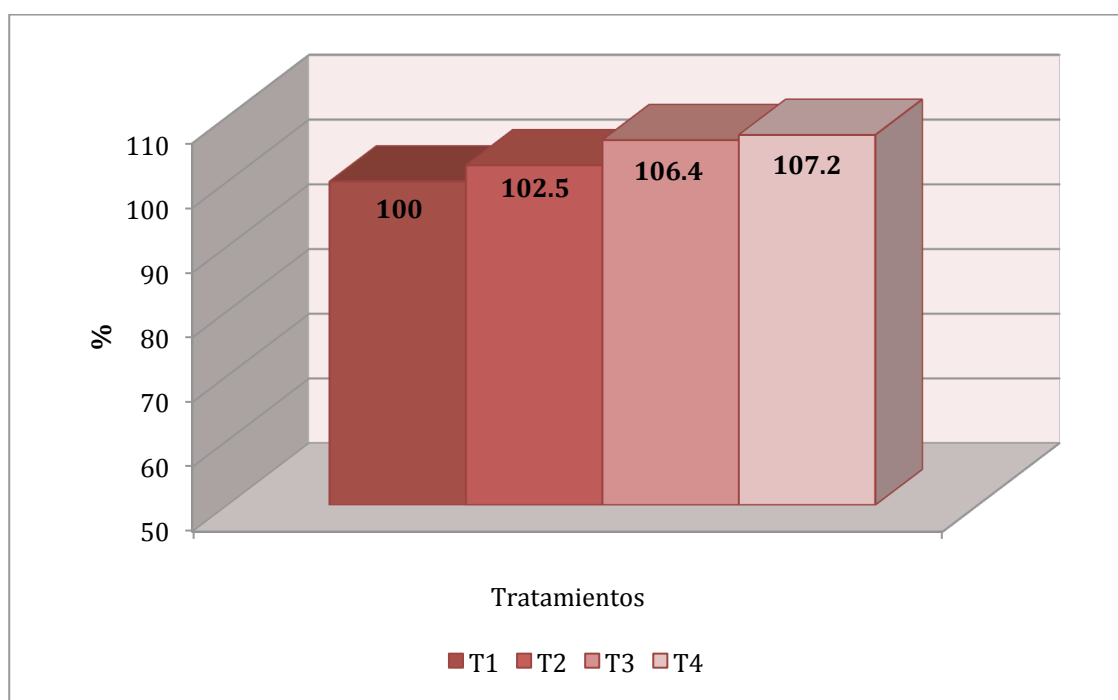


Figura N° 4.2. Comparativo porcentual entre tratamientos para incremento de peso vivo en los primeros 21 días de edad

En la Figura N° 4.2. se observa que los incrementos de peso vivo tienden a incrementarse conforme lo hace la presencia de PP en el alimento; sin embargo, se aprecia una desaceleración marcada al pasar del 2 al 3% de PP en el alimento. Sin embargo, el análisis de la varianza indicó que el valor obtenido de F no alcanzó significación estadística al 95% de confianza; no obstante se determinó que la tendencia es marcada hacia mejor desempeño de los pollos que recibieron PP, sobre todo al 2% en la fórmula alimenticia para este período.

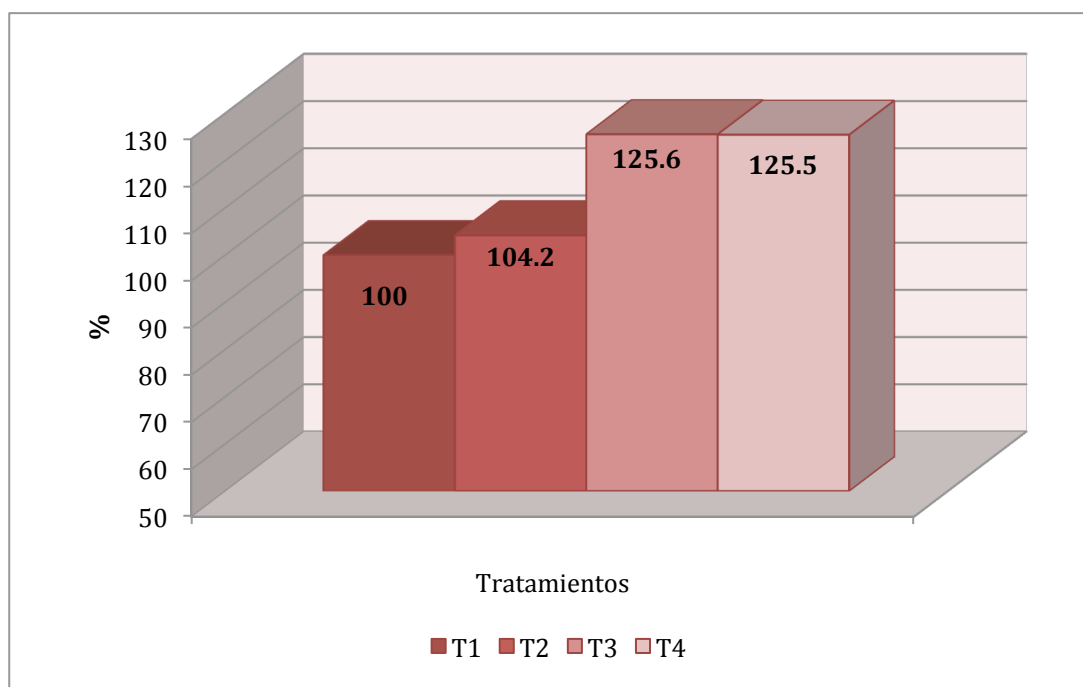


Figura N° 4.3. Comparativo porcentual entre tratamientos para los incrementos de peso vivo entre los 22 y 42 días de edad

En la Figura N° 4.3. se observa que entre los 22 y 42 días de edad los pollos manifestaron un marcado efecto benéfico a la presencia de PP en la dieta, principalmente con 2%; se notó que con 3% el efecto sobre el incremento de peso fue, prácticamente, idéntico al obtenido con 2%, no justificándose el empleo de 3%. Una pregunta pertinente es: ¿por qué el efecto fue tan notorio en esta edad y no en la anterior? La respuesta a tal interrogante puede estar del lado del desafío sanitario, el que normalmente se incrementa en la producción del pollo de carne cuando lo hace la edad (densidad, acumulación de calor y humedad, cama húmeda, ingestión de cama, etc.), dado que el PP juega un rol importante en el desarrollo del sistema inmunológico del animal puede estar coadyuvando a que los pollos se acerquen al logro de potencial productivo. BESKI *et al.* (2015) han indicado que el mejor desempeño de los animales que reciben PP a través del alimento se evidencia mejor cuando las condiciones sanitarias no son muy buenas. Opinión similar a la reportada por PÉREZ-BOSQUE *et al.* (2016), sustentada en investigaciones realizadas por diversos investigadores en diferentes partes del mundo (COFFEY y CROMWELL, 1995; OWUSU-ASIEDU *et*

al., 2002; BOSI *et al.*, 2004; GARRIGA *et al.*, 2005; PIERCE *et al.*, 2005; NOFRARIAS *et al.*, 2006; EDWARDS *et al.*, 2010; BESKI *et al.*, 2015; KUCHIBHATLA *et al.*, 2015).

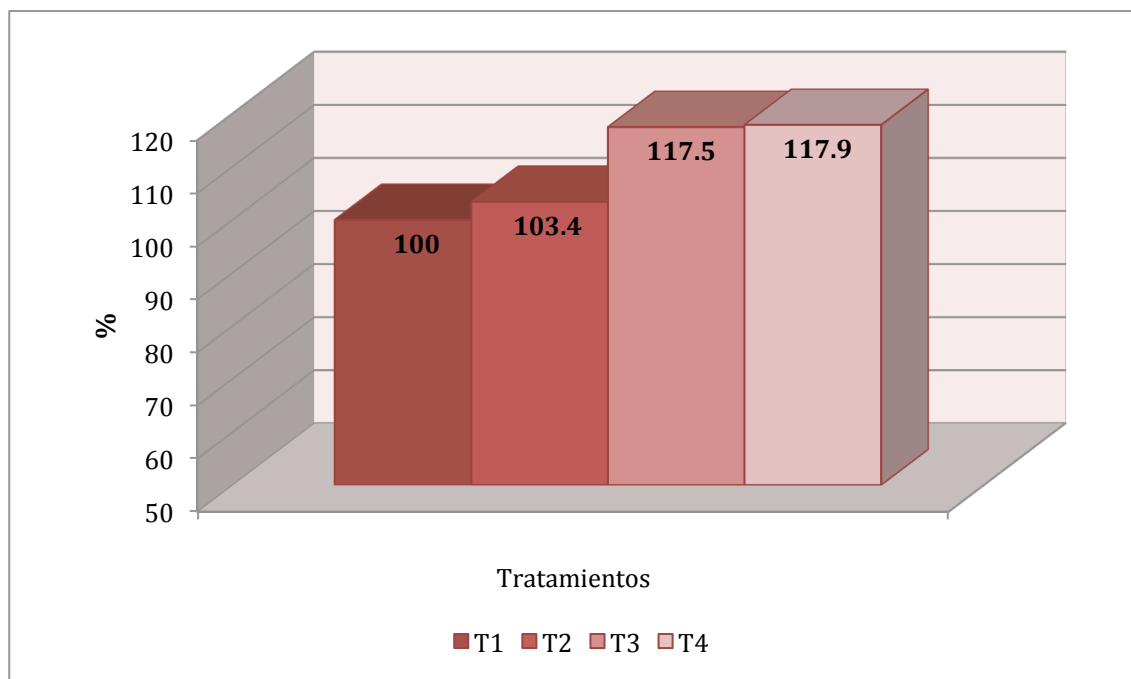


Figura N° 4.4. Comparativo porcentual entre tratamientos para incremento acumulado de peso vivo

En la Figura N° 4.4. se puede apreciar que el incremento acumulado de peso siguió la misma tendencia que la apreciada en la Figura N° 4.3., pero de menor magnitud debido a que se combinó con los menores incrementos de peso del primer período de 21 días. Resulta evidente que la mejor respuesta corresponde al tratamiento que incluyó 2% de PP. Las razones proporcionadas para explicar el comportamiento del incremento de peso que se dio en el segundo período también son válidas para los incrementos acumulados de peso vivo.

No obstante los excelente resultados obtenidos con los incrementos de peso vivo aun es necesario evaluar la eficacia del producto desde el punto referencial de la eficiencia de utilización del alimento para incrementar peso vivo y la eficiencia económica.

4.3. Conversión Alimenticia

Los resultados de la conversión alimenticia de pollos de carne que recibieron PP en el alimento se presentan en la Tabla N° 4.3.

Tabla N° 4.3.

Conversión alimenticia (CA) de pollos de carne que recibieron PP en el alimento

	Tratamientos			
	1	2	3	4
Pollos/ tratamiento	25	25	25	25
Duración experimental, días	42	42	42	42
PP en alimento, %	--	01	02	03
Consumo total/ pollo, kg	4.87	4.68	4.90	4.72
Incremento total/ pollo, kg	2.61	2.70	3.07	3.08
C. A.	1.87	1.73	1.60	1.53
Comparativo porcentual	100.	92.5	85.6	81.8

Respectivamente para los tratamientos del primero al cuarto, se obtuvo valores de C. A. acumulada de 1.87, 1.73, 1.60 y 1.53 kilos de alimento consumidos por kilo de peso vivo incrementado. Al realizar el comparativo porcentual se pudo determinar que los tratamientos que recibieron PP en el alimento fueron más eficientes que el testigo; conforme se incrementó el porcentaje de PP se mejoró la eficiencia de utilización del alimento, así con respecto al testigo los tratamientos 2, 3 y 4 fueron 7.5, 14.4 y 18.2%, respectivamente, más eficientes (Figura N° 4.5.).

Como se puede apreciar, los mejores incrementos de peso de los tratamientos que recibieron PP no se debieron a una mayor ingestión de alimento sino a una más eficiente utilización del alimento; este comportamiento es indicativo que el PP ejerció cierto efecto sobre las estructuras intestinales y la micro flora que reside en estas estructuras.

Con relación al epitelio intestinal, a su desarrollo e integridad estructural, en pollos broiler se ha observado movilización de la membrana mucosa y la expresión de la activación de áreas inmunológicas después de la inclusión de PPDP en la dieta. La

modulación del sistema inmune, función de los anticuerpos, respuesta inflamatoria y modificación de la morfología intestinal, como respuesta al PPDP dietético, también se ha confirmado en numerosos estudios realizados con cerdos jóvenes (SHAHIDI *et al.*, 1984; ORDA *et al.*, 1988; CAIN *et al.*, 1992; KATS *et al.*, 1994; COFFEY y CROMWELL, 1995; DE RODAS *et al.*, 1995; GODFREDSON-KISIC y JOHNSON, 1997; QUIGLEY y DREW, 2000; COFFEY y CROMWELL, 2001; OWUSU-ASIEDU *et al.*, 2002; CAMPBELL *et al.*, 2003; 2004a, b; NOFRARIAS *et al.*, 2006; RODRIGUEZ *et al.*, 2007; CAMPBELL *et al.*, 2009; MORETO y PÉREZ-BOSQUE, 2009; JAMROZ *et al.*, 2011, 2012).

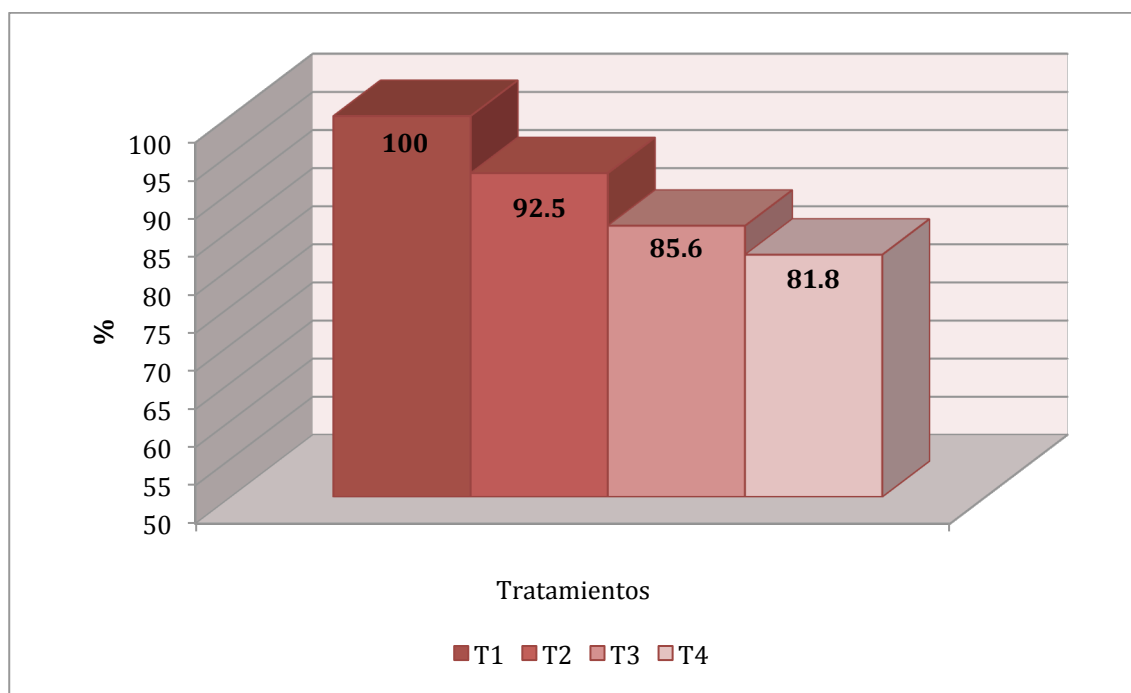


Figura N° 4.5. Comparativo porcentual entre tratamientos para la CA acumulada

También se ha observado (DE RODAS *et al.*, 1995; JIANG *et al.*, 2000; TORRALLARDONA *et al.*, 2003; PIERCE *et al.*, 2005; NOFRARIAS *et al.*, 2006; ZHAO *et al.*, 2007; KING *et al.*, 2008; JAMROZ *et al.*, 2011, 2012) los efectos de los sub-productos sanguíneos dietéticos, más específicamente PPDP, sobre la integridad intestinal de los animales; sin embargo, los efectos no siempre son consistentes. Se ha observado vellosidades intestinales de mayor longitud después de la inclusión de PPDP

en las dietas de pollos broiler; así mismo, se ha confirmado en cerdos y faisanes estimulación del factor del crecimiento parecido a la insulina y desarrollo del intestino delgado. Por otro lado, se ha reportado la tendencia del PPDP para mejorar la capacidad de absorción mediante el incremento de la altura de los vellos y de la relación altura de vello/ profundidad de cripta.

La integridad del epitelio intestinal es, generalmente, afectada en forma negativa por el desarrollo de las poblaciones de bacterias de tipo patógeno en las criptas, principalmente la especie *Clostridium perfringens*, así cualquier insumo que se capaz de atender en contra del desarrollo de este tipo de micro biota permitirá mejor sanidad intestinal, mejor absorción de nutrientes y más producción; el organismo ya no destinará nutrientes para la reparación de tejidos intestinales sino que se destinarán a los procesos de síntesis de músculo (carne). Diferentes investigaciones han resaltado el papel del PP como un alimento funcional que permitiría mejorar el aspecto inmunológico de los pollos para enfrentar con éxito a las bacterias patógenas y porque portaría sustancias que frenarían el desarrollo bacteriano (COFFEY y CROMWELL, 1995; OWUSU-ASIEDU *et al.*, 2002; BOSI *et al.*, 2004; GARRIGA *et al.*, 2005; PIERCE *et al.*, 2005; NOFRARIAS *et al.*, 2006; EDWARDS *et al.*, 2010).

Los valores de CA obtenidos con 2 y 3% de PP son considerados muy buenos, que indicarían que los pollos habrían tenido la oportunidad de aproximarse a la manifestación de su potencial genético para ganar peso con eficiencia; sin embargo, como ha sido mencionado por otros investigadores, mucho de las bondades del producto podrían verse opacadas considerablemente con la elevación considerable en los costos de producción debido al precio del PP y que en las proporciones ensayadas harían económicamente inviable su empleo, como se apreciará en la siguiente sección, en la que se trata del mérito económico.

4.4. Mérito Económico

Los resultados referentes al mérito económico de pollos broiler que recibieron PP en el alimento se muestran en la Tabla N° 4.4.

Tabla N° 4.4.

Mérito económico (ME) de pollos de carne que recibieron PP en el alimento

	Tratamientos			
	1	2	3	4
Pollos/ tratamiento	25	25	25	25
Duración experimental, días	42	42	42	42
PP en alimento, %	--	01	02	03
Precio de raciones, s/ kg.:				
01 – 21 días de edad	1.60	1.93	2.28	2.63
22 – 42 días de edad	1.52	1.87	2.22	2.57
Gasto total alimento/ pollo, s/.	7.52	8.84	10.97	12.22
Incremento total/ pollo, kg	2.61	2.70	3.07	3.08
M. E.	2.88	3.27	3.57	3.97
Comparativo porcentual	100.	113.5	124.	138.

Respectivamente para los tratamientos 1, 2, 3 y 4, el ME fue de 2.88, 3.27, 3.57 y 3.97 soles gastados en alimento para incrementar un kilo de peso vivo. Realizado el comparativo porcentual entre tratamientos se pudo determinar que en los tratamientos en los que se empleó PP se gastó en alimento 13.5, 24 y 38%, respectivamente en los tratamientos 2, 3 y 4, en comparación con el testigo.

Estos resultados corroboran las apreciaciones anteriores que indicaban que una de las mayores limitaciones del PP es el precio. Con un precio de 37 soles por kilo, la inclusión de 1, 2 y 3% en la dieta hizo que el precio de las raciones variara en incrementos de 20.6, 42.5 y 64.4%, respectivamente, para los primeros 21 días de edad; y de 23, 46 y 69%, respectivamente, para las raciones entre los 22 y 42 días de edad. Así, bastó que se incluyera 1% del PP en la dieta de los pollos para que el ME tornará ineficiente. Al analizar la composición de insumos de la raciones se puede observar que se utilizan insumos cuyo precio es muy superior al del PP pero se emplean en proporciones de 0.1% o menores, por lo que su efecto sobre el precio de la ración se

minimiza. Con proporciones de 1, 2 y 3% de PP en la dieta deja sin posibilidad de su empleo en la alimentación, salvo que pueda servir para superar serios problemas sanitarios; por lo que se hace necesario realizar ensayos bajo condiciones de desafío sanitario para determinar si se puede justificar el empleo del PP.

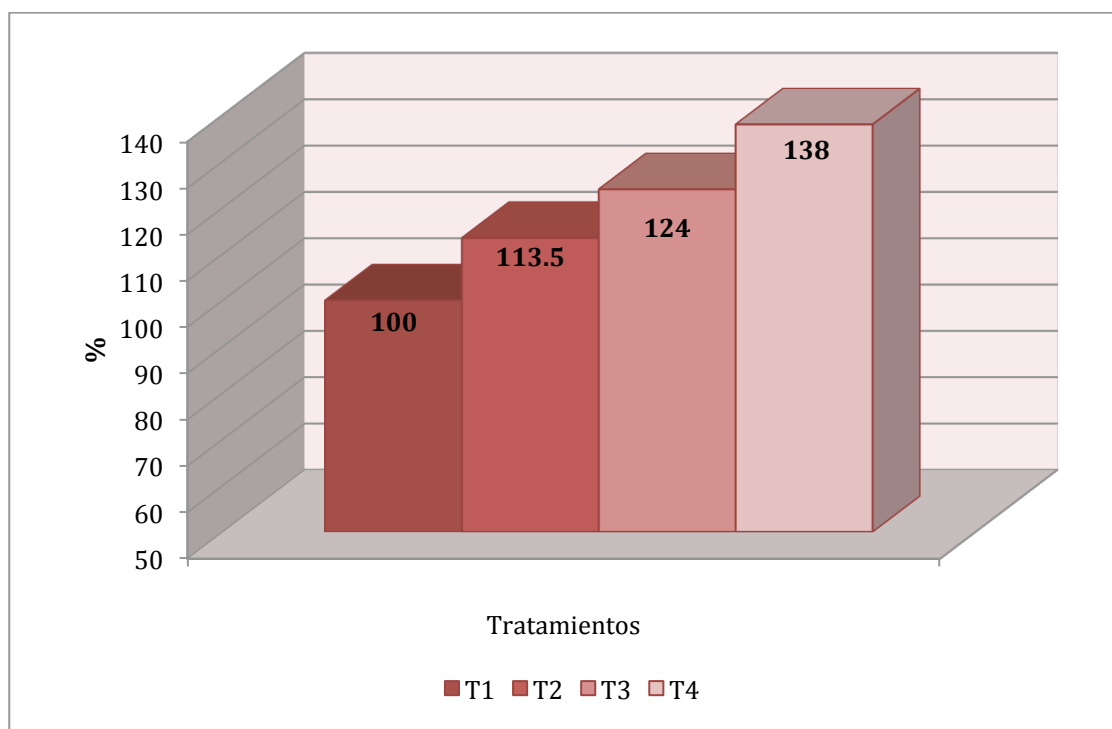


Figura N° 4.6. Comparativo porcentual entre tratamientos para ME acumulado

Los resultados de los trabajos de investigación son concluyentes con relación al rol de estimulación del aparato inmunológico de los animales y a la acción directa contra las diferentes especies bacterianas. Bajo tales circunstancias, el PP puede ser una alternativa muy importante para dejar de emplear antibióticos promotores del crecimiento (APC) y descartar el problema de transferencias de antibiótico resistencia en las personas.

La razón por la que el precio del PP hace prohibitivo su uso actual (corriente) en la alimentación de pollos de carne es el proceso de obtención; como se ha indicado en la sección de antecedentes bibliográficos (GRAHAM, 1978; DREPPER *et al.*, 1981; ALDER-NISSEN, 1986; FILKOVA, 1987), el proceso debe cuidar no sólo la calidad

nutricional sino la relacionada con la ausencia de patógenos, implicando el empleo de tecnología de punta, sobre todo por que la materia prima (sangre) es de fácil contaminación; por lo que, también se necesita de almacenamiento adecuado del producto.

El producto que se ha empleado en el presente ensayo es el plasma porcino deshidratado por pulverización y su obtención, como ya se indicó, es compleja y demanda de elevado desarrollo tecnológico, razón que afecta el precio de adquisición; para que el ME sea positivo implicaría que el rendimiento de los animales hubiese sido superior, lo que se considera poco probable, toda vez que se considera que los rendimientos obtenidos estuvieron próximo al potencial genético de los pollos. Otra alternativa es que el precio sea inferior al indicado.

Por otro lado, el precio de venta del pollo en granja generalmente está muy próximo al precio al público y, en algunas oportunidades, por debajo, razón por la que los márgenes no son atractivos como para poder absorber el sobre costo ocasionado por el empleo de PP. De hecho que el pollo producido sin APC es de mejor calidad para el consumidor y podría justificarse mayor precio de venta; sin embargo, el mercado nacional es muy sensible al precio del pollo, a tal punto que es un fuerte indicador del valor de la “canasta familiar”, por lo que ésta es una alternativa poco viable dada la situación de zozobra de la economía del país.

Dado que se ha generado un nuevo problema de investigación, es conveniente realizar investigación adicional para determinar de que manera puede ser económica la utilización del PP o si se puede emplear en combinación con otro producto de menor precio o que se emplee en proporciones mucho menores, como es el caso de los nucleótidos obtenidos de la levadura de cerveza.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Bajo las condiciones en que se realizó el presente trabajo de investigación, en el que se evaluó el rendimiento de pollos de carne en función de la presencia de plasma porcino (PP) en la dieta, se llegó a las siguientes conclusiones:

1. La presencia de proporciones crecientes de PP en la dieta no ejerció efecto sobre la cantidad consumida de alimento.
2. Los incrementos de peso, sobre todo en el período comprendido entre los 22 y 42 días de edad, mostraron tendencia significativa ($P \leq 0.01$) a incrementar conforme se incrementó la proporción de PP; permitiendo ventaja con respecto al testigo hasta de casi 18% en el incremento acumulado de peso al emplearse 3% de PP.
3. La conversión alimenticia acumulada fue más eficiente que la lograda por el testigo al emplear el PP hasta en 18% al incluir 3% del producto.
4. Conforme se incrementó la proporción de PP en la dieta el mérito económico se tornó ineficiente, llegando esta ineficiencia económica hasta 38% con la inclusión de 3% del producto.

Recomendándose:

1. No emplear el PP si continúa con el precio actual, debido a que encarece significativamente el costo de alimentación y, en consecuencia, el costo de producción haciendo inviable económicamente la crianza.
2. Continuar con las investigaciones hasta disponer de una fuente más económica de PP o estudiarlo en combinación con otros insumos que provean principios parecidos.

VI. RESUMEN

Las proteínas funcionales están tomando un lugar importante en la producción de animales de interés zootécnico, sobre todo por el temor a la antibiótico-resistencia; el plasma porcino (PP) es poseedor de una serie de principios que permitirían la maduración del epitelio intestinal, control de bacterias de tipo patógeno y mejora de la inmuno-competencia, entre otros factores de corte fisiológico nutricional. Cien pollos Cobb 500 de un día de edad se emplearon para evaluar el efecto de la inclusión de PP en la dieta sobre el rendimiento (incremento de peso, conversión alimenticia y mérito económico) de proporciones crecientes de PP en los siguientes tratamientos: **T₁**, testigo; **T₂**, 1.0; **T₃**, 2.0 y **T₄**, 3.0% de PP en la dieta. Los resultados obtenidos indicaron ausencia de efecto sobre el consumo de alimento; los incrementos de peso mejoraron significativamente ($P \leq 0.01$) conforme se incremento la proporción de PP; la eficiencia acumulada de utilización del alimento mejoró hasta en 18% con 3% de PP; sin embargo, el limitante fundamental radica en el mérito económico, ninguno de los tratamientos con PP logró equipararse al testigo, lo que se debió al elevado precio (s/. 37/ kilo) y proporción del PP. Es recomendable continuar con la investigación para determinar la forma más económica de empleo de este interesante insumo.

VII. BIBLIOGRAFÍA CITADA

- ALDER-NISSEN, J. 1986. Enzymatic hydrolysis of food proteins. Elsevier, Barking, England.
- AL-HARTHI, M., A. EL-DEEK, H. YAKOUT, and M. AL-REFAEE. 2009. The nutritive value of date waste meal as a feedstuff for Lohmann Brown pullets and layers. *Japan Poultry Science*, 46: 303 – 312.
- BESKI, S., R. SWICK, and P. A. IJI. 2015. Specialized protein products in broiler chicken nutrition: A review. *Animal Nutrition*, 1: 47-53.
- BOSI, P., L. CASINI, A. FINAMORE, C. CREMOKOLINI, G. MERIALDI, P. TREVISI, F. NOBILI, and E. MENGHERI. 2004. Spray-dried plasma improves growth performance and reduces inflammatory status of weaned pigs challenged with enterotoxigenic *Escherichia coli* k88. *J. Anim. Sci.*, 82: 1764-1772.
- BREGENDAHL, K., D. U. AHN, D. W. TRAMPEL, J. CAMPBELL. 2005. Dietary spray-dried bovine plasma protein improves growth performance and breast-meat yield of broilers raised in a high-antigen environment. *Anim. Ind. Rep.*, 651:27.
- CAIN, C., R. GATNAU, R. ARENTSON, D. ZIMMERMAN. 1992. Effects of spray-dried porcine plasma on intestinal function and morphology in weaning pigs. Iowa State. Swine report ASL-941. p. 7-10.
- CAMPBELL, J., J. QUIGLEY, L. RUSSELL, M. KIDD. 2003. Effect of spray-dried bovine serum on intake, health, and growth of broilers housed in different environments. *J. Anim. Sci.*; 81:2776-82.
- CAMPBELL, J., J. QUIGLEY, L. RUSSELL. 2004a. Impact of spray-dried bovine serum and environment on turkey performance. *Poult. Sci.*; 83:1683-7.
- CAMPBELL, J., J. QUIGLEY, L. RUSSELL, L. KOEHNK. 2004b. Efficacy of spray-dried bovine serum on health and performance of turkeys challenged with *Pasteurella multocida*. *J. Appl. Poult. Res.*, 13:388-93.
- CAMPBELL, J. M., J. D. CRENSHAW, L. E. RUSSEL, S. K. HAYES. 2009. Management of the inflammatory response using plasma as an immune modulator and its impact on swine production. Paper presented at the proceeding of 16th international conference, Krmiva, Opatija, Croatia. p. 43.

- CAMPBELL, J. M., L. E. RUSSELL, J. D. CRENSHAW, K. C. BEHNKE, and P. M. CLARK. 2006. Growth response of broilers to spray-dried plasma in pelleted or expanded feed processed at high temperature. *J. Anim. Sci.*, 84: 2501-2508.
- COFFEY, R. and G. CROMWELL. 1995. The impact of environment and antimicrobial agents on the growth response of early-weaned pigs to spray-dried porcine plasma. *J. Anim. Sci.*, 73:2532-9.
- COFFEY, R. D. and G. L. CROMWELL. 2001. Reviews-Use of spray-dried animal plasma in diets for weanling pigs. *Pig News Inf.*, 22:39-48.
- DELANEY, R. A. M. 1975. The nutritive value of porcine blood plasma concentrates prepared by ultrafiltration and spray drying. *J. Sci. Food. Agric.* 26:303-310.
- DE RODAS, B., K. SOHN, C. MAXWELL, L. SPICER L. 1995. Plasma protein for pigs weaned at 19 to 24 days of age: effect on performance and plasma insulin-like growth factor I, growth hormone, insulin, and glucose concentrations. *J. Anim. Sci.* 73: 3657-65.
- DONNELLY, E. B., and R. A. M. DELANEY. 1977. The fractionation of porcine plasma by potential food industrial techniques. *J. Food. Technol.* 2:493-503.
- DREPPER, G., K. DREPPER and H. LUDWIG-BUSCH. 1981. Neue EiweiBprodukte aus Schlachttierblut fur Lebensmittel. *Fleischwitsch* 61(9): 1393-1395.
- EDWARDS, M., R. CAMPBELL, L. MIKKELSEN, M. CHOCT. 2010. Nutritional strategies to limit the post-weaning growth check in young pigs [PhD thesis]. University of New England. p. 26.
- ERMER, P. M., P. MILLER, A. J. LEWIS. 1994. Diet preference and meal patterns of weanling pigs offered diets containing either spray-dried porcine plasma or dried skim milk. *J. Anim. Sci.* 72:1548-54.
- FILKOVA, I. 1987. Industrial spray drying systems. In: Handbook of industrial drying. (A. S. Mujumdar, ed.) Mercel Dekker. New York, NY, USA.
- GARRIGA, C., A. PÉREZ-BOSQUE, C. AMAT, J. M. CAMPBELL, L. RUSSELL, J. POLO, J. M. PLANAS, and M. MORETÓ. 2005. Spray-dried porcine plasma reduces the effects of staphylococcal enterotoxin B on glucose transport in rat intestine. *J. Nutr.* 135:1653-8.
- GATNAU, R. 1990. Spray dried porcine plasma as a source of protein and immunoglobulins for weanling pigs. Ph. D. Thesis. Iowa State University. Ames, Iowa, USA.

- GODFREDSON-KISIC, J. and D. A. JOHNSON. 1997. A bioassay used to identify the active fraction of spray-dried porcine plasma. *J. Anim. Sci.* 75:195.
- GRAHAM, A. 1978. The collection and processing of edible blood. *CSIRO Food. Res. Q.* 38:16-22.
- HANSEN, J., J. NELSEN, R. GOODBAND, T. WEEDEN. 1993. Evaluation of animal protein supplements in diets of early-weaned pigs. *J. Anim. Sci.* 71:1853-62.
- HENN, J. D., L. BOCKOR, M. S. VIEIRA, A. M. L. RIBEIRO, A. M. KESSLER, L. ALBINO, H. ROSTAGNO, J. D. CRENSHAW, J. M. CAMPBELL, and L. F. S. RANGEL . 2013. Inclusion of porcine spray-dried plasma in broiler diets. *J. Appl. Poult. Res.* 22:229–237.
- HOWELL, K. N., and R. A. LAWRIE. 1983. Functional aspects of blood plasma proteins. I. Separation and characterization. *J. Sci. Food. Technol.* 18:747-762.
- JAMROZ, D., A. WILICZKIEWICZ, J. ORDA, J. KURYSZKO, T. STEFANIAK. 2012. Use of spray-dried porcine blood by-products in diets for young chickens. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 96:319-33.
- JAMROZ, D., A. WILICZKIEWICZ, J. ORDA, J. SKORUPIŃSKA, M. SŁUPCZYŃSKA, J. KURYSZKO. 2011. Chemical composition and biological value of spray dried porcine blood by- products and bone protein hydrolysate for young chickens. *Br. Poult. Sci.* 52:589-605.
- JIANG, R., X. CHANG, B. STOLL, M.Z. FAN, J. ARTHINGTON, E.M. WEAVER, J. CAMPBELL and D.G. BURRIN, 2000. Dietary plasma protein reduces small intestinal growth and lamina propria cell density in early weaned pigs. *Journal of Nutrition*, 130: 21-26.
- JOBLING, A. 1986. Recovery and utilization of edible protein from abattoir by-products. In: *Developments in Food Protein-4* (B. J. F. Hudson, ed.). *Elsevier Applied Science*, London.
- KATS, L., J. NELSEN, M. TOKACH, R. GOODBAND, J. HANSEN, J. LAURIN . 1994. The effect of spray-dried porcine plasma on growth performance in the early-weaned pig. *J. Anim. Sci.* 72:2075-81.
- KING M. R., P. C. H. MOREL, J. R. PLUSKE, W. H. HENDRIKS. 2008. A comparison of the effects of dietary spray-dried bovine colostrum and animal plasma on growth and intestinal histology in weaner pigs. *Livest. Sci.* 119, 167-173

- KUCHIBHATLA, R., B. W. PETSCHOW, J. ODLE, and E. M. WEAVER. 2015. Nutritional impact of dietary plasma proteins in animals undergoing experimental challenge and implications for patients with inflammatory bowel disorders: A Meta-analysis. *Adv. Nutr.* 6:541–51
- MORETO, M., and A. PÉREZ-BOSQUE. 2009. Dietary plasma proteins, the intestinal immune system, and the barrier functions of the intestinal mucosa. *J. Anim. Sci.* 87: E92-100.
- NOFRARÍAS, M., E. MANZANILLA, J. PUJOLS, X. GIBERT, N. MAJO, J. SEGALÉS, and J. GASA. 2006. Effects of spray-dried porcine plasma and plant extracts on intestinal morphology and on leukocyte cell subsets of weaned pigs. *J. Anim. Sci.* 84:2735–42.
- ORDA, J., D. JAMROZ, A. WILICZKIEWICZ, J. SKORUPIŃSKA and J.K. KUBIZNA. 2012. The influence of porcine blood by-products on laying hen performance, egg quality, and yolk mineral content . *Journal of Animal and Feed Sciences*, 21: 107–121.
- ORDA J., A. SCHLEICHER , J. PREŚ. 1988. The comparison of feed value of brown livex with Fish meal, blood meal in feeding chickens for slaughter (in Polish). *Rocz. Nauk. Zoot. Monogr. Rozpr.* 26, 365-377.
- OSTLE, B. 1979. Estadística Aplicada. Limusa. México. 629 pp.
- OWUSU-ASIEDU, A., S. BAIDOO, C. NYACHOTI, R. MARQUARDT. 2002. Response of early-weaned pigs to spray-dried porcine or animal plasma-based diets supplemented with egg- yolk antibodies against enterotoxigenic *Escherichia coli*. *J. Anim. Sci.* 80: 2895-903.
- PATGIRI, G. P., and A. K. ARORA. 1977. Coliform counts on blood meals and characterization of *E. coli* isolated from them. *J. Food. Technol.* 12:369-374.
- PÉREZ-BOSQUE, A., J. POLO and D. TORRALLARDONA. 2016. Spray dried plasma as an alternative to antibiotics in piglet feeds, mode of action and biosafety. *Porcine Health Management*, 2:16.
- PETTIGREW, J. E., H.R. GASKINS and G. NAVA. 2006. A Critical Review of Functional Animal Proteins. *Research Report, Animal Science*, NPB #04-142. Web: [//www.porkboard.org/](http://www.porkboard.org/)
- PIERCE, J., G. CROMWELL, M. LINDEMANN, L. RUSSELL, E. WEAVER. 2005. Effects of spray-dried animal plasma and immunoglobulins on performance of early weaned pigs. *J. Anim. Sci.*, 83:2876-85.

- PUTNAM, F. W. 1984. The plasma proteins. Vol. IV. Academic Press. Orlando, FA, USA.
- QUAGLIA, G. B., and A. MASSACCI. 1982. Proteolysates from slaughter-house blood. *J. Sci. Food. Agric.* 33:634-638.
- QUIGLEY, J., and M. DREW. 2000. Effects of oral antibiotics or bovine plasma on survival, health and growth in dairy calves challenged with *Escherichia coli*. *Food Agric. Immunol.* 12:311-8.
- RODRIGUEZ, C., F. BLANCH, V. ROMANO, N. SABORIDO, J. RODENAS, and J. POLO. 2007. Porcine immunoglobulins survival in the intestinal tract of adult dogs and cats fed dry food kibbles containing spray-dried porcine plasma (SDPP) or porcine immunoglobulin concentrate (PIC). *Anim. Feed Sci. Technol.* 139:201-11.
- SCHEFFLER, E. 1982. Bioestadística. Fondo Educativo Interamericano. EE. UU. de N. A.
- SHAHIDI, F., M. NACZK, L. RUBIN, and L. DIOSADY. 1984. Functional properties of blood globulins. *J. Food Sci.* 49:370-2.
- TAYLOR, P. T., C. W. DILL, J. N. BRYANT, and W. A. LANDMAN. 1970. Heat denaturation of blood serum proteins measured in saturated sodium chloride. *J. Sci. Food. Agric.* 18(4): 629.
- TORRALLARDONA, D. 2010. Spray dried animal plasma as an alternative to antibiotics in weanling pigs: a review. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.* 23:131-48.
- TORRALLARDONA, D., M. CONDE, I. BADIOLA, J. POLO, J. BRUFAU. 2003. Effect of fishmeal replacement with spray-dried animal plasma and colistin on intestinal structure, intestinal microbiology, and performance of weanling pigs challenged with *Escherichia coli* K99. *J. Anim. Sci.* 81:1220-6.
- VAN DIJK, A., H. EVERTS, M. NABUURS, R. MARGRY, and A. BEYNEN. 2001. Growth performance of weanling pigs fed spray-dried animal plasma: a review. *Livest. Prod. Sci.* 68: 263-74.
- YOUNG, R. H., and R. A. LAWRIE. 1974. Utilization of edible protein from meat industry by-products and waste. *J. Food. Technol.* 9:171-177.
- ZHAO, J., A. HARPER, M. ESTIENNE, K. WEBB, A. MCELROY, D. DENBOW. 2007. Growth performance and intestinal morphology responses in early weaned pigs to supplementation of antibiotic-free diets with an organic copper complex

and spray-dried plasma protein in sanitary and non sanitary environments. *J. Anim. Sci.* 85: 1302-10.

ZHAO, J., A.F. HARPER, B.K. PERKINS, L.L. SOUTHERN, J.L. SHELTON, T.D. BIDNER, K.E. WEBB JR., M.J. ESTIENNE and L.A. KUEHN. 2008. Assessment of a marine based hydrolyzed protein source and spray-dried plasma protein as supplements in the diet of early weaned pigs. *Prof. Anim. Sci.* 24:604-613.

VIII. APÉNDICE

Tabla N° 8.1.

Prueba de homogeneidad de varianzas con los incrementos de peso entre 1 – 21 días de edad

Muestra	SC _i	GL	S ² _i	log ₁₀ S ² _i	GL x log ₁₀ S ² _i
1	669400	23	29104.35	4.4640	102.6710
2	200686	24	8361.92	3.9223	94.1353
3	114950	23	7171.74	3.8556	88.6794
4	128599	24	5354.17	3.7287	89.4886
Suma	1163536	94	-----	-----	374.9743

$$S^2 = 12378.04$$

$$B = 384.7093$$

$$\chi^2 = 22.42^*$$

Varianzas heterogéneas

Tabla N° 8.2.

Análisis de la varianza con los incrementos de peso entre 1 – 21 días de edad (lgt.)

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signific.
Media	913.7813	1	-----		
Tratamientos	0.0215	3	0.007167	2.34	NS
Residual	0.2881	94	0.003065		
TOTAL	914.0909	98			

CV=1.8%

Tabla N° 8.3.

Prueba de homogeneidad de varianzas con los incrementos de peso entre 22 – 42 días de edad

Muestra	SC _i	GL	S ² _i	log ₁₀ S ² _i	GL x log ₁₀ S ² _i
1	1375673.96	23	59811.91	4.7768	109.8661
2	2485026.00	24	103542.75	5.0151	120.3629
3	2758348.96	23	119928.22	5.0789	116.8152
4	2329500.00	24	97062.50	4.9871	119.6892
Suma	8948548.92	94	-----	-----	466.7334

$$S^2 = 95197.33$$

$$B = 467.9907$$

$$\chi^2 = 2.89^{NS}$$

Varianzas homogéneas

Tabla N° 8.4.

Análisis de la varianza con los incrementos de peso entre 22 – 42 días de edad

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signific.
Media	291559502.3	1	-----		
Tratamientos	3137473.8	3	1045824.6	11	**
Residual	8948548.9	94	95197.3		
TOTAL	303645525.0	98			

CV=17.9%

Tabla N° 8.5.

Prueba de homogeneidad de varianzas con los incrementos acumulados de peso

Muestra	SC _i	GL	S ² _i	log ₁₀ S ² _i	GL x log ₁₀ S ² _i
1	2891873.96	23	125733.65	5.0995	117.2874
2	3846824.00	24	160284.33	5.2049	124.9174
3	3895648.96	23	169376.04	5.2289	120.2636
4	3192200.00	24	133008.33	5.1239	122.9731
Suma	13826546.92	94	-----	-----	485.4415

$$S^2 = 147090.93$$

$$B = 485.7531$$

$$\chi^2 = 0.72^{NS}$$

Varianzas homogéneas

Tabla N° 8.6.

Análisis de la varianza con los incrementos acumulados de peso

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signific.
Media	803804512.5	1	-----		
Tratamientos	4341215.6	3	1447071.9	9.9	**
Residual	13826546.9	94	147090.9		
TOTAL	821972275.0	98			

CV=13.4%

