



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA
Y ZOOTECNIA

**EFFECTO DE LA ADICIÓN DE ALBÚMINA EXÓGENA EN LA
DIETA DE POLLOS DE ENGORDA MACHOS DURANTE LOS
PRIMEROS SIETE DÍAS DE VIDA Y SU ALCANCE EN EL
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y RENDIMIENTO DE
CANAL A LOS 21 DÍAS DE EDAD.**

TESIS:

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
MEDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

PRESENTA:

DÍANA KARINA GARCÍA MONTAÑO

Asesores:

MVZ. MC. Ezequiel Sánchez Ramírez

MVZ. Alma Selene Vázquez Delgado





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA

A mi padre Macario García Hernández y mi madre Esperanza Montaña Alonso que me han apoyado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza, por brindarme una vida llena de aprendizajes, humildad, amor y mantenerme con los pies siempre sobre la tierra. Por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida.

A mi hermana Verónica Montaña por ser parte importante de mi vida, el ejemplo de una hermana mayor y de la cual aprendí aciertos y momentos difíciles

A mi sobrino Franco Flores García que llego en el momento justo para verme convertido en Médica Veterinaria Zootecnista,

A mis abuelas María de los Ángeles Montaña y Guadalupe García por apoyarme durante la realización de mi tesis y servicio social.

A mis mejores amigos Mariana, Sara, Abigail que me apoyaron durante toda la licenciatura, en ellos encontré una nueva familia.

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM por brindarme un lugar dentro de sus instalaciones además de una formación profesional de excelente calidad teórica y práctica.

Al Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola por dejarme desarrollar habilidades que desconocía y que me servirán para mi vida profesional en el área avícola.

Al Dr. Jorge Miguel Iriarte gracias por aceptarme dentro del programa de Servicio Social, por sus consejos, regaños, enseñanzas, amistad y la empatía que muestra a cualquier persona que conoce.

A mis asesores el Dr. Ezequiel Sánchez Ramírez y la Dra. Alma Selene Vázquez Delgado que con mucha paciencia y dedicación me brindaron la confianza para desarrollar mi tema de tesis, logrando una gran amistad desde que llegue al CEIEPAv.

A la Dra. Elizabeth Posadas Hernández por las revisiones realizadas en la presente tesis, además de su incondicional amistad, apoyo y confianza.

Al Dr. Ernesto Ávila González por la confianza y el apoyo brindado para la realización del proyecto. Gracias por compartir su conocimiento y experiencias dentro del área avícola.

A la Dra. Pilar Castañeda directora del CEIEPAv por dejarme desarrollar la presente investigación, por su apoyo brindado para el procesamiento de muestras y el gran conocimiento en la producción avícola.

Muchas gracias al Dr. Ángel Manuel Ornelas por la formulación de las dietas utilizadas para la realización de la tesis.

A la Dra. Silvia Carrillo por creer en el proyecto desde sus inicios y las facilidades para el procesamiento de las muestras y obtención de ácidos grasos.

Al Dr. Arturo Cortes por el apoyo durante la realización del alimento en la planta de alimentos, sus consejos y gran amistad.

Al Dr. David Ramos por sus regaños, amistad y consejos para el desarrollo de la tesis y análisis estadístico, una persona con gran conocimiento y capaz de compartirlo con alumnos y tesisistas.

A la Dra. Analía Balderas por las enseñanzas y correcciones del presente trabajo.

A mis compañeros y amigos que conocí en el CEIEPAv, por su ayuda durante la realización de la tesis: Osiris Pérez, Alfredo Herrera, Erick Estrada, Alberto Espinoza, Yamin Navalba, Estefanía Chavarria, Maya Manzano, Betzabe Ugalde, Eduardo Velázquez, Francisco Aguirre, Ximena Campos, Lizbeth Figueroa, Paola Olvera.

ABREVIATURAS

AI	Albúmina industrializada
CEIEPAv	Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola
CO₂	Dióxido de carbono
ECA	Enzima convertidora de la angiotensina
EM	Energía metabolizable
EMAn	Energía aparente corregida por nitrógeno
FOS	Fructooligosacáridos
GOS	Galactooligosacáridos
g	Gramo
IgE	Inmunoglobulina E
JMP	Statistical software
kDa	Kilodalton
Kg	Kilogramos
MJ	Megajoule
Msmn	Metros sobre nivel del mar
MOS	Mananoligosacáridos
Na⁺	Sodio
NRC	National Research Council
OMI	Isomaltooligosacáridos
FABP	Proteína Fijadora de Ácidos Grasos.
PI	Punto isoeléctrico
PM	Peso molecular
Td	Temperatura de descomposición
TGI	Tracto Gastrointestinal
YMS	Membrana del Saco Vitelino

CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	1
1.- INTRODUCCIÓN.....	2
2.- HIPOTESIS.....	18
3.- OBJETIVOS.....	19
4.- MATERIAL Y METODOS.....	20
5.- RESULTADOS.....	24
6.- DISCUSIÓN.....	26
7. CONCLUSIÓN.....	30
8.- REFERENCIAS.....	31
9.- CUADROS.....	39
10.- FIGURAS.....	54

RESUMEN

GARCÍA MONTAÑO DIANA KARINA. Efecto de la adición de albúmina exógena en la dieta de pollos de engorda machos durante los primeros siete días de vida y su alcance en el comportamiento productivo y rendimiento de canal a los 21 días de edad (Bajo la dirección de: MVZ, MC Ezequiel Sánchez Ramírez y MVZ. Alma Selene Vázquez Delgado).

Con la finalidad de obtener información acerca del comportamiento productivo y rendimiento de canal a los 21 días de edad en pollos de engorda machos de las estirpe Ross 308 alimentados con dietas isoproteicas e isocalóricas a base de sorgo y soya, adicionando 5% de albúmina natural, deshidratada y pasteurizada durante la fase de preinicio (1-7 días), se realizó el siguiente experimento. Se utilizaron 100 pollitos en condiciones de alimentación y temperatura similares en jaulas PeterSime. Se emplearon dos fases de alimentación; 2 tratamientos con 5 repeticiones de 10 pollitos cada una, las dietas fueron: 1.-Dieta a base de sorgo y pasta de soya, 2.- Dieta a base de sorgo, pasta de soya más 5% de albúmina natural, deshidratada y pasteurizada. Los resultados fueron analizados mediante una prueba T de Student fijando un nivel de significancia de 5% para la comparación de 2 muestras independientes. Los resultados indicaron en parámetros productivos que no existió diferencia estadística significativa; en la alometría del hígado hubo diferencia estadística (T1:2.36 vs T2: 2.26 %) entre tratamientos. El contenido de proteína en muslo, pierna, pechuga; así como el análisis de ácidos grasos en el muslo no presentó diferencia estadística ($P>0.05$). Finalmente, se concluyó que el uso de la albúmina puede funcionar como sustituto en la inclusión de pasta de soya dentro de las dietas.

1.- INTRODUCCIÓN

Avicultura

La avicultura es una actividad altamente desarrollada por la acción conjunta de la genética, nutrición, manejo y medicina preventiva. En el siglo pasado los avicultores alimentaban a las aves a base de maíz hasta su finalización en cinco semanas; por lo anterior se buscó la mejora en su alimentación. Se desarrolló el primer alimento con alto valor de energía, incluyendo el ajuste a los requerimientos necesarios para el desarrollo del pollo de engorda, del mismo modo las producciones comenzaron a crecer, se mejoró la formulación de las dietas, con el objetivo de una mayor rapidez de crecimiento en el ave para su comercialización. En los años ochenta los pollos alcanzaban un peso de 2 kg en 49 días, hoy en día la alimentación cubre un factor importante en los primeros días de vida en vista de la existencia de una relación positiva entre el peso a los 7 días de edad y su peso al procesamiento (Jiménez *et al*, 2007).

La avicultura mexicana tuvo un crecimiento acelerado, comenzando su tecnificación; logró objetivos de rentabilidad y eficiencia demandada por la población (Nilipour, 2007).

El objetivo hoy en día es obtener en periodos cortos de tiempo, productos de calidad como el huevo y la carne; actualmente se ha logrado un peso de 3 Kg en pollos de 7 semanas y un huevo cada 26 horas (Donohue, 2012).

Avicultura en México

La producción avícola en México se encuentra en constante crecimiento; siendo pieza clave de las actividades primarias en el campo mexicano, incluye la producción de huevo para plato, pavo y carne de pollo, está última una de las ramas con mayor impulso en el país debido a que la preferencia del consumidor se ve influenciada por el bajo costo del

producto que lo hace accesible a la población; además de la versatilidad de su preparación. La avicultura equivale a un 63.8% de la producción pecuaria del país, de la cuál un 34.3% es la producción de carne de pollo. Los principales estados productores de pollo de engorda son Veracruz, Querétaro y Aguascalientes; en 2017 México alcanzó una producción de 3,275,204 toneladas de carne de pollo equivalentes a 86,797 millones de pesos, lo que ubica a nuestro país como el 6to productor mundial de pollo, el consumo *per cápita* en el 2017 fue de 31 Kg, y se espera que para finales del 2018 sea de 32 Kg (UNA, 2017).

Alimentación del pollo de engorda

El correcto manejo de una dieta en el pollo de engorda es importante para brindar los nutrientes necesarios en la producción, con el fin de lograr beneficios económicos. Las dietas son en su mayoría a base de sorgo, soya, maíz, aceites, vitaminas, minerales además de complementos tales como enzimas, pigmentos, secuestrantes de micotoxinas, con lo que se garantiza un buen rendimiento en canal y alcanza los objetivos impuestos en el mercado, tomando en cuenta tanto el bienestar de los animales, eficiencia y rentabilidad en la producción (Campoverde, 2012).

Programas de alimentación

Las fases comúnmente empleadas en la alimentación de los pollos de engorda son:

Dietas preiniciadoras: La importancia de una dieta preiniciadora radica en la maduración del TGI para lograr una absorción óptima de nutrientes, la digestión depende principalmente de la actividad pancreática, pero al ser inmadura a la eclosión, los ingredientes son utilizados de manera escasa (Jiménez *et al.*, 2007). Los pollitos recién nacidos producen mínimas cantidades de jugos digestivos, enzimas, y ácidos biliares que le impiden utilizar de una manera eficiente el alimento, por lo tanto, la digestibilidad de los

nutrientes es dependiente de la edad (Noy y Sklan, 2001). La energía metabolizable aceptable para la adaptación de un pollito a un consumo voluntario se estima en 3000 kcal y el nivel energético está valorado principalmente por los costos de materia prima (Manual Ross 308).

Estudios han demostrado, que las dietas preiniciadoras mejoran el estado de salud del ave y su crecimiento (Leeson, 2008).

Las dietas preiniciadoras deben su efectividad a los ingredientes, uno de ellos la pasta de soya, ingrediente proteico usado para alimentación animal por el aporte de aminoácidos esenciales que aproximadamente equivalen a 44-49% de proteína, a excepción de aminoácidos como la metionina o cistina; sin embargo, su desventaja radica en la existencia de factores antinutricionales que se eliminan en el proceso de calentamiento, si el tratamiento es excesivo aminoácidos como la lisina, cistina, histidina y ácido aspártico reaccionan con azúcares para la formación de enlaces intermoleculares resistentes a enzimas digestivas que los vuelven no disponibles y disminuyen la digestibilidad (Celis, 2000).

Dieta de iniciación: el consumo de alimento es mínimo en los primeros días después de la eclosión y los requerimientos nutricionales son necesarios aunado a las condiciones adecuadas de la caseta que promueven el apetito para lograr un desarrollo óptimo, por lo tanto durante la crianza es importante brindar un ambiente de 32°C, una temperatura elevada causa deshidratación y tiene un efecto negativo en el crecimiento del pollito y temperaturas inferiores interfieren en la absorción del saco vitelino y provocan problemas respiratorios, los pollitos que no tienen un buen periodo de iniciación se vuelven vulnerables a enfermedades y disminuyen sus parámetros productivos a largo plazo (Intriago, 2015).

Dieta de crecimiento: se suministra a partir de los 16 días de edad, implica un cambio en el aporte nutricional de energía y aminoácidos, el pollo continúa creciendo para obtener resultados óptimos de consumo de alimento, conversión alimenticia y peso vivo.

Dieta de finalización: se proporciona de los 25- 49 días, con el objeto de optimizar su rendimiento al final del ciclo productivo, constituye la mayor proporción de alimento consumido por el ave además de su mayor costo.

Desarrollo del Tracto Gastrointestinal

El Tracto Gastrointestinal (TGI) deriva de una línea primitiva de células que indican la orientación del embrión, da comienzo como un tubo cilíndrico formado por capas endodérmicas y mesenquimales; células provenientes del epitelio dan lugar al duodeno transportándose a través del nodo de Hesen, esto sucede 24 horas después de la ovoposición (Roberts *et al.*, 1998), la parte que corresponde al saco vitelino se distingue en el intestino medio, mientras que el duodeno se extiende hasta la parte posterior del embrión, dando inicio a la organogénesis y formación del intestino posterior, donde se diferencian la cloaca y Bolsa de Fabricio. A los 9 días de incubación la capa endodérmica forma el lumen del intestino dando como resultado el crecimiento de crestas longitudinales que posteriormente se convertirán en vellosidades (García, 2012). El desarrollo de las vellosidades y la capacidad enzimática son esenciales para la digestión de nutrientes, antes de eclosionar éstas deben encontrarse activas ya que se desarrollan en conjunto para la adaptación durante la transición de nutrientes exógenos (Noy, 1999).

Los enterocitos adquieren una forma alargada tras la eclosión, comparado con lo hallado en la incubación cuya presentación es redondeada, sin membrana en los bordes y no polares; la proliferación de enterocitos inmaduros dan un incremento en la longitud celular después

de la 100 horas de eclosión, la criptas rudimentarias transcurridas las primeras 48 horas de vida completan la invaginación y aumentan su número por fisión y ramificación. (Moore, *et al.*, 2005) algunos enterocitos son producidos en la cripta, mientras que otros son resultado de la maduración posterior a la eclosión, el aumento en longitud y actividad enzimática es estimulado por el consumo de alimento. La cantidad de vellosidades en duodeno es mayor a los 4 días, se acrecientan lentamente en el área de yeyuno e íleon pero la superficie de absorción de yeyuno es mayor con respecto a las ya mencionadas. Las células epiteliales del intestino maduran y se regeneran por proliferación de células de la cripta que migran a la superficie apical de las vellosidades incrementando hasta un 50% su altura (Geyra, *et al.*, 2001).

Las vellosidades son estimuladas por la transferencia de nutrientes del saco vitelino y su crecimiento depende de los enterocitos que surgen de la cripta, las criptas maduras son capaces de que predominen las vellosidades después de la eclosión, al agotarse las reservas del saco vitelino (Edwin, 1985).

Las células secretoras de mucina se producen en la última etapa del desarrollo embrionario, actúan como parte de la inmunidad innata creando una barrera contra bacterias, las células calciformes se distribuyen de manera uniforme en proporción de los enterocitos; bacterias como *Entetococcus*, *Micrococcus* y *Bacillus spp.* colonizan el TGI antes de la eclosión, siendo encontradas en el saco vitelino (Sander *et al.*, 1998).

Alometría

Gould (1996) refiere a la alometría como la dimensión relativa de las partes corporales correlacionada en el tamaño total, extrapolando el término es la relación de longitud y peso

de los órganos del TGI con respecto al peso vivo del ave. El pollo tiene la capacidad de absorber nutrientes antes de la eclosión, el intestino se desarrolla a lo largo de la incubación pero sus funciones comienzan al mismo tiempo que el líquido amniótico es consumido oralmente por el embrión, esto ocurre aproximadamente a los 17- 19 días de incubación, como resultado hay un desarrollo del intestino hasta alcanzar una proporción de 1-3.5% del peso del intestino con respecto al peso del embrión.

Los nutrientes contenidos en el saco vitelino residual participan en el crecimiento del intestino post-eclosión.

Posterior a la eclosión el peso de los órganos del aparato digestivo aumenta conforme pasan los días, el buche, esófago e intestino delgado alcanzan su máximo crecimiento relativo a los 8 días de edad; la molleja y proventrículo lo hacen antes, este desarrollo depende de la adaptación al alimento exógeno (Jiménez *et al.*, 2007).

Gracia (2003) observó un crecimiento variable de los órganos a través de los días, el promedio de crecimiento fue de 4 días para proventrículo, 3.9 días para molleja, 8 días para páncreas, 4.6 para hígado y 7 para el intestino delgado (Cuadro 1).

Metabolismo a la eclosión

Anatómicamente el TGI está completo pero su funcionalidad inmadura limita la digestión de proteínas, lípidos y carbohidratos; la restricción de alimento al pollito recién eclosionado impacta a nivel intestinal, muscular e inmunológico y resulta en una disminución de crecimiento. Los lípidos, proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales de fuentes exógenas proporcionan un desarrollo adecuado del TGI, por ello es de vital importancia una alimentación temprana. Al existir un retraso en la alimentación, la proteína

muscular se destina al proceso de gluconeogénesis para el mantenimiento del pollito (Ruiz *et al.*, 2014).

Antes y durante la eclosión la digestión de proteínas se lleva a cabo en el epitelio del saco vitelino, posteriormente la actividad proteolítica comienza en el intestino al eliminar el inhibidor de tripsina contenido en la proteína ovomucoide de la clara (Buyse *et al.*, 2014).

El pollo de engorda durante las primeras 3 semanas de vida presenta una tasa de crecimiento alta, por lo tanto requiere una concentración de proteína y aminoácidos adecuado, por ejemplo se menciona que la lisina es uno de los principales aminoácidos limitantes. En pollitos Cobb que recibieron 1.30% de lisina obtuvieron un mejor crecimiento y conversión alimenticia que aquellos que recibieron 1.26% (Jiménez *et al.*, 2007).

En cuanto a las fuentes de energía, una de las principales es el ácido oleico, en el embrión es absorbido de manera eficiente mediante fagocitosis en la superficie apical del complejo celular endodérmico de la Membrana del Saco Vitelino (YMS) (Yadgary *et al.*, 2010)

Al eclosionar el pollito, la principal fuente de energía es la yema. El intestino tiene la capacidad de absorber glucosa, metionina y ácido oleico, este último utilizado hasta en un 85%, algunas horas después de la eclosión en comparación con la metionina y glucosa que se absorben en menor cantidad, esto se debe a que la glucosa y metionina son moléculas lipófilicas solubles en agua, por ello la yema impide su captación, sin embargo bajo condiciones apropiadas son absorbidas cuando provienen del alimento exógeno, dichas condiciones son la presencia de enzimas, donde el Na⁺ juega un papel vital para conducir los co-transportadores y la bomba sodio-potasio (Noy, 2001).

Por otra parte, es importante mencionar que las enzimas pancreáticas ayudan a digerir la cantidad necesaria de nutrientes, existe una relación directamente proporcional entre la secreción de enzimas y la cantidad de alimento ingerido (Noy, 1999).

La capacidad para digerir lípidos es dependiente de las sales biliares, lipasa pancreática, colipasa, proteína activadora de la lipasa pancreática y de la proteína ligadora de ácidos grasos, esta última involucrada en el transporte de ácidos grasos a través de la membrana del enterocito, la concentración de esta proteína en pollitos recién eclosionados es baja y aumenta hasta la semana 5 de edad, como resultado de una baja producción de estas enzimas la digestibilidad de grasas es limitada en pollitos jóvenes, la digestión a los 4 días de edad es del 85%, por lo tanto las dietas con un exceso de inclusión en grasa no son aceptadas de manera eficiente por el pollito (Noy, 2001).

Aranibar (2000), observó en pollitos de 1-7 días, que las dietas con un 6.8% de grasas insaturadas, la digestibilidad es superior al 80% en comparación con dietas que incluye cantidades similares de energía pero a base de la inclusión de almidón y sacarosa a un 15%, siendo los aceites insaturados la elección para las dietas preiniciadoras y la sacarosa fue el ingrediente que peor se comportó a edad temprana en los pollitos.

Saco vitelino residual

Los desafíos que enfrentan los pollos de engorda al nacer son la adaptación a un nuevo ambiente, alimentación exógena y enfermedades, para enfrentar dichos desafíos el pollito cuenta con el saco vitelino residual, que a la eclosión representa de 15-20% del peso del pollito. Proporciona energía y proteínas de forma inmediata para las necesidades de mantenimiento, el saco vitelino contiene sustancias nutritivas entre ellas la albúmina, que permiten al ave adaptarse fisiológica y metabólicamente, a una alimentación exógena al

lograr aumentar la producción de jugos digestivos, enzimas y ácidos biliares. Conforme el ave crece el saco vitelino se muestra como un vestigio a nivel medio del intestino.

Los cambios en el intestino, que ocurren a la eclosión son debidos a las proteínas y lípidos contenidos en el saco vitelino, aproximadamente corresponden de 5-6 gramos del saco, que contribuyen a la supervivencia del ave; estos son utilizados hasta en un 90% las primeras 48 horas post-eclosión (Rayo *et al.*, 1991).

Se han planteado dos teorías acerca de la absorción del saco vitelino, una de ellas plantea que las reservas vitelínicas alcanzan el nivel intestinal a través del epitelio de revestimiento a los vasos sanguíneos por transporte de membrana, la segunda hipótesis dice que es por medio de fagolisosomas en el TGI (Yasumasu *et al.*, 2005).

Albúmina

La albúmina es considerada una excelente fuente natural de proteínas que contiene aminoácidos esenciales de alta biodisponibilidad, que se incrementa de 65 % a 90% durante el proceso térmico y de pasteurización para la elaboración de albúmina deshidratada (Seuss-Bau, 2007).

La albúmina forma capas alrededor de la yema, su apariencia es transparente conforme a su densidad, su porción densa rodea a la yema y es fuente principal de proteínas del huevo, al entrar al istmo la albúmina se rodea de membranas testáceas, y en el magnum se da la rotación de las proteínas mientras que la albúmina líquida rodea la albúmina densa (Argenfood, 2010).

Posee 88% agua, 11.5 % proteína, el restante 0.5 % corresponde a carbohidratos existentes en forma libre o unidos a proteínas, la glucosa representa el 98% del total de carbohidratos libres, además de cenizas, trazas de lípidos y un alcance de iones inorgánicos como potasio,

sodio, calcio, magnesio y hierro (Buyse, 2014) que sirven para el embrión en desarrollo, así mismo contiene ovoflavina considerado un pigmento soluble en agua y vitaminas como el ácido ascórbico, vitamina A y colina (Richards, 1996).

Factores que afectan la composición de albúmina

Existen variables que influyen en la cantidad de albúmina: peso del huevo, edad del ave y genética de los reproductores (Buyse, 2014).

Peso: conforme aumenta la masa del huevo, la albúmina lo hace proporcionalmente, al mantener una relación adecuada yema: albúmina se mejora la tasa de supervivencia por la proteína disponible durante el desarrollo embrionario (Nelson *et al.*, 2010).

Edad: el tamaño del huevo tiende a registrar una meseta al final de la ovoposición (Labsom, 1970), a mayor edad de la gallina, los huevos contienen una yema de mayor tamaño causando la disminución de albúmina.

Nutrición: las dietas proporcionadas a las gallinas afectan directamente el contenido de albúmina, a medida que aumenta la proporción de carbohidratos, aminoácidos, calcio y fósforo, se eleva el nivel de sólidos en albúmina. El aumento de proteína en dietas eleva el peso del huevo y en consecuencia el de la albúmina; la proteína juega un papel fundamental para modular cambios en el sistema hormonal, estando disponible para el ave en la última etapa de la incubación siendo la transferencia de aminoácidos importante en el desarrollo inmunológico del pollo (Wu *et al.*, 2007).

Manejo: temperaturas ambientales elevadas causan estrés en las gallinas, lo cual reduce el peso del huevo y en consecuencia el de la albúmina (Star *et al.*, 2008).

Almacenamiento: el huevo pierde agua por evaporación durante el almacenamiento, aproximadamente el 1% del peso del huevo. El movimiento del agua de la albúmina a la

yema por ósmosis resulta en un menor peso de albúmina, los períodos de almacenamiento reducen la altura de la albúmina (Everaert *et al.*, 2013).

Proteínas de la clara

La albúmina consta de 88% agua y 11% proteína, siendo el resto carbohidratos, cenizas y trazas de lípidos (1%); dentro de la proteína un 54% es ovoalbúmina, 12% ovotransferrina, 11% ovomucoide y 3.5% corresponde a lisozima y ovomucina, el resto son otro tipo de proteínas como la avidina, cistatina, ovomacroglobulina, ovoinhibitor; son consideradas las proteínas de mayor importancia, existen otras en menor proporción lipocalinas, ovoglicoproteína por mencionar algunas (Buyse, 2014). La albúmina es reconocida como excelente fuente natural de proteínas, contiene todos los aminoácidos esenciales con alta biodisponibilidad, sus proteínas son utilizadas en la industria alimenticia y en la elaboración de productos farmacéuticos al poseer propiedades específicas que a continuación se mencionan (Cuadro 2).

Ovoalbúmina: fosfoglicoproteína sintetizada en el oviducto de la gallina, (Abeyrathne, *et al.*, 2013) constituye la mitad de las proteínas de la clara, el punto isoeléctrico en el cual la solubilidad de la proteína es nula es 4.5, con un peso molecular de 45 kDa su composición abarca a 386 aminoácidos con N-terminal glicina y C-terminal prolina, estas características la hacen única en comparación con las demás. Contiene factores de necrosis tumoral que sirven para la supresión de los mismos (Kovacs *et al.*, 2000), es resistente a la digestión de enzimas, soluble en agua y estable frente a tratamientos térmicos.

Ovotransferrina: glicoproteína formada en el magnum e istmo, consta de 686 aminoácidos, su peso molecular alcanza 76 kDa, el punto isoeléctrico corresponde a 6.1; se encuentra en dos formas, apo sin hierro y holo unido al hierro, esta última tiene la

propiedad de unirse a 2 moléculas de hierro a un pH > 7, una limitante es que la liberación se da a un pH < 4.5 (Giansanti *et al.*, 2012) a través de un efecto quelante proporcionado por la unión al hierro (Mine, 1995)

Lisozima: proteína con alta solubilidad, el punto isoeléctrico tiene un valor de 10 tiene actividad enzimática como en el caso de la N-acetil-murami-hidrolasa capaz de hidrolizar el enlace N-acetilneuramínico y N-acetilglucosamina de la pared bacteriana de microorganismos como *Listeria monocytogenes* y *Clostridium botulinum* (Radziejewska *et al.*, 2008); su peso molecular es de 14.400 kDa, consta de 129 aminoácidos entre los que se encuentran como N-terminal y leucina C-terminal, Omana, (2010) menciona la capacidad antiinflamatoria, propiedades antivirales y efectos antitumorales.

Ovomucina: glicoproteína que aporta al huevo una consistencia de gel en la parte de la clara; compuesta de 2 subunidades, la primera α , contiene serina y treonina, la segunda, β se compone de aminoácidos como ácido glutámico y aspártico, se considerada una fuente de nutrientes al proporcionar proteína y carbohidratos; tiene un efecto antimicrobiano (Radziejewska *et al.*, 2008).

Ovomucoide: Considerado alérgeno alimenticio, es una proteína glucosilada inhibidora de tripsina, la relación entre la proteína ovomucoide y la tripsina es de 1:1 (Oliveira *et al.*, 2009). El inhibidor de la tripsina pasa de manera gradual a la cavidad amniótica, es ingerida por el embrión al día 18 de incubación y suprime las proteasas a través de activación de zimógenos en el TGI. Muestra actividad de unión a IgE, además es utilizada en la industria alimenticia para el control de microorganismos como *Streptomyces sp.* Alcanza un punto isoeléctrico de 4.1. (Abeyrathne *et al.*, 2013)

Los péptidos que derivan al hidrolizar las proteínas poseen efectos citotóxicos, anticancerígenos, como inhibidores de la enzima convertidora de la angiotensina (ECA),

antimicrobianos y antioxidantes. Los aminoácidos contenidos en la albúmina sirven para la síntesis de proteínas. Los aminoácidos, además del glicerol y lactato de glicoproteínas se utilizan en la gluconeogénesis en hígado y músculo (Lee *et al.*, 2013).

Absorción de la albúmina a través del saco vitelino

La albúmina se reduce en el transcurso de la incubación y adquiere un papel fundamental como barrera física de protección microbiana para el embrión (Moran, 2007). Durante la primera mitad de incubación comienza la formación de Fluido Sub-Embrionario (FSE) (Buyse, 2014) donde ocurre el transporte activo de iones Na^+ de la albúmina al compartimiento ubicado por debajo del embrión, el gradiente de concentración atrae iones Cl^- y agua por osmosis causando su deshidratación. El FSE es considerado un almacén temporal de agua y electrolitos, que dispersa nutrientes a la yema aumentando su disponibilidad en el saco vitelino; este líquido no proporciona inhibidor de tripsina, sin embargo conforme transcurre el desarrollo embrionario se incrementa el inhibidor y da como resultado el espesamiento de la albúmina.

En la segunda mitad de incubación, aproximadamente al día 13, comienza la absorción de albúmina, existen dos hipótesis referentes a este tema:

- Existe una conexión seroamniótica, donde el albumen llega a la cavidad amniótica por un orificio desplegado del amnios, las proteínas contenidas son absorbidas por el embrión a través del epitelio intestinal pero no en su totalidad, como consecuencia existe un aumento de las proteínas en la yema (Moran, 2007).

- Propone que la albúmina llega al ombligo de la yema a través del corion por endocitosis; algunas proteínas son absorbidas en el saco vitelino y otras digeridas por membranas extraembrionaria (Yasumasu *et al.*, 2005).

Nelson (2010) reportó la presencia de albúmina en diferentes compartimientos durante la incubación, en el día 14 se ubica dentro del líquido amniótico y alcanza el saco vitelino aproximadamente al día 17 antes de la eclosión.

Estrategias de alimentación

La tendencia hoy en día es obtener pollo de engorda libre de antibióticos, debido a la preocupación por la salud humana, por lo que se han buscado alternativas de alimentación libres de antibióticos, entre ellas la alimentación in ovo, el uso de probióticos, prebióticos, extractos de plantas, con el objetivo de lograr una mejora en el microbioma, favoreciendo el óptimo desarrollo del TGI durante la primer semana de vida y que esto se vea reflejado al final del ciclo productivo.

El desarrollo del pollo está influenciado por diferentes factores, entre ellos el microbioma del TGI; sin embargo no hay que dejar de dar importancia a aquellos factores que optimizan de igual manera el crecimiento como lo son el tamaño de huevo, manejo adecuado durante la incubación, programas de vacunación y manejo del pollito en la caseta (bioseguridad, temperatura, humedad, acceso al alimento y agua).

La genética ha logrado que los pollos de engorda alcancen un peso aproximado de 3 Kg a las 7 semanas de vida, la alimentación en los primeros días de vida cobra específica relevancia, se estima que 10 g de peso extra a los 7 días de edad representan de 45-100 gramos más de peso al finalizar el ciclo productivo (Jiménez *et al.*, 2007).

Proteínas de plasma: las proteínas contenidas en el plasma son utilizadas como una alternativa de alimentación en producciones avícolas y porcícolas, con un mejor crecimiento, consumo y conversión alimenticia; son una mezcla de inmunoglobulinas, albúmina, lípidos, péptidos bioactivos y enzimas tales como serinas, colinesterasas,

proteasas, su efecto surge en la disminución del porcentaje de mortalidad, cuando los animales son desafiados a patógenos y alimentados con plasma. (Leeson, 2017).

Cuando la sangre se calienta a una temperatura elevada, se destruyen proteínas, pero en el sistema de atomización se conservan las características de cada una de ellas, en este, el plasma se seca a presión y a una temperatura superior a 200°C de manera rápida (Rangel *et al.*, 2017).

Proteína deshidratada y pasteurizada: confieren una agradable palatabilidad en el alimento, aumentando el consumo durante la primer semana de vida, mejoran el rendimiento de canal y mantienen un sistema inmunitario eficiente, lo que permite que los nutrientes sean enfocados al crecimiento del pollito; el adicionar las proteínas liofilizadas es equivalente a darle calostro a los pollitos, éstas son fuente de proteínas digestibles que por sus propiedades, dan base al sistema inmunitario, mejoran la barrera intestinal temprana del pollo y la consistencia de las heces (Ruiz, 2017).

Algunos desafíos que enfrenta el pollo de engorda son la susceptibilidad a enfermedades, mortalidad, retraso del crecimiento, reducción del consumo de alimento durante el desarrollo embrionario y la primer semana de vida.

Proceso de pasteurización de albúmina

Los derivados de la albúmina se obtienen cuando se separa del cascarón, membranas y yema. La transformación de la albúmina líquida en polvo es un proceso específico, comienza con el desglucosado por bacterias o levaduras mediante la enzima glucosa oxidasa lo cual evita las reacciones de Maillard entre las proteínas y glucosa.

El proceso de secado inicia con la albúmina líquida en una cámara de pulverización, que se transforma en fino aerosol, al entrar en contacto con una corriente de aire caliente; al

finalizar este paso, la albúmina en polvo se recoge en la cámara y pasa a un proceso de enfriamiento; se pasteuriza a una temperatura de 50-85°C máximo 10 días y mediante corrientes de aire con humedad, favorece la formación de agregados solubles, como punto final es envasada. El producto tiene una humedad del 6%, y un pH entre 7 y 9 (Ruiz, 2017) (Figura 1).

2. HIPÓTESIS

-Adicionar albúmina industrializada exógena (AI) en la dieta preiniciadora mejorara el comportamiento productivo y de rendimiento de canal en el pollo de engorda.

-Añadir albúmina natural pasteurizada y deshidratada exógena optimizará el desarrollo del Tracto Gastrointestinal, mejorando la eficiencia en parámetros productivos y rendimiento en canal al finalizar el experimento.

-Proporcionar albúmina natural pasteurizada y deshidratada exógena en la dieta preiniciadora mejorara los niveles de ácidos grasos en la carne de pollo en comparación con una dieta a base de sorgo y pasta de soya.

-Agregar albúmina natural pasteurizada y deshidratada exógena en la dieta preiniciadora mejora la composición de proteína en la carne de muslo, pechuga y pierna.

3. OBJETIVOS

Estudiar los efectos de albúmina industrializada exógena adicionada a una dieta (0-7 días), por medio de la evaluación del comportamiento productivo y rendimiento en canal.

Objetivos Específicos

- Evaluar los parámetros productivos (consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimentaria) a los 7, 14 y 21 días de edad en pollos sometidos en ambos tratamientos.
- Analizar el rendimiento individual en canal al finalizar el tiempo de experimentación 21 días.
- Comparar la alometría del Tracto Gastrointestinal con la finalidad de obtener la proporción con respecto el peso vivo del pollo para ambos tratamientos.
- Evaluar el contenido de proteína en carne de pierna, muslo, pechuga en ambos tratamientos.
- Valuar el contenido de ácidos grasos presentes en la carne del muslo en ambos tratamientos.

4.-MATERIAL Y METÓDOS

Localización geográfica

El presente trabajo de investigación fue llevado a cabo en instalaciones del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola (CEIEPAv), ubicado en la Calle Manuel M. López s/n Avenida Tláhuac, km 21.5, Colonia Zapotitlán, Delegación Tláhuac, CDMX; en una superficie de 48,470 m² a una altitud de 2,254 msnm. El clima que predomina es tipo templado subhúmedo, con una temperatura media anual de 18°C, periodos de lluvia de Mayo a Octubre y una precipitación pluvial de 747 mm (CEIEPAv, 2018).

Materiales y Metodología

En la realización del experimento se emplearon 100 pollitos machos (Línea Ross 308) de un día de edad, procedente de una planta incubadora ubicada en Morelos, los cuales fueron identificados y pesados individualmente en una caseta de experimentación, el peso promedio vivo fue de 41.5 g.

Los pollos fueron distribuidos de manera aleatoria en jaulas Petersime que cuentan con un total de 12 pisos, cada uno de 94 cm de largo por 30 cm de alto, equipados con bebederos y comederos tipo canal, con ventilación natural y regulación de la temperatura a través de un termostato, con una variación de 37°C- 40°C; fueron asignados 10 pollitos por piso.

El programa de vacunación se llevó a cabo a los 11 días después de la recepción y dentro de este se inmunizó contra la enfermedad de Newcastle, con un método de vacunación simultánea, vacuna de virus vivo ocular y una vacuna de virus inactivo (cepa la Sota) en conjunto con Influenza Aviar (Tipo H5N2) en emulsión oleosa con aplicación subcutánea.

La duración del experimento fue de 21 días desde el día de la recepción de los pollos hasta el día del sacrificio de los mismos.

Composición de las dietas

Las dietas fueron formuladas de acuerdo a las recomendaciones del Manual Ross 308, (Cuadro 3) siendo dietas isocalóricas e isoproteicas a base de sorgo y pasta de soya en harina; el régimen de alimentación fue *ad libitum*. Las dietas fueron elaboradas en la planta de alimentos del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión Avícola (CEIEPAv).

En la evaluación experimental, se empleó dos tratamientos de cinco réplicas, se manejaron 2 fases de alimentación (preinicio y crecimiento).

La fase de preinicio (1- 7 días) consta:

- T1: Dieta preinicio testigo (Cuadro 4).
- T2: Dieta preinicio con inclusión de 5% de albúmina natural pasteurizada y deshidratada (Cuadro 4).

En la fase de crecimiento se empleó el mismo alimento para ambos tratamientos:

- Dieta crecimiento (8- 21 días) (Cuadro 4).

Para balancear la dieta de preinicio, se realizó un aminograma del producto utilizado (Cuadro 5).

Para obtener las medidas respecto a las variables de producción en el estudio se utilizaron las siguientes fórmulas:

Ganancia de peso = (Peso semana 2...) – (Peso de la semana 1...)

Consumo de alimento = Alimento servido- Alimento sobrante / No. de aves

Conversión alimenticia = Consumo de alimento / Ganancia de peso

Al finalizar el experimento los pollos se pesaron individualmente y fueron procesados conforme a la Norma Oficial NOM-033-SAG/ZOO-2014, se evaluaron las siguientes variables:

- Rendimiento de canal: A los 21 días de edad, las aves fueron marcadas con números consecutivos (T1: 1-50, T2: 51-98) trasladados a la planta de procesamiento por medio de cajas de transporte para pollo de engorda, pesados individualmente y procesados; al terminar el eviscerado se pesó la canal (sin patas y sin vísceras) de manera individual y con los datos obtenidos se calculó el rendimiento de canal para cada ave.

Alometría del TGI: Se marcaron bolsas “Ziploc” con los números consecutivos de cada ave, al momento del procesamiento en la etapa de eviscerado se obtuvieron órganos del TGI incluyendo hígado, fueron depositadas en las respectivas bolsas, para realizar el pesaje empleando una báscula Torrey de 40 Kg, pesando los siguientes órganos:

-Tracto Gastrointestinal

-Hígado

-Proventrículo vacío

- Molleja vacía

La medición se realizó con una cinta métrica en los siguientes órganos:

-Tracto Gastrointestinal

-Desde proventrículo - Colon

- Asa duodenal: Duodeno – Yeyuno

-Sacos ciegos y Colon.

Análisis de proteína y ácidos grasos: Al término del procesamiento se recolectaron y enviaron muestras de carne de muslo, pechuga y pierna (1 ave por réplica) para análisis de proteína cruda por el método Kjeldahl, al Departamento de Nutrición de la Facultad de

Medicina Veterinaria y Zootecnia y se enviaron muestras de carne de muslo (1 ave por réplica) al Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición “Salvador Zubirán” para el análisis de ácidos grasos por el método Folch.

Análisis estadístico

Los resultados obtenidos de las variables a evaluar fueron analizadas para verificar el cumplimiento del supuesto de normalidad de los residuos mediante la prueba de W de Shapiro–Wilk y de homogeneidad de varianzas con la prueba de Levene, fijando un nivel de significancia de 5% para ambas pruebas (Kuehl, 2001). Las variables referentes a parámetros productivos, medidas alométricas del TGI, cantidad de proteína en músculo y ácidos grasos se sometieron a una prueba de t de Student y Z para comparación de 2 muestras independientes con un nivel de significancia del 5%, se utilizó el programa JMP (TM) Design of experiments versión 11.0.0 (2011) para el análisis estadístico.

5. RESULTADOS

En la etapa de preinicio (1- 7 días), los resultados en parámetros productivos no mostraron diferencia significativa entre tratamientos ($P > 0.05$) (Cuadro 6). El peso vivo promedio fue similar en ambos tratamientos (T1: 167.85 vs T2: 165.02 g) (Figura 2), para ganancia de peso (T1: 123.7 vs T2: 126.75 g) (Figura 3), conversión alimentaria fue equitativa para los tratamientos (T1: 0.94 vs T2: 0.92) (Figura 4) de igual manera el consumo de alimento no mostró diferencia significativa entre tratamientos (T1: 116.4 vs T2: 116.2g) (Figura 5).

Durante la semana 2 dentro de la fase de crecimiento (8-14 días) no existió diferencia significativa ($P > 0.05$) entre ambos tratamientos (Cuadro 7). Para ganancia de peso (T1: 267.9 vs T2: 254.2 g); consumo de alimento (T1: 327.4 gr vs T2: 323.2g), peso vivo (T1: 432.92 vs T1: 422.09 g) y conversión alimenticia (T1: 1.22 vs T2: 1.28).

Al final del experimento durante la 3era semana dentro de la fase de crecimiento (15-21 días) no se halló diferencia estadística significativa ($P > 0.05$) para los parámetros productivos: ganancia de peso (T1: 396.9 vs T2: 395 g), consumo de alimento (T1: 579 gr vs T2: 571 g), peso vivo (T1: 829.82 vs T2: 817.08 g) y conversión alimentaria (T1: 1.46 vs T2: 1.45) (Cuadro 8).

En la etapa de procesamiento de las aves no se encontró diferencia estadística significativa ($P > 0.05$) en la variable de rendimiento de canal (T1: 66.48 vs T2: 66.97%) (Cuadro 9).

En la alometría se observó diferencia estadística significativa ($P < 0.05$) en hígado, siendo mayor T1 con respecto al T2 (T1: 2.36 vs T2: 2.26%) (Cuadro 10).

Respecto al peso del TGI (T1: 10.81 vs T2: 10.88 %) molleja (T1: 2.31 vs T2: 2.42 %), proventrículo (T1: 0.59 vs T2: 0.60), asa duodenal (T1: 11.90 vs T2: 12.23%), intestino delgado (T1: 66.66 vs T2: 66.72%) e intestino grueso (T1: 20.03 vs T2: 20.53 %), no

mostraron diferencia estadística significativa en relación con el peso vivo del pollo a los 21 días.

Las longitudes obtenidas en la medición alométrica no mostraron diferencia significativa para longitud total (T1:157.04 vs T2:155.63), asa duodenal (T1:19.02 vs T2:19.01), intestino delgado (T1:108.08 vs 107.66) e intestino grueso (T1: 31.37 vs T2: 31.87) (Cuadro 11).

Respecto al porcentaje de proteína en carne de pierna (T1: 21.26 vs T2: 21.19%), muslo (T1:17.53 vs T2:17.77%) y pechuga (T1:16.94 vs T2: 17.55%) no se encontraron diferencias significativas ($P>0.05$) a los 21 días de edad (Cuadro 12).

El porcentaje de ácidos grasos en carne de muslo al finalizar la prueba no mostró diferencia estadística significativa ($P>0.05$) en ácido oleico, linoleico, linolenico, araquidónico, palmítico y esteárico (Cuadro 13).

6. DISCUSIÓN

Actualmente existen pocas investigaciones referentes al uso de albúmina de huevo en polvo como parte de la alimentación en la producción avícola durante la fase de preinicio, en comparación con trabajos que utilizan el plasma como fuente de proteína en sustitución de la pasta de soya dentro de la dieta.

No se encontraron diferencias estadísticas significativas para las variables de los parámetros productivos en el presente estudio, aunque existió una ligera diferencia para el peso y ganancia de peso en la primera semana para el tratamiento de la albúmina. Martínez (1993) reporta el uso de albúmina de huevo en cerdos destetados, mencionando como resultado un aumento estadísticamente significativo ($P < 0.05$) en el peso vivo durante la primera semana de experimentación, en comparación con el uso de suero de leche, al término, el tratamiento de la albúmina fue inferior respecto al tratamiento en comparación.

No se sabe con exactitud cómo actúa la AI dentro del ave, autores como Huntington *et al* (2001) señalan la capacidad que posee la ovoalbúmina como un mecanismo protector contra microorganismos; otras proteínas presentes en la albúmina tienen acción como factores de necrosis tumoral, agentes quelantes, hidrolización de pared bacteriana, capacidades antiinflamatorias, antivirales y actividad de unión a IgE. Posiblemente, actúe de manera similar a la adición de plasma sanguíneo en el alimento, cabe aclarar que éste último mejora sensiblemente el sistema inmunitario (Fuhrer, 2008).

Ortiz (2006) menciona la falta de capacidad que tienen las aves de utilizar en su totalidad los nutrientes exógenos para el desarrollo corporal. El uso de AI podría mejorar la inmunidad, de tal manera que el ave usa los nutrientes de la dieta ya no para protección contra microorganismos sino para su crecimiento, pero los efectos no se observan hasta los

21 días de edad. Penz (2010) pudo apreciar que dietas altas en proteína favorecen la absorción del saco vitelino en la primera semana de vida y un aumento en el desarrollo del sistema inmune, además menciona una correlación entre el peso a los 7 días y el peso al sacrificio, lo que podría significar que si se le diera seguimiento al presente experimento hasta la séptima semana de edad quizás existiría una diferencia significativa en parámetros productivos en el tratamiento con albúmina.

Gerber *et al* (2006) mencionan que una soya de mala calidad presenta factores antinutricionales, que se encuentran aún después del tratamiento térmico durante la extracción del aceite, para su eliminación total es necesario sobrecalentar la proteína lo que la desnaturizaría y disminuiría el valor nutritivo; factores como la antitripsina y las lectinas reducen la digestibilidad de los nutrientes, lo que trae como consecuencia un aumento en la velocidad por su paso en el TGI y una acentuación en el peristaltismo, también incrementa el recambio de las células intestinales y altera la composición del microbioma del TGI, dando como resultado un síndrome de tránsito rápido (Coello *et al.*,2015).

Wise *et al* (1964) hacen énfasis en que la ovoalbúmina hallada en la clara de huevo ingresa en el tracto digestivo en el día decimotercero de la incubación, con la posibilidad de absorberse en el intestino. Mientras que Williams en 1962 reportó que en pollos recién eclosionados el intestino es permeable a las glicoproteínas (ovoalbúmina), por lo cual Wise *et al*; 1964 sugiere que debido a la absorción de la ovoalbúmina aumenta la concentración de pre-albúminas dando formación a la albúmina sérica.

Los resultados de alometría respecto al TGI no tuvieron diferencia estadística, en particular la longitud del tracto fue menor en el tratamiento de albúmina (T1: 157.04 vs T2: 155.63 cm) lo anterior coincide con Osiris *et al* (2017) que refieren que las aves con menor

longitud del TGI son más eficiente en la absorción de nutrientes, con lo cual se mejora de manera puntual el crecimiento de las aves.

Está claro que la albúmina de huevo es una fuente muy importante de proteínas, autores como Wijtten *et al* (2010) trabajaron con dos dietas, con diferentes valores de proteína e identificaron un mayor desarrollo en duodeno en la primera semana de vida, en el presente estudio se encontraron valores en alometría del duodeno, que favorecen al tratamiento con albúmina a las 3 semanas, aunque no fueron estadísticamente significativos, por lo que se sugiere realizar futuras investigaciones donde se realice alometría a las aves desde la primera semana de edad.

En el presente estudio, se encontró que la alometría del hígado fue menor para el tratamiento de la albúmina ($P < 0.05$).

En cuanto al análisis de ácidos grasos se encontró cierta tendencia numérica favorable para el tratamiento de la albúmina, en los ácidos grasos: esteárico, linoleico y araquidónico, sin que existiera una diferencia estadística significativa, lo cual podría explicarse debido a que la adición de la albúmina únicamente fue hasta la primer semana de vida del ave, y la lectura de dichos ácidos grasos fue tomada de muestras de carne después del sacrificio, el cual se llevó a cabo en la tercera semana.

Los ácidos grasos se digieren en el intestino en forma de monoacilglicéridos que se transportan a las células intestinales, los productos son re-sintetizados en triacilglicéridos e incorporados como quilomicrones, que abastecen a los órganos que necesitan de estos ácidos grasos (Ger, 2009).

Sklan *et al* (1984) mencionan que la re-esterificación de los ácidos grasos en la mucosa intestinal no es completa en las aves y una alta proporción (por arriba del 50%) es liberada

en la vena porta como ácidos grasos no esterificados para ser transportados en la sangre unidos a la albúmina.

Los enterocitos de las vellosidades intestinales cambian ligeramente su funcionalidad después de la eclosión, pasando de la absorción de macromoléculas (inmunoglobulinas) durante la incubación, hacia la absorción de nutrientes de la dieta durante los primeros días de vida del pollo (Morán, 2007).

Quizás la AI adicionada en el alimento preiniciador en pollos de engorda puede absorberse, favoreciendo el transporte de ácidos grasos, aumentando su concentración en sitios de trabajo (músculos) para su almacenaje y oxidación (Ger, 2009), lo cual podría explicar la reducción del tamaño del hígado en el tratamiento de la albúmina, reduciendo el almacenaje de lípidos en este órgano.

En investigaciones anteriores con datos aún no publicados, se logró un rendimiento de canal similar en pollos de 7 semanas, con diferencia en el rendimiento por piezas de pechuga y muslo; además de lograr una mejora significativa en la pigmentación con pollos alimentados durante los primeros 7 días con AI.

Ramírez (2008) mencionó que la albúmina de huevo es rica en cisteína y metionina dicha presencia de aminoácidos con grupos sulfhídricos contribuyen al sabor, textura y aroma característico del huevo.

7. CONCLUSIÓN

Los resultados de este experimento sugieren que la albúmina de huevo puede usarse en dietas preiniciadoras para pollo de engorda, sin afectar el producto final.

La albúmina permitió un comportamiento productivo similar al observado con el uso de la pasta de soya sin causar afectaciones negativas, con la desventaja de un alto costo de la dieta.

La albúmina industrializada puede ser un novedoso producto proteico, que podría sustituir a la pasta de soya en al menos un 5%.

Se observó un menor crecimiento relativo del hígado en las aves del tratamiento con albúmina, cabe la posibilidad de que la AI favorezca el transporte a nivel plasmático directo de los ácidos grasos hacia sitios de trabajo- músculo, corazón- para su almacenamiento y oxidación.

8. REFERENCIAS

- Mateos GG, Jiménez ME, González A. 2007. Estrategias de alimentación en la primera semana de vida del pollito. XIII Curso de Especialización FEDNA. Madrid 25 y 26 de Octubre: p: 65-92.
- Nilipour, A. 2007. El pollo de engorda de hoy en día crece por hora. WattAgNet. <https://www.wattagnet.com/articles/3103-el-pollo-de-engorda-de-hoy-en-dia-crece-por-hora> [Consulta: 31 de Enero del 2018].
- Donohue, M. 20 años de mejoramiento avícola: pollo de engorde.2012.El Sitio Avícola <http://www.elsitioavicola.com/articles/2220/20-aos-de-mejoramiento-avicola-pollo-de-engorde/> [Consulta: 31 de Enero del 2018].
- [UNA]Unión Nacional de Avicultores. (Mex) 2017. Indicadores económicos [Consulta: 8 de Febrero 2018].
- Campoverde, E. Plan de alimentación en pollos de engorde. Avicultura. <http://aviculturas.blogspot.mx/p/plan-de-alimentacion-para-pollos-de.html> [Consulta: 31 de Enero del 2018].
- Geyra, A, Uni Z, Sklan D. 2001.The effect of fasting at different ages on growth and tissue dynamics in the small intestine of the young chick. Br. J. Nutr. 86:53–61.
- Noy Y, Skaln D. 2001.The effect of early on growth and small intestinal developmet in the posthatch poult. Appl Poultry science 80:912-919.
- Aviagen. Ross 308. Guía de especificaciones de nutrición en pollo de engorda [internet] 2017. [Consulta: 31 de Enero 2018]. Disponible en http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/Ross308BroilerNutritionSpecs2014-ES.pdf.

- Leeson S. 2008. Predictions for commercial poultry nutrition. *Journal of Applied Poultry Research* 17:315-322.
- Celis A. 2000. Calidad de pastas de soya mexicanas y su relación con el síndrome de tránsito rápido en pollo de engorda. [Tesis de maestría]. Colima, México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- Intriago VA. 2015. Factores que influyen en los rendimientos productivos de pollo de engorde. Ergomix. <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/factores-influyen-rendimientos-productivos-t32450.htm> [Consulta: 15 de Febrero del 2018].
- Roberts DJ, Smith DM, Goff DJ, Tabin CJ. 1998. Epithelial-mesenchymal signaling during the regionalization of the chick gut. *Development*, 125:2791-801.
- García P. Gastrulación. 2012. Médico Blasto. <http://medicina-unam.blogspot.mx/2012/06/gastrulacion.html> [Consulta: 31 de Enero del 2018].
- Noy Y, Sklan D. 1999. Energy utilization in newly hatched chicks. *Poultry Science* 78:1750–1756.
- Moore DT, Ferket PR, Mozdziak PE. 2005. The effect of early nutrition on satellite cell dynamics in the young turkey. *Poultry Science* 84:748–756.
- Geyra A, Uni Z, Sklan D. 2001. Enterocyte Dynamics and Mucosal Development in the Posthatch Chick. *Poultry Science* 80:776–782.
- Edwin T, Moran J. 1985. Digestion and Absorption of Carbohydrates in Fowl and Events through Perinatal Development. *J. Nutr.* 115: 665-674, 1985.
- Sander JE, Willingham EM, Wilson JL, Thayers SG. 1998. The effect of inoculating *Enterococcus faecalis* into the yolk sac on chick quality and maternal antibody absorption. *Avian Dis.* 42:359–363.

- Gould SJ. 1996. Allometry and size in ontogeny and phylogeny. *Biological Reviews* 41(4):587-640.
- Gracia M, Latorre I, García MA, Lázaro R, Mateos G. 2003. Heat processing of barley and enzyme supplementation of diets for broiler. *Poultry Science*. 82: 1281-1291.
- Ruiz, G, Jiménez, M, Medina, R, Gutiérrez, M. 2014. Alimentación In Ovo en embriones de pollo. *Selecciones Avícolas*.
- Buyse J, Decuyper E, Everaert N. 2016. Importance of albumen during embryonic development in avian species, with emphasis on domestic chicken. *Poultry Science Association* 2014, Vol. 70.
- Yadgary L, Cahaner A, Kedar O, Uni Z. 2010. Yolk sac nutrient composition and fat uptake in late-term embryos in eggs from young and old broiler breeder hens. *Poultry Science* 89 :2441–2452.
- Noy Y, Sklan D. 2001. Yolk and exogenous feed utilization in the posthatch chick. *Poultry Science* 80:1490–1495.
- Aranibar MI, Gracia. 2001. Influencia del ayuno post nacimiento y del tipo y nivel de grasa en el pienso de iniciación sobre los parámetros productivos de pollos broiler *Producción Animal*. Madrid.
- Rayo JM, Esteban S, Moreno M, Sastre M, Rial RV, Tur JA. 1991. A role played by the vitelline diverticulum in the yolk sac resorption in young post-hatched chickens. *J Comp Physiol B* (1991) 160:645-648.
- Yasumasu S, MAO KM, Sultana F, Sakaguchi H, Yoshizaki N. 2005. Cloning of a quail homologue of hatching enzyme: its conserved function and additional function in egg envelope digestion. *Development Genes and Evolution*; 215: 489-498.

- Seuss-Baum I. 2007. Nutritional evaluation of egg compounds. In: Huopalahti, R., Lopez Fandiño R, Anton M., Rüdiger S. (Eds), Bioactive Egg Compounds. Berlin; New York:Springer: 117-140.
- Argenfood. 2010. Tabla de composición de los alimentos. Universidad Nacional de Luján. [Internet]. Dirección URL: www.unlu.edu.ar/~argenfood/. [Consulta:8 de Enero, 2018].
- Buyse J, Everearte N. 2014.Importance of albumen during embryonic development in avian species, with emphasis on domestic chicken World's Poultry Science Journal, Vol. 70.
- Richards M P, Packard MJ. 1996. Mineral metabolism in avian embryos. Poult. Avian Biol. Rev. 7:143–161.
- Nelson TC, Groth K.D, Sotherland PR. 2010. Maternal investment and nutrient use affect phenotype of American alligator and domestic chicken hatchlings. Comparative Biochemistry and Physiology A157: 19-27.
- Labsom O. 1970. A microscopic study of electrons from the Ectodermal cells of the egg sac of the chick during incubation and after hatching. Wiley Online Library. Vol 129.1-19.
- Wu G, Bryant MM, Gunawardana P, Roland .2007. Effect of nutrient density on performance, egg components, egg solids, egg quality, and profits in eight commercial leghorn strains during phase one. Poultry Science 86: 691-697.
- Star L, Decuypere E, Parmentier HK, Kemp B. 2008. Effect of single or combined climatic and hygienic stress in four layer lines: 2. Endocrine and oxidative stress responses. Poultry Science 87: 1031-1038.

- Everaert N, Metayer-Coustard S, Willemsen H, Han H, Song Z, Ansari Z, Decuypere E, Buyse J, Tesseraud S. 2013. The effect of albumen removal before incubation (embryonic protein undernutrition) on the post-hatch performance, regulators of protein translation activation and proteolysis in neonatal broilers. *British Journal of Nutrition* 110: 265-274.
- Abeyrathne ED, Lee HY, Ahn DU. 2013. Egg White proteins and their potential use in food processing or as nutraceutical and pharmaceutical agents. *Poultry Science*; 92 (12):3292-9.
- Kovacs-Nolan, JKN, Zhang, S. Hayakawa, Mine Y. 2000. Immunochemical and structural analysis of pepsin-digested egg white ovomucoid. *J. Agric. Food Chem.* 48:6261–6266.
- Giansanti F, Leboffe L, Pitari G, Antonini G. 2012. Physiological roles of ovotransferrin. *Biochim Biophys Acta.*1820(3):218-25.
- Mine, Y. 1995. Recent advances in the understanding of egg white protein functionality. *Trends in Food Science & Technology* July [Vol. 6].
- Radziejewska RC, Leśniewski G, Kijowski J. 2008. Properties and application of egg white lysozyme and its modified preparations—A review. *Polish J. Food Nutr. Sci.* 58:5–10.
- Omana DA, Wang J, Wu J. 2010. Co-extraction of egg White proteins using ion-exchange chromatography from ovomucin-removed egg white. *J. Chromatogr. B Analyt. Technol. Biomed. Life Sci.* 878:1771–1776.
- Lee Y, Anh U. 2013. Egg white proteins and their potential use in food processing or as nutraceutical and pharmaceutical agents - A review. *Poultry Science* 92 :3292–3299.

Moran ET. 2007. Nutrition of the developing embryo and hatchling. Poultry Science 86: 1043-1049.

Yamasumasu S, Mao KM, Sultana F, Sakaguchi H, Yoshizaki N.2005. Cloning of a quail homologue of hatching enzyme: its conserved function and additional function in egg envelope digestion. Development Genes and Evolution 215: 489-498.

Nelson TC, Groth KD, Sotherland PR.2010. Maternal investment and nutrient use affect phenotype of American alligator and domestic chicken hatchlings. Comparative Biochemistry and Physiology A157: 19-27.

Leeson S. Utilizando plasma secado por atomización en las dietas de pre iniciación de pollos de engorde. Avicultura. <https://www.avicultura.mx/micrositio/APC-Inc./Utilizando-plasma-secado-por-atomizaci%C3%B3n-en-las-dietas-de-Pre-Iniciaci%C3%B3n-de-pollos-de-engorde> [Consulta: 10 de Febrero del 2018]

Rangel L, Russell L.2017. El plasma animal spray y sus aplicaciones en la alimentación de mascotas, cerdos, pollos, acuicultura y terneros. Porcicultura. <https://www.porcicultura.com/micrositio/APC-Inc./El-plasma-animal-spray-dried-y-sus-aplicaciones-en-la-alimentaci%C3%B3n-de-mascotas%2C-cerdos%2C-pollos%2C-acuicultura-y-terneros> [Consulta: 10 de Febrero del 2018].

Ruiz, B.2017. Proteínas de plasma también en la nutrición avícola. WattAgNet. <https://www.wattagnet.com/articles/29676-prote%C3%ADnas-de-plasma-tambi%C3%A9n-en-la-nutrici%C3%B3n-av%C3%ADcola?v=preview> [Consulta: 12 de Febrero del 2018].

Fmvz. unam [Internet]. México. Universidad Nacional Autónoma de México; 2016 [9 Abril 2018] Disponible en:

<http://fmvz.unam.mx/fmvz/centros/ceiepav/localizacion.html>.

Ayala T, Hernandez IL, Aguilera BA. Implementación de la técnica de Folch para la extracción de grasas en frío. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Autónoma de Querétaro.

[http://www.uaq.mx/investigacion/difusion/veranos/memorias-](http://www.uaq.mx/investigacion/difusion/veranos/memorias-2008/2VeranoIntroduccion/1AyalaTorresHernandez%20Zarazua.pdf)

[2008/2VeranoIntroduccion/1AyalaTorresHernandez%20Zarazua.pdf](http://www.uaq.mx/investigacion/difusion/veranos/memorias-2008/2VeranoIntroduccion/1AyalaTorresHernandez%20Zarazua.pdf) [Consulta: 30 de Mayo 2018]

Kuehl, R. 2001. Diseño de experimentos. Segunda Edición. Editorial Thomson. México.

Martínez S. 1993. Comparación con dos dietas con albúmina de huevo y suero de leche en el comportamiento productivo en cerdos destetados. [Tesis de licenciatura]. Distrito Federal, México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Huntington JA, Stein PE. 2001. Structure and properties of ovoalbumin. Journal of Chromatography B: Biomedical Sciences and Applications. Volume 756, Issues 1–2, Pages 189-198.

Fuhrer MA. 2008. Evaluación de tres hidrolizados proteicos de pescado solo y mezclados con proteína vegetal de dos orígenes, sobre los rendimientos productivos y económicos de pollo broiler. [Tesis de Licenciatura]. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias.

Ortiz, A. 2006. Salud Intestinal. Ajustes de dietas. Artículos técnicos de Sanidad. Licenciado en Veterinaria. Madrid-España. 22p. <http://www.engormix.com/mbr>. [Consulta: 15 de Marzo 2018].

- Penz AM.2014. Nutrición del pollo durante la primera y última semana de vida.AviNews <https://avicultura.info/nutricion-del-pollo-durante-la-primeray-ultima-semana-de-vida/>. [Consulta 23 de Marzo 2018].
- Gerber, LFP et al. 2006. Efeito da composição do farelo de soja sobre o desempenho e o metabolismo de frangos de corte. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia 35(4)1359-1365. 2006.
- Coello López C, Ávila GE, Menocal JA.2015. El síndrome de transito rápido en pollos.El sitio avícola. <http://www.elsitioavicola.com/articles/2660/el-sandrome-de-transito-rapido-en-pollos-2-a-factores-nutricionales/>. [Consulta: 23 de Marzo 2018].
- Wise RW, Ketterer B, Hansen IA. 1964. Pre-albumins of embryonic chick plasma. Comp. Biochem. Physiol., 1964, Vol. 12, pp. 439 to 443.
- Williams J. 1962. A comparison of conalbumin and transferrin in the domestic fowl. Biochem J. 1962 May;83:355-64.
- Pérez S.O.N., Sánchez R.E., Posadas H.E., Miguel I.J., Vázquez D.A.S., Salmerón S.F.2017. Relación de medidas alométricas del tracto gastrointestinal, mollejas e hígados con respecto al peso vivo en pavo Nicholas 700. Memorias de XLII Convención Nacional ANECA; Mayo 3-6. Boca del Río, Veracruz, México: ANECA.
- Wijtten PJ, Hangoor E, Sparla JK, Verstegen MW. 2010. Dietary amino acid levels and feed restriction affect small intestinal development mortality and weight gain of male broilers. Poult Sci. 2010 Jul;89(7):1424-39.
- Moran, E. T. 2007. Nutrition of the developing embryo and hatchling. Poult. Sci. 86:1043- 1049. doi:10.1093/ps/86.5.1043.

Ger J, Vusse Va. 2009. Albumin as fatty acid transporter. *Drug Metab, Pharmacokinet* 24(4):300-307.

Ramírez A. 2008. Efecto en la vida reproductiva de ratones CD1 alimentados con albúmina de huevo y/o albuminas y globulinas porcinas. [Tesis de licenciatura]. Distrito Federal, México: Facultad de Química.

9. CUADROS

Cuadro 1. Crecimiento relativo de los órganos digestivos durante la primera semana de vida (% peso vivo).

Fuente		
Órgano	Gracia et al. (2003)	Jiménez-Moreno et al. (2008)
Proventrículo	4.1	3.7
Molleja	3.9	<3
Páncreas	8.1	6.3
Hígado	4.6	5.4
Intestino Delgado	7.9	5.3

Cuadro 2. Composición y propiedades de las proteínas de la albúmina de huevo

Proteína	% p/p	PI	PM (kDa)	Td° C
Ovoalbúmina	54	4.5-4.9	45	75-84
Ovotransferrina	12-14	6.0-6.1	77.7	61-65
Ovomucoide	11	4.1	28	77
Ovomucina	1.3-3.5	4.5-5.0	5500-8300	
Lisozima	3.4-3.5	10.7	14.3-14.6	69-77
Ovoglobulina	1	4.9-5.8	49-50	
Ovoglovoproteína	0.8	4	35-80	
Ovostatina	0.5	4.5-4.7	760-900	
Cistatina	0.05	5.1	12	
Avidina	0.05	0	55-66.8	

Hammershoj, Larsen, Andersen y Qvist (2002)

Cuadro 3. Recomendaciones nutricionales en el pollo de engorda Ross 308

	Energía (MJ/ Kg)	Proteína Bruta (%)	Lisina Total (%)	Metionina, Cistina Total (%)
Iniciador	12.65	22-25	1.43	1.07
Crecimiento	13.20	21-23	1.24	0.95
Finalizador	13.40	19-23	1.09	0.86

Energía metabolizable (EM)
Manual Pollo de Engorde Ross 308

Cuadro 4. Análisis calculado del alimento suministrado en la fase de preinicio y crecimiento.

Ingredientes	Fase preinicio (%)		Fase crecimiento (%)
	T1 (Testigo)	T2 (Albúmina)	Ambos tratamientos
Sorgo	50.56	55.08	58.25
Pasta de soya	42.07	31.47	35
Albúmina		5	
Aceite de soya	3.20	4.27	3
Ortofosfato	1.68	1.60	1.3
Carbonato de calcio	1.20	1.37	0.12
L-Treonina	0.24	0.24	0.12
Sal	0.39	0.21	0.4
DL-Metionina	0.35	0.21	0.42
L-Lisina	0.16	0.21	0.2
Vitaminas	0.12	0.12	0.1
Minerales	0.12	0.12	0.1

Ingredientes	Fase de preinicio (%)		Fase de crecimiento (%)
	T1 (Testigo)	T2 (Albúmina)	Ambos tratamientos
Cloruro de colina	0.1	0.1	0.1
Fitasa 10000 G	0.01	0.01	0.01
Humedad	9.5	9.5	11.36
Proteína cruda	22.5	22.5	22
Fibra cruda	2.71	2.75	3
Cenizas	6.1	6.1	6.69

Cuadro 5. Composición de aminoácidos de albúmina natural pasteurizada y deshidratada utilizada en dietas de pre-inicio de pollos de engorda (Evonik Nutrition & Care GmbH)

Aminoácido	Contenido (%)	AA (%) en CP
Metionina	2.972	3.736
Cisteína	2.340	2.942
Lisina	5.170	6.499
Treonina	3.550	4.464
Arginina	4.550	5.720
Isoleucina	4.217	5.302
Leucina	6.743	8.477
Valina	5.415	6.807
Histidina	1.853	2.330
Fenilalanina	5.520	6.940
Glicina	2.824	3.551
Serina	5.344	6.718
Prolina	2.911	3.659
Alanina	4.823	6.064
Ac. Asp.	8.393	10.552
Ac. Glutámico	10.350	13.011
Total (Sin NH3)	78.184	98.291
Amoniaco	1.282	1.611
Total	79.466	99.902

Proteína cruda (%): 79.54 Materia seca (%): 93.73

Cuadro 6. Promedios obtenidos de parámetros productivos del tratamiento 1 y 2 durante la fase de preinicio (1-7 días)

Tratamiento	Peso 7mo día (g)	Ganancia de peso (g)	Consumo de alimento (g)	Conversión alimenticia (Kg: Kg)
T1	165.0	123.7	116.4	0.94
T2	167.8	126.5	116.2	0.92
Probabilidad	0.5660	0.5683	0.9485	0.4342
EEM	7.55	7.28	4.74	0.038

La ausencia de literales indica que no existió diferencia estadística significativa ($P > 0.05$). Prueba t de Student.

T1: Dieta control a base de sorgo y soya.

T2: Dieta con adición de 5% de albúmina natural deshidratada y pasteurizada.

EMM: Error estándar de la media.

Cuadro 7. Promedios obtenidos de parámetros productivos del tratamiento 1 y 2 durante la fase de crecimiento (8 -14 días).

Tratamiento	Peso día 14 (g)	Ganancia de peso (g)	Consumo de alimento (g)	Conversión alimenticia (Kg: Kg)
T1	432.9	267.9	327.4	1.22
T2	422.0	254.2	323.2	1.28
Probabilidad	0.3813	0.2797	0.7905	0.3691
EEM	18.49	18.65	24.17	0.089

La ausencia de literales indica que no existió diferencia estadística significativa ($P > 0.05$).
Prueba t de Student.

T1: Dieta control a base de sorgo y soya.

T2: Dieta con adición de 5% de albúmina natural deshidratada y pasteurizada.

EMM: Error estándar de la media.

Cuadro 8. Promedios obtenidos de parámetros productivos del tratamiento 1 y 2 durante la fase de crecimiento (15 -21 días).

Tratamiento	Peso día 21 (g)	Ganancia de peso (g)	Consumo de alimento (g)	Conversión alimenticia (Kg: Kg)
T1	829.8	369.9	579	1.46
T2	817.0	395	571.4	1.45
Probabilidad	0.4748	0.8846	0.6336	0.7308
EMM	26.85	20.05	25.25	0.053

La ausencia de literales indica que no existió diferencia estadística significativa ($P < 0.05$).
Prueba t de Student.

T1: Dieta control a base de sorgo y soya.

T2: Dieta con adición de 5% de albúmina natural deshidratada y pasteurizada.

EMM: Error estándar de la media.

Cuadro 9. Resultados obtenidos del rendimiento en canal a los 21 días de edad del tratamiento 1 y 2

Tratamiento	Rendimiento de canal (%)
T1	66.48
T2	66.97
Probabilidad	0.9896
EEM	1.74

La ausencia de literales indica que no existió diferencia estadística significativa ($P > 0.05$).

Prueba t de Student.

T1: Dieta control a base de sorgo y soya.

T2: Dieta con adición de 5% de albúmina natural deshidratada y pasteurizada.

EMM: Error estándar de la media.

Cuadro 10. Resultados promedio obtenidos de las proporciones del TGI a los 21 días de edad.

TGI (1-21 días de edad)				
Órganos (%)	T1	T2	Probabilidad	EMM
TGI	12.48	12.58	0.7572	1.25
Proventrículo	0.59	0.60	0.3073	0.10
Hígado	2.36 ^a	2.26	<0.0001	0.17
Molleja	2.31	2.42	0.1174	0.32
Asa duodenal	11.90	12.23	0.8035	1.63
Intestino Delgado	66.99	66.72	0.5471	2.18
Intestino Grueso	20.03	20.53	0.4561	1.64

Diferente literal indica diferencia estadística entre tratamientos P (<0.05).

EEM: Error estándar de la media.

T1: Dieta control a base de sorgo y soya.

T2: Dieta con adición de 5% de albúmina natural deshidratada y pasteurizada.

Cuadro 11. Resultados promedio obtenidos de la longitud del TGI a los 21 días de edad.

TGI (1-21 días de edad)				
Longitud (cm)	T1	T2	Probabilidad	EMM
TGI	157.04	155.63	0.5626	11.82
Asa duodenal	19.02	19.01	0.9858	2.69
Intestino Delgado	108.08	107.66	0.5330	11.11
Intestino Grueso	31.37	31.87	0.7779	2.55

La ausencia de literales indica que no existió diferencia estadística significativa ($P>0.05$).
Prueba t de Student.

EEM: Error estándar de la media.

T1: Dieta control a base de sorgo y soya.

T2: Dieta con adición de 5% de albúmina natural deshidratada y pasteurizada.

Cuadro 12. Resultados de proteína cruda en muslo, pierna y pechuga de pollos Ross 308 a los 21 días de edad.

Proteína cruda (%)			
Tratamiento	Pierna	Muslo	Pechuga
T1	17.53	16.94	21.26
T2	17.77	17.55	21.19
Probabilidad	0.63	0.27	0.89
EMM	0.76	0.80	0.74

La ausencia de literales indica que no existió diferencia estadística significativa ($P > 0.05$)

Prueba t de Student

EEM: Error estándar de la media

T1: Dieta control a base de sorgo y soya

T2: Dieta con adición de 5% de albúmina natural deshidratada y pasteurizada

Cuadro 13. Resultados de ácidos grasos en muslo de pollos Ross 308 a los 21 días de edad.

Ácidos grasos (%)							
Tratamiento	Palmitico	Palmitoleico	Esteárico	Oleico	Linoleico	Araquidónico	A-linolenico
T1	1039.4	222.7	288.1	1551.7	1229.3	53.5	207.8
T2	916.8	168.1	294.5	1443.5	1379.6	55.4	128.6
Probabilidad	0.36	0.19	0.86	0.71	0.78	0.89	0.40
EMM	203.2	60.32	57.05	444.3	216.2	7.42	28.7

La ausencia de literales indica que no existió diferencia estadística significativa ($P > 0.05$)

Prueba t de Student.

EMM: Error estándar de la media.

T1: Dieta control a base de sorgo y soya.

T2: Dieta con adición de 5% de albúmina natural deshidratada y pasteurizada.

10. FIGURAS

Figura 1. Proceso de obtención de albúmina deshidratada

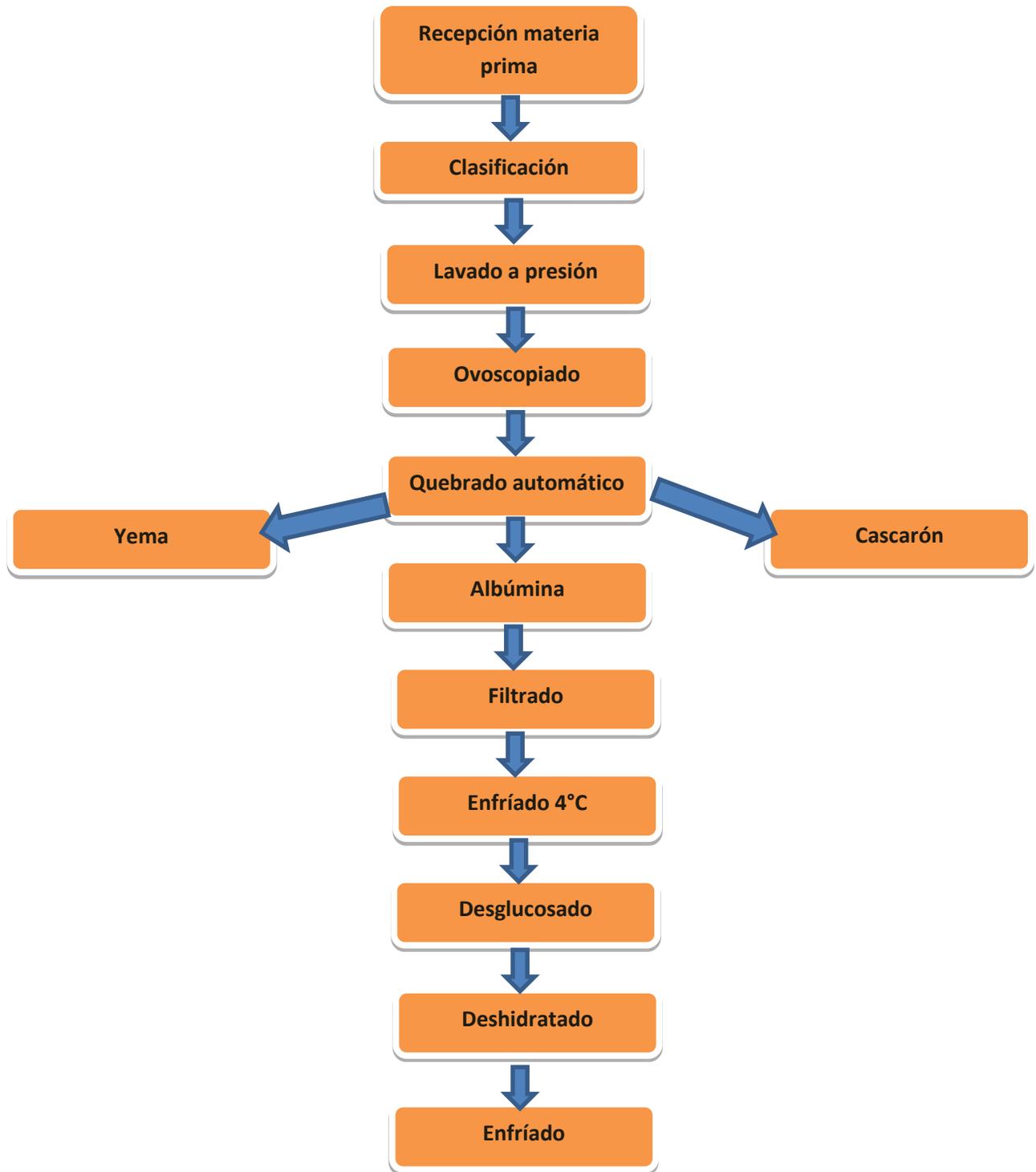


Figura 2. Peso vivo promedio en pollos de engorde machos Ross 308 (1- 21 días) con dietas isoproteicas.

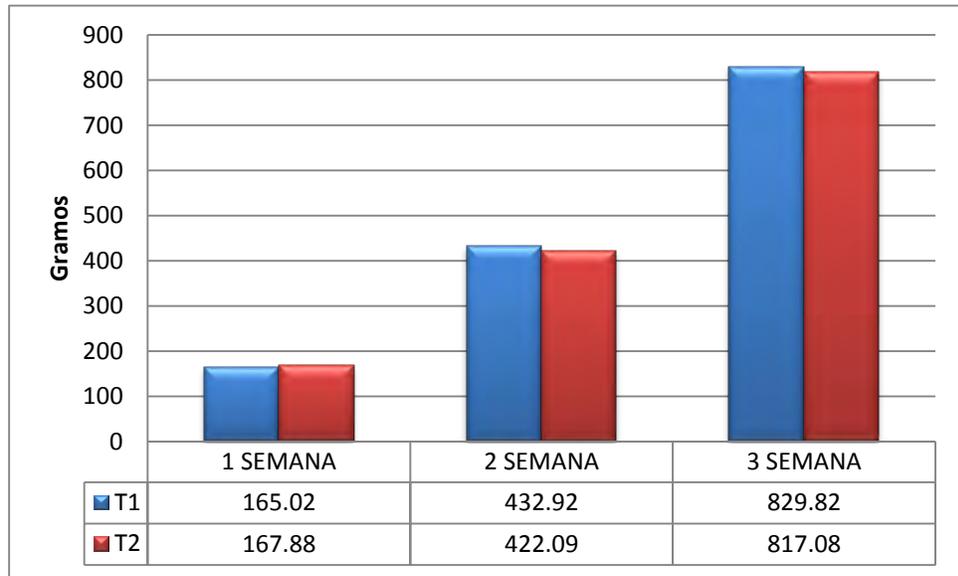


Figura 3. Ganancia de peso en pollos de engorde machos Ross 308 (1-21 días) con dietas isoproteicas.

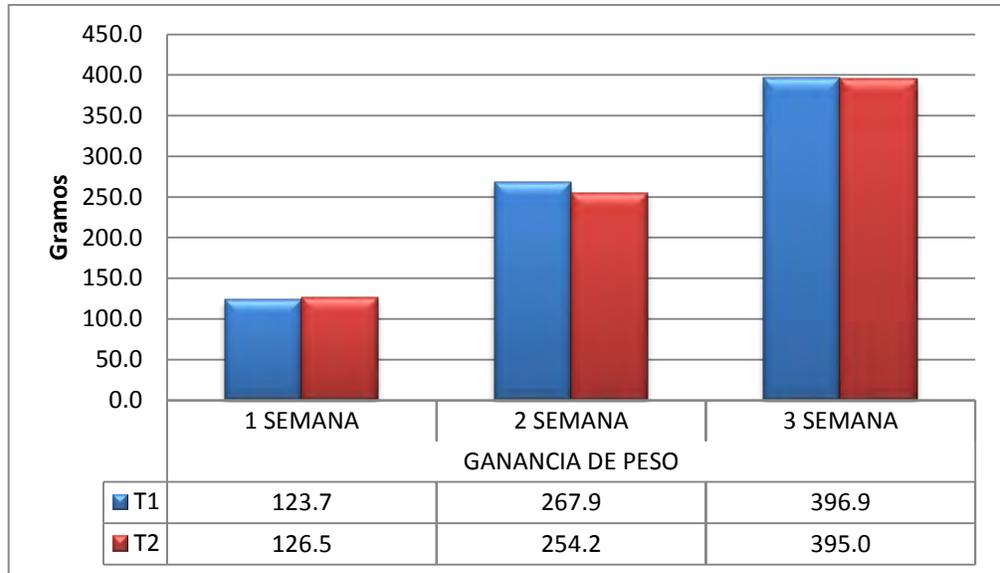


Figura 4. Conversión alimenticia en pollos de engorde machos Ross 308 (1-21 días) con dietas isoproteicas.

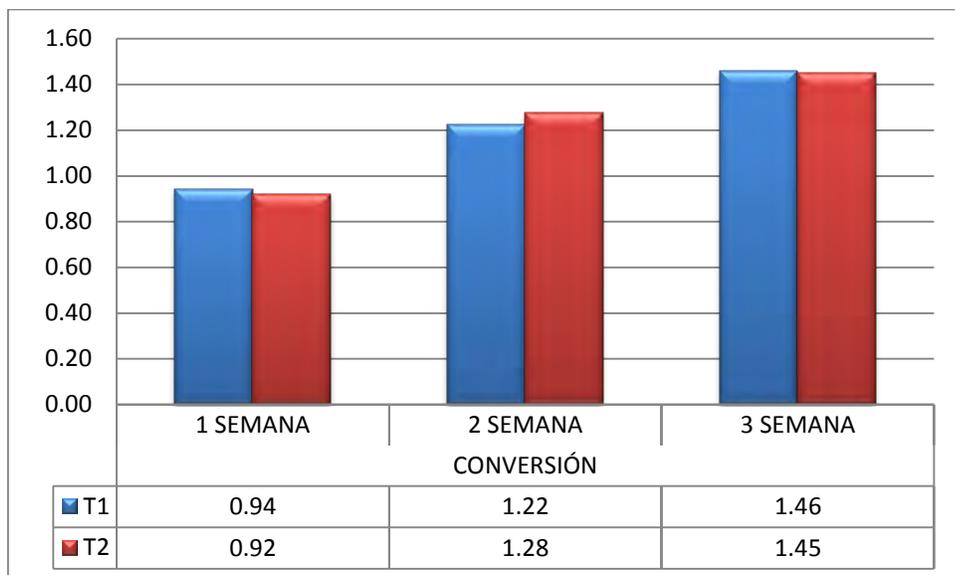


Figura 5. Consumo de alimento en pollos de engorde machos Ross 308 (1-21 días) con dietas isoproteicas.

