



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

EFFECTO DE LA DISMINUCIÓN DE PROTEÍNA Y AMINOÁCIDOS
ESENCIALES EN DIETAS SORGO + SOYA TIPO COMERCIAL
SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN PAVOS NICHOLAS
DE 4 A 12 SEMANAS DE EDAD.

TESIS
PARA OBTENER EL TÍTULO DE

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA:

CHÁVEZ VÁZQUEZ ERIC

Asesor:

MVZ. MC Elizabeth Posadas Hernández



México D.F.

2013



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 mis padres

Por ser ejemplos de perseverancia y constancia, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser lo que soy, pero sobre todo, por su amor.

A mis hermanos

Por estar siempre presentes, acompañándome y por darme la fuerza para seguir adelante.

A mis familiares

Por su comprensión, su compañía, su amor.

A mis amigos.

Que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y que hasta ahora, seguimos siendo amigos: Alan, Andres, Aide, Eric, Luis, Masha, Miguel, Ofelia y Vanessa.

A mis Profesores.

A todos aquellos que dedicaron su valioso tiempo a mi formación universitaria y fueron una motivación para la culminación de mis estudios.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por darme la oportunidad de realizar mis estudios profesionales.

Al Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola y todos lo que ahí laboran por las facilidades y colaboración para la realización de esta tesis.

A la Dra. Elizabeth Posadas Hernández, por su asesoría y confianza durante la investigación y elaboración del presente trabajo.

Al Dr. Ernesto Ávila González, por compartir sus conocimientos que fueron muy útiles.

Al Dr. Ezequiel Sánchez Ramírez por ser un ejemplo y apoyo en todo momento.

Al Dr. Manuel Ornelas y la empresa Malta Cleyton por su contribución durante el desarrollo de la investigación.

A los Doctores Alma Selene Vázquez Delgado y Jorge Miguel Iriarte por su colaboración y amistad.

A esas personas con los que compartí buenos momentos en el CEIEPAv: Carlos, David, Lazaro, Liz, Miriam, Manuel, Sarahi.

A Tatiana Candelo por todo tu apoyo, comprensión y paciencia para la realización de mi tesis. Por estar conmigo en los momentos felices pero especialmente en los difíciles.

CONTENIDO

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
<i>Nutrición en pavos</i>	5
Aminoácidos en pavos	5
<i>Glutamina</i>	6
Glutamina / Glutamato en el intestino	9
HIPÓTESIS	11
OBJETIVO	12
OBJETIVOS ESPECIFICOS	12
MATERIAL Y MÉTODOS.....	13
RESULTADOS.....	17
DISCUSIÓN	19
CONCLUSIONES	22
REFERENCIAS.....	23
CUADROS	27
FIGURAS	29

RESUMEN

Chávez Vázquez Eric. Efecto de la disminución de proteína y aminoácidos esenciales en dietas sorgo + soya tipo comercial sobre los parámetros productivos en pavos Nicholas de 4 a 12 semanas de edad (bajo la dirección de MVZ Elizabeth Posadas Hernández).

Con la finalidad de investigar el efecto de la disminución de proteína y aminoácidos esenciales en dietas sorgo + soya tipo comercial para pavos Nicholas de 4 a 12 semanas de edad, sobre los parámetros productivos, se realizó el siguiente experimento. Se utilizaron 324 pavos, de la estirpe Nicholas de 4 semanas de edad, los cuales se distribuyeron conforme a un diseño completamente al azar en 2 tratamientos con 3 repeticiones de 54 pavos cada una. Los tratamientos fueron: T1.- Dieta según las recomendaciones nutricionales de la estirpe Nicholas y T2.- Dieta con reducción del 10% de proteína y aminoácidos esenciales (lisina, metionina y treonina) y adición de 2 Kg/Ton de AminoGut^{MR} (10% de glutamina y 10% de ac.glutámico) como fuente de nitrógeno. La dieta experimental, solo comprendió la etapa de desarrollo (semana 5 a 9). En la etapa de finalización, se empleó la misma dieta sorgo + soya tipo comercial para ambos tratamientos. Los resultados del análisis estadístico, para ganancia de peso y conversión alimenticia indicaron que existió diferencia significativa ($P < 0.05$) entre tratamientos, con una mayor ganancia de peso y mejor conversión del tratamiento 1. En el caso de consumo de alimento y rendimiento en canal, el análisis no presentó diferencia significativa ($P > 0.05$) entre tratamientos. En base a los resultados obtenidos bajo las condiciones experimentales del presente estudio, se puede concluir que la disminución de 10% de proteína y aminoácidos esenciales (lisina, metionina y treonina) de acuerdo a las recomendaciones de la estirpe, afectó los parámetros productivos ganancia de peso y conversión alimenticia de pavos Nicholas de 4 a 12 semanas de edad.

INTRODUCCIÓN

SITUACIÓN ACTUAL DE LA MELEAGRICULTURA EN MÉXICO

México, es uno de los países con mayor crecimiento en su población. Su alimentación, desde el punto de vista nutritivo, no es de lo más completa debido principalmente a su bajo consumo de proteína de origen animal, que por su costo, en muchas ocasiones no se encuentra disponible. ⁽¹⁾

Los productos avícolas, tienen buena imagen como fuente de proteína de origen animal, sin olvidar otro atributo importante que es su precio accesible para la mayoría de la población de nuestro país. ⁽²⁾

Las aves crecen con más rapidez que otras especies, debido a sus características biológicas. Además, las aves comparadas con otras especies transforman los productos de origen animal y vegetal de forma más eficiente en productos de superior calidad nutritiva para el consumo humano. Esto muestra, la importancia de la avicultura para mejorar la dieta del pueblo mexicano. ⁽¹⁾

La avicultura en México juega un papel trascendental, su participación en la economía es importante. La Unión Nacional de Avicultores (UNA) ⁽³⁾ menciona que en el año 2011, la avicultura nacional representó un 63.47% de la producción pecuaria. Con un 33.8% para la industria de la carne de pollo, un 29.52% la producción de huevo y al final con solo 0.15% la producción de carne de pavo. La parvada nacional en el mismo año fue de 477,557,660 de aves, de los cuales un 56.5% fue pollo de engorda (270,174,580 aves) y solo 0.17% de pavos, es decir, 818,927 aves. ⁽³⁾

El interés económico de la explotación actual del pavo, se apoya principalmente en su rendimiento en carne y la calidad nutritiva por el bajo contenido de grasa de su carne⁴. La carne de pavo, contiene más proteína (29.3%) y por lo tanto más aminoácidos que la carne de pollo y su contenido de grasa (3.1%) y colesterol (2.3%) es inferior. ^(5,6)

A nivel mundial el principal consumidor de pavo es Estados Unidos, con un consumo per cápita anual de 7 kg, posteriormente la Unión Europea, Canadá y en cuarto lugar México con un consumo de 2 kg per cápita. ⁽³⁾ El primer productor a nivel mundial de pavo es Estados Unidos, seguido de la Unión Europea, Brasil, Canadá, Rusia y en sexto lugar México con una producción anual de 13,000 toneladas en el 2011. ⁽³⁾

Entre los híbridos comerciales, las líneas más conocidas reciben diferentes nombres, identificándose en su mayoría con el nombre de la compañía como: Nicholas blanco (USA), B.U.T. (Inglaterra), B.U.T.A. (USA), y Betina (Francia). ⁽⁶⁾ En México, la línea genética más utilizada para la producción comercial es la Nicholas. ⁽³⁾

La producción de carne de pavo en México en el periodo de 1994-2011, presentó un crecimiento acumulado del 87% alcanzando en este último año 23,780 toneladas. ⁽³⁾ En el desarrollo de la producción del mismo período, tanto la Unión Nacional de Avicultores⁽³⁾ como la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación ⁽⁷⁾ mencionan que hay dos etapas, una de crecimiento que concluye en el año 2002, en que se alcanza la mayor producción registrada y otra a partir de ese año en que la producción desciende hasta el 2010, lo que significó una disminución en la producción con una tasa media anual de crecimiento negativa de 3.6%

La moderada tasa de expansión de producción de carne de pavo, ha obedecido a dos factores fundamentales, una demanda por carne para consumo directo altamente estacional, centrado en las fiestas decembrinas y una demanda industrial por cortes específicos, que mayoritariamente es cubierta por producto de importación, debido a la amplia oferta de mercado norteamericano y los bajos precios de estos cortes. ⁽⁷⁾

En la actualidad la producción de pavo es una actividad, que continúa desarrollándose prácticamente en todo el territorio mexicano. El 90% la producción de pavo se concentra en 9 estados de la república: Yucatán 29%, Chihuahua 16%,

Estado de México 12%, Puebla 10%, Tabasco 7%, Guerrero 6%, Veracruz 5%, Hidalgo 5%.⁽³⁾

El término mediante el cual se identifica a la rama de la zootecnia dedicada a la cría y explotación de los pavos (*Melleagris g. gallopavo*) es meleagricultura, de la cual SAGARPA (2007),⁽⁷⁾ reconoce tres sistemas productivos perfectamente diferenciados por la tecnología que incorporan y por el fin central de la explotación.

El primer sistema es el de traspatio que se practica en las comunidades rurales, enfocadas principalmente al autoconsumo y carentes de técnicas de manejo y sanidad, cuenta con los pavos nativos o un mestizaje. Se desarrolla principalmente, en estados como Oaxaca y Tabasco. El segundo sistema, es el semitecnificado que es el de menor participación en la producción nacional y no cuenta con ningún tipo de integración, por lo que los insumos para la engorda se adquieren a terceros, lo que implica mayores costos de producción y una menor rentabilidad de las explotaciones. Se lleva a cabo en regiones centro, bajo y sureste del país.⁽⁷⁾ El último sistema corresponde a la producción tecnificada que emplea razas puras, generalmente importadas, cuenta con infraestructura de engorda con buenos niveles de equipamiento. Se realiza principalmente en estados como Chihuahua, Sonora y Yucatán.⁽⁸⁾

La producción de carne de pavo, al igual que el resto de la producción avícola, sustenta la alimentación de las aves en granos forrajeros y dependiendo del nivel de tecnificación alcanzado en las explotaciones, éste puede ser proporcionado solamente quebrado y acondicionado con otras materias primas, o bien, a través de alimentos balanceados. Estimaciones propias de la Coordinación General de Ganadería,⁽⁹⁾ indican que la producción de carne de pavo en México en 2005, demandó alrededor de 62,500 toneladas de granos forrajeros, principalmente maíz y sorgo, demanda que se ha incrementado a una tasa de 6.8% anual. El consumo de granos forrajeros por parte de la meleagricultura, ha representado el 0.3% de la demanda de granos por parte de las actividades pecuarias del país. Otra materia prima que se emplea en la alimentación de los pavos, principalmente a través de los alimentos balanceados son las pastas proteicas, principalmente pastas de

oleaginosas obtenidas del proceso de extracción de aceites. El consumo de esta materia prima, se estima en 20,600 toneladas al año. ⁽⁷⁾

Los costos de alimentación, representan alrededor de 75% del total en la producción animal. En el sureste de México, aproximadamente 55% de los insumos en la dieta de los pavos son importados, lo que revela una fuerte dependencia y elevado costo de alimentación; por tanto, incrementar la productividad y la eficiencia es un desafío para la producción de pavos. ⁽¹⁰⁾

NUTRICIÓN EN PAVOS

La anatomía y fisiología de los distintos órganos y tejidos, difieren entre pavos y pollos y algunas de estas diferencias deben tomarse en cuenta a la hora de formular raciones. Debido a la mayor dificultad, del pavo en relación al pollo, para adaptarse al medio ambiente durante la crianza, es necesario un programa de alimentación más minucioso con énfasis en la calidad y tamaño de migaja y en contenido de proteína, vitaminas y minerales. Las estirpes actuales de pavos comerciales se caracterizan por su amplia pechuga y alto porcentaje de masas musculares, por lo que precisan que la relación proteína: energía, sea mayor que en lo pollos durante las primeras semanas de vida. ⁽⁵⁾

- AMINOÁCIDOS EN PAVOS

Como en todas las especies domésticas las necesidades en proteína y en aminoácidos esenciales dependen de la edad; así como, de la concentración energética del alimento y el criterio utilizado para definir las necesidades (crecimiento, eficiencia alimenticia o calidad de la canal). Se estima que las necesidades en aminoácidos entre pavos y pollos son similares, aunque las necesidades de pavos son ligeramente superiores a las de los pollos en lisina y ligeramente inferiores en metionina. ⁽⁵⁾

La mayoría de los autores escoge la lisina como patrón y refieren las necesidades del resto de aminoácidos en función de ella, ya que este aminoácido es poco utilizado en los procesos de conservación e inmunidad y prácticamente solo sirve

para la formación de tejido muscular. La metionina tiene tres funciones claves en el organismo animal; donador de grupos metilos, síntesis de proteína, incluidas ciertas enzimas, y precursor de cisteína, por lo que las necesidades en cisteína y metionina se estudian de forma conjunta. La treonina es un componente importante de las enzimas y jugos digestivos; así como, de las proteínas de fase aguda importantes en situaciones de estrés, mientras que la lisina es poco importante a este particular. ^(1, 5, 11, 12)

GLUTAMINA

En las aves comerciales el rápido crecimiento que requieren para alcanzar fisiológicamente más temprano el peso corporal, considera importantes cambios en el tracto gastrointestinal (TGI) y en la microestructura de los segmentos del intestino delgado. En consecuencia, el desarrollo del TGI juega un papel crítico en el crecimiento temprano, y el crecimiento rápido del intestino es un requisito para soportar las altas y constantes tasas de crecimiento corporal. ⁽¹³⁾

La principal vía para controlar el desarrollo y función del TGI es a través de la dieta, vista no solamente como una fuente de nutrientes, sino como un regulador de los procesos fisiológicos. ^(10, 13)

Varios investigadores han tratado de ampliar el conocimiento de estos procesos de adaptación, a fin de proporcionar un mejor manejo nutricional en esta etapa crítica de la vida del ave. ^(14, 15, 16) El desarrollo de la mucosa intestinal depende tanto de factores endógenos (hormonas metabólicas como insulina, hormona del crecimiento, tiroxina y glucocorticoides) y exógenos (microflora intestinal y características físicas y químicas de los nutrientes). La adición de ciertos aminoácidos en las dietas, ha recibido mucha atención en un intento de promover el crecimiento de la mucosa intestinal. Entre estos aminoácidos, la glutamina ha sido utilizada, ya que desempeña un papel importante como fuente de energía para el desarrollo de la mucosa. ^(15, 17)

La glutamina es uno de los aminoácidos más versátiles en el metabolismo celular y en la fisiología. ⁽¹⁸⁾ Está involucrada en numerosas vías metabólicas en distintos órganos y sistemas a tasas elevadas, su utilización es esencial para su funcionamiento. Estas células y tejidos incluyen el riñón, el intestino, el hígado, neuronas específicas en el SNC, las células del sistema inmune, y las células pancreáticas β . ^(2, 19)

Tanto la Glutamina como el Ácido Glutámico, son aminoácidos que cumplen funciones primordiales en el funcionamiento normal del organismo y son altamente requeridos en las dietas en períodos de grandes exigencias como el crecimiento y desarrollo inicial de las aves, es por esto que se considera un nutriente condicionalmente esencial por ser un compuesto producido usualmente en cantidades adecuadas por síntesis endógena, pero que se requiere de forma exógena bajo determinadas circunstancias como estrés, traumatismos e infecciones, para cubrir las necesidades fisiológicas de los animales; ^(2, 17, 18); Por otra parte Alan Buchman (2001) ⁽²⁰⁾ y Guoyao, (2007) ⁽¹⁸⁾ clasifican la glutamina como aminoácido no esencial, ya que puede ser sintetizada a partir de amoníaco, ácido glutámico y glutamato por la enzima glutamato-amoniaco ligasa.

La glutamina tiene una composición característica, presenta dos grupos amino. Es el aminoácido más abundante en la sangre y en el músculo. ⁽²⁾ En el metabolismo de la glutamina en las células, se obtiene como producto inmediato glutamato, que es producido por la acción de la glutaminasa, una enzima que se encuentra en concentraciones elevadas y asociado con las mitocondrias de las células que utilizan la glutamina fácilmente. El glutamato es el aminoácido intracelular más abundante y la glutamina es el más aminoácido extracelular más abundante. ^(19, 21)

El glutamato se obtiene a partir de la aminación reductiva del α -cetoglutarato, se cataliza por la glutamato deshidrogenasa. La biosíntesis de glutamina a partir de glutamato, se cataliza por la enzima glutamina sintetasa, se fija un nitrógeno al enlace amino y otro al enlace amida. Estas reacciones se acompañan, de manera simultánea, por reacciones altamente exergónicas, en el caso de la glutamato

- (A) Participan de la síntesis de poliaminas (putrescina, espermina y espermidina), moléculas esenciales para la proliferación, diferenciación y reparación de las células intestinales.
- (B) Síntesis de nucleótidos (purinas/pirimidinas) esenciales para la proliferación de cualquier célula.
- (C) Via glutamato, la Glutamina, es importante para la síntesis de *Glutathione*, antioxidante intracelular más abundante que ayuda en el mantenimiento de la integridad intestinal.
- (D) El mucus y el complejo de ensamble que protegen el epitelio intestinal (*Mucina*) son ricos en glicoproteínas (N-acetilglucosamina, N-acetilgalactosamina) que son sintetizadas a partir de glucosamina-6-fosfato de cuya síntesis participa la Glutamina.
- (E) Estimulan la acción del receptor m-TOR, que estimula la síntesis proteica y la multiplicación celular.
- (F) Fuente de energía para la renovación de la mucosa, mediante el ATP producido a partir del ciclo de Krebs. Para ello, la glutamina se hidroliza liberando amonio (procedente del grupo amino) transformándose en glutamato. Este se transforma en α -cetoglutarato, liberando el grupo amonio del grupo amino. ⁽²⁾
- (G) Fuente de nitrógeno para la síntesis de aminoácidos no esenciales y de otros compuestos nitrogenados.

GLUTAMINA / GLUTAMATO EN EL INTESTINO.

La glutamina es cuantitativamente el combustible más importante para el tejido intestinal.

Se metaboliza a glutamato por fosfato dependiente de la glutaminasa. El glutamato sufre transaminación con piruvato generando L-alanina y 2-oxoglutarato. Este último metabolito, se oxida a continuación en el ácido tricarbóxico (TCA) generadora de malato, que, por la acción de NADP⁺ dependiente de la enzima málico, genera piruvato. El NADH y

FADH₂ generado a través de esta vía se utilizan para la donación de electrones a la cadena de transporte de electrones en las mitocondrias y por lo tanto promover la síntesis de ATP. La L-alanina producida en esta vía se exporta a la vena portal hepática para su transporte al hígado. ⁽¹⁹⁾

Villarino (2012) ⁽¹⁷⁾ reporta que al agregar Glutamina y Ácido Glutámico en dietas de pollos de engorde, ha demostrado que todas estas funciones llevan a una mejora en la estructura y funcionalidad intestinal. Los beneficios atribuidos al suplemento de dietas con estos aminoácidos son los siguientes:

- Aumenta el número y la altura de las vellosidades duodenales y la profundidad de las criptas.
- Previene la atrofia de las vellosidades intestinales.
- Principal sustrato energético para células de intensa multiplicación (enterocitos, linfocitos, macrófagos, células renales).
- Mejora la digestión y absorción de nutrientes.
- Mejora la integridad intestinal.
- Mejora la función de barrera intestinal, haciéndola más resistente a las infecciones.
- Reduce la incidencia de trastornos intestinales y morbilidad inicial.

HIPOTESIS

La inclusión de 0.2% de Aminogut (glutamina + ac. Glutámico al 10%) en dietas sorgo + soya con reducción de proteína y aminoácidos esenciales (10%) en la etapa de desarrollo para pavos de la estirpe comercial Nicholas de acuerdo a lo señalado en el manual de la estirpe, no afecta los parámetros productivos y rendimiento en canal.

OBJETIVO

Evaluar el efecto en los parámetros productivos de pavos Nicholas, alimentados con dietas sorgo + soya tipo comercial con una disminución del 10% de proteína y de los aminoácidos más limitantes (lisina, metionina y treonina).

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Evaluar la conversión alimenticia durante la etapa de desarrollo de pavos Nicholas, alimentados con dietas sorgo + soya tipo comercial con una disminución del 10% de proteína y de los aminoácidos esenciales más limitantes (lisina, metionina y treonina).
- Evaluar el rendimiento en canal de los pavos Nicholas, alimentados con dietas sorgo + soya tipo comercial con una disminución del 10% de proteína y de los aminoácidos esenciales más limitantes (lisina, metionina y treonina) y la sustitución con 0.2% de Aminogut (glutamina y ac. Glutámico al 10%).

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola (CEIEPAv) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, ubicado en la calle Salvador Díaz Mirón número 89, en la colonia Santiago Zapotitlán, delegación Tláhuac, Distrito Federal, a una altura de 2250 msnm, 19°17' latitud norte y el meridiano 99° 02' 30" longitud oeste. Bajo condiciones de clima templado subhúmedo (Cw), Enero es el mes más frío y Mayo el más caluroso, la temperatura promedio anual es de 16°C y la precipitación pluvial anual media, de 747 mm. ⁽²³⁾

Animales

Se utilizaron 324 pavos, de la estirpe Nicholas de 4 semanas de edad. Los pavos fueron distribuidos al azar, en 6 lotes de 54 animales cada uno, 3 lotes para cada uno de los tratamientos. Se alojaron en una caseta de ambiente natural con piso de cemento y cama de paja, con bebederos automáticos de campana, comederos de tolva y de canoa pequeños durante la etapa de desarrollo, para la etapa de engorda, se emplearon comederos de canoa grandes. ⁽²⁴⁾ A partir de la tercera semana de experimentación, los pavos fueron pastoreados en un área de 60m², de las 9h hasta las 13h. Las dimensiones de los lotes son de 80m² (10m x 8m), equivalente a 1.5 m²/ave. ^(25, 26)

Se emplearon 2 etapas de alimentación; el desarrollo que comprendió de la semana 5 a la 9 de edad y finalización de la semana 9 a la 12. El alimento y agua, fueron suministrado ad libitum durante todo el experimento. La dieta experimental con reducción del 10% de proteína y aminoácidos esenciales de acuerdo a las recomendaciones de la estirpe (Cuadro 1), solo comprendió la etapa de desarrollo

a la cual se administró 2kg/ton de Aminogut^{MR} (10% de glutamina y 10% de ácido glutámico) como fuente de nitrógeno. En la etapa de finalización, se empleó la misma dieta sorgo + soya tipo comercial para ambos tratamientos.

Cuadro 1. Recomendaciones nutricionales en pavos de la estirpe Nicholas.

EDAD	Semanas	5-6		7-9		10-12	
Proteína	%	25		24		21	
EM	Kcal / kg	3100		3150		3250	
AMINO ÁCIDOS		TOTAL	DIGESTIBLE	TOTAL	DIGESTIBLE	TOTAL	DIGESTIBLE
Lisina	%	1.62	1.53	1.47	1.37	1.31	1.21
Metionina	%	0.59	0.56	0.54	0.5	0.49	0.45
Met+Cist	%	1.07	1.01	0.99	0.52	0.9	0.82
Treonina	%	0.96	0.9	0.88	0.82	0.8	0.73
Triptófano	%	0.26	0.24	0.24	0.22	0.22	0.2
Arginina	%	1.67	1.57	1.51	1.4	1.35	1.25
Valina	%	1.1	1.04	1.01	0.94	0.92	0.85
Isoleucina	%	0.99	0.93	0.91	0.85	0.81	0.75
MINERALES							
Calcio	%		1.38		1.24		1.14
Fósforo	%		0.69		0.62		0.57
Fósforo no fítico	%		0.68		0.63		0.58
Sodio	%		0.17		0.16		0.16
Cloro	%		0.2		0.19		0.19
Ácido Linoléico	%		1.2		1.1		1

Fuente: Aviagen, 2010. ⁽²⁷⁾

Tratamientos

Se emplearon 2 tratamientos con 3 repeticiones cada uno; las aves, se asignaron de manera aleatoria en los tratamientos de la siguiente manera:

- Tratamiento 1. Dieta según las recomendaciones nutricionales de la estirpe Nicholas.
- Tratamiento 2. Dieta con reducción del 10% de proteína y aminoácidos esenciales (lisina, metionina y treonina) y adición de 2 Kg/Ton de AminoGut^{MR} (10% de glutamina y 10% de ac.glutámico) en la etapa de desarrollo como fuente de nitrógeno.

Manejo

Se vacunó de acuerdo al calendario establecido por el CEIEPAv contra las enfermedades de Newcastle, Influenza aviar, Viruela aviar y Cólera aviar.

Durante el estudio, se llevaron registros semanales de ganancia de peso, conversión alimenticia y mortalidad. Al finalizar el estudio, se obtuvo rendimiento en canal tomando una muestra representativa de 10 pavos por réplica.

El sacrificio se realizó de manera artesanal: Se empleó insensibilización eléctrica colocando electrodos en cloaca y en el apéndice nasal ⁽²⁸⁾. Los pavos fueron colocados en embudos boca abajo para realizar el sacrificio cortando yugular y produciendo la muerte por anoxia cerebral ⁽²⁹⁾; el desangrado duró 3 minutos, para evitar formación de coágulos y garantizar el correcto desangrado. Posteriormente se realizó el escaldado a una temperatura de 65°C durante 25 segundos, seguido del desplume manual del ave. A continuación se realizó el eviscerado, corte de patas y corte cabeza. Después de este proceso la canal fue lavada y pesada individualmente con el objetivo de determinar rendimiento en canal.

Los datos de las variables ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y rendimiento en canal fueron sometidos a un análisis de varianza y comparados mediante pruebas de T de Student a un nivel de significancia de 5%, para lo cual se empleo el programa estadístico MENU. ⁽³⁰⁾

RESULTADOS

Los resultados obtenidos en las primeras 4 semanas (5-9 de edad) de experimentación para ganancia de peso (Cuadro 2), se pueden apreciar en la Figura 3. Los resultados del análisis estadístico, indicaron que existió diferencia significativa ($P < 0.05$) entre tratamientos, con una mayor ganancia de peso de 412g en los pavos alimentados de acuerdo a las recomendaciones de la estirpe, con respecto a los pavos que tenían restricción de proteína y aminoácidos y adición de Aminogut.

En el caso de consumo de alimento, el análisis no presentó entre tratamientos diferencia significativa ($P > 0.05$) (Cuadro 2). Se puede apreciar que no existió efecto a la disminución de proteína y aminoácidos en la dieta, presentándose un mayor consumo numérico de 50g en los pavos alimentados de acuerdo a las recomendaciones de la estirpe, tal como se puede apreciar en la Figura 4.

En cuanto a la variable índice de conversión (Cuadro 2), hubo diferencia significativa ($P < 0.05$) entre tratamientos. La conversión alimenticia fue mejor de 1.47 en pavos alimentados según las recomendaciones comparados con los pavos, que tenían restricción de proteína y aminoácidos con adición de Aminogut con una conversión de 1.60 tal como se observa en la Figura 5.

El análisis estadístico de la semana 5 a 12 de edad mostró diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos (Cuadro 3) para las variables ganancia de peso y conversión alimenticia como se muestra en las Figuras 6 y 8 respectivamente.

Las variables rendimiento de canal y consumo de alimento (Cuadro 3), para las semanas 5-12 de edad no mostraron diferencia significativa ($P < 0.05$) entre tratamientos. Para consumo de alimento (Figura 7), se observó que numéricamente fue inferior en las aves que recibieron las dietas bajas en nutrientes. El valor de la variable rendimiento en canal fue de 74.20% para los

pavos alimentados según las recomendaciones de la estirpe y de 72% para los pavos con disminución de aminoácidos y sustitución con Aminogut, tal como se muestra en la figura 9.

La mortalidad fue muy baja durante el estudio, fue de 3.1% (5 pavos) para el tratamiento 1 y de 3.1 (5 pavos) para el tratamiento 2.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos para ganancia de peso y conversión alimenticia de la semana 5 a 9 fueron diferentes estadísticamente para la disminución de proteína y aminoácidos esenciales, similares a los obtenidos por Waibel et al. 2000, ⁽³¹⁾ quienes encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) a la disminución de proteína de la semana 8 a la 12 en pavos machos B.U.T Big 6; los pavos alimentados con el control (100% requerimientos del NRC) o el 85% de proteína cruda con o sin suplementación de Treonina, Valina e Isoleucina pesaban lo mismo, mientras que los pavos alimentados con el 70% de proteína cruda mostraron una significativa reducción en el peso (8.11kg, 8.10kg y 7.12kg respectivamente). Al igual que la ganancia de peso, la variable conversión alimenticia tuvo el mismo comportamiento (2.35, 2.39 y 2.66 respectivamente).

En el experimento realizado en el año 1980 por Wesley et al. ⁽³²⁾ se evaluaron pavos Nicholas de la semana 0 a la 28 de edad, alimentados con dietas maíz-soya para determinar el efecto de la reducción en un 10% de proteína y aminoácidos (Lisina, Metionina y Metionina+cisteína) de acuerdo a los requerimientos del NRC; obteniendo diferencia significativa para la variable peso vivo a la semana 14 de edad en machos, teniendo mejor peso el tratamiento control comparado con el tratamiento con reducción del 10% de proteína y aminoácidos (8.292 kg vs 7.608 kg); de igual manera en hembras encontraron diferencia significativa en peso vivo a la semana 18 de edad (7.594 vs 6.932). Para la variable conversión alimenticia, obtuvieron diferencia significativa en el grupo de las hembras a la semana 18 de edad, presentando mejor conversión el tratamiento control con respecto al tratamiento con reducción del 10% en proteína y aminoácidos. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en el presente estudio para las variables ganancia de peso y conversión alimenticia, donde el control obtuvo mejor rendimiento en ambas variables a la semana 12 de edad (6.681kg vs 5.863kg y 2.14 vs 2.29 respectivamente).

Por otra parte Lemme et al. 2004, ⁽³³⁾ evidenciaron en la investigación realizada en pavos B.U.T. Big 6, que al tener disminución del 10% y 20% de proteína de la dieta pero con equilibrio de aminoácidos Lisina, Metiotina+Cisteina, Treonina y Triptófano, no existieron diferencias significativas para las variables ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia con disminuciones del 10% de proteína pero si con disminución del 20%. Estos resultados no concuerdan con los obtenidos en el presente estudio, durante las semanas 5 a 9 y 5 a 12 de edad, ya que, con disminución de 10% de proteína y aminoácidos esenciales se obtuvieron diferencias ($P < 0.05$) en las variables ganancia de peso y conversión alimenticia.

Otro estudio realizado por Waibel et al. 2000 ⁽¹²⁾, determinaron la importancia de la Treonina en la alimentación de pavos machos B.U.T. Big 6, a la semana 12 no encontraron diferencia significativa en peso entre pavos alimentados con 100% los requerimientos de proteína según el NRC y los alimentados con dietas del 92.2% y 85% de proteína (según requerimientos NRC) + Treonina. En el mismo estudio, se probó una dieta baja en proteína 77.5% (según requerimientos NRC) con equilibrio en los aminoácidos (treonina, triptófano, lisina, metionina, cistina, valina, isoleucina y arginina) y suplementación con glutamina, los valores obtenidos presentaron diferencia significativa para la variable peso a la semana 12 de edad. Estos resultados confirman, lo ocurrido en el presente experimento, ya que, al disminuir proteína y aminoácidos en un 10%, la suplementación con L-glutamina y ácido glutámico no es suficiente para compensar la disminución de aminoácidos esenciales (Lisina, Metionina y Treonina).

Un estudio realizado por Miguel et al. 2007, ⁽²⁾ en pollos de engorda de la estirpe Cobb de 1 a 49 días de edad, alimentados con dietas sorgo – soya con adiciones de 0.2, 0.4, 0.6 y 0.8% de Glutamina y Ácido Glutámico obtuvieron diferencias significativas para las variables ganancia de peso y conversión alimenticia, siendo la que obtuvo mejores resultados la adición de 0.2% (para ganancia de peso 3310.3kg; 3160.6kg; 3149.0kg; 3177.0kg respectivamente y conversión alimenticia 1.75, 1.80, 1.80 y 1.79 respectivamente). Para la variable consumo de alimento no

se presentó diferencia significativa. Cabe señalar que los resultados obtenidos en el presente estudio coinciden en parte con los señalados por dichos autores en el consumo de alimento, donde no se observó diferencia significativa para pavos con disminución de aminoácidos y suplementación del 0.2% de glutamina y ácido glutámico.

En el estudio realizado por Avellaneda et al. 2008, ⁽¹³⁾ en pollos de engorda de la estirpe Cobb se evaluaron 3 niveles de inclusión de Aminogut[®] (0.5, 1 y 1.5 %) con dos fases de alimentación, preinicio (0-7 días) e iniciación (8-24 días de edad). En el intervalo de 8 a 14 días de edad, los pollos de engorde suplementados con 1,5% de Aminogut[®] consumieron significativamente menos alimento (50.2 g/d) que los grupos suplementados con 0,5 y 1,0% (51.2 y 51.1 respectivamente). El consumo de alimento de las aves no mostró un efecto definido de la inclusión de Aminogut[®] ya que los pollos del grupo control y del nivel extremo de inclusión (1,5%) registraron menor consumo de alimento frente a los otros grupos experimentales. El efecto de los niveles 0,5% y 1,0% de inclusión de Aminogut[®] aumentó el consumo, con respecto al control, puede estar asociado al papel del glutamato como neurotransmisor ya que, aunque no se ha esclarecido totalmente el mecanismo, regula la actividad del nervio vago a nivel de la mucosa gástrica, y puede tener una influencia directa sobre el control de la función digestiva (Aminogut en pollos de engorda). La glutamina y el ácido glutámico tienen diferentes papeles metabólicos durante el desarrollo, entre los que destacan su papel como sustrato energético, para la rápida proliferación de enterocitos y como fuente de nitrógeno para la síntesis de nucleótidos y como reguladores de la demanda metabólica incrementando la síntesis y disminuyendo la degradación de proteína, en el músculo esquelético de pollos de engorde jóvenes. ⁽¹³⁾ Además, Yoo et al. (1997) ⁽³⁴⁾ mostraron que la suplementación con glutamina mantuvo la concentración intramuscular de este aminoácido, lo que evitaría el catabolismo de otros aminoácidos a nivel de diferentes tejidos.

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos bajo las condiciones experimentales del presente estudio, se puede concluir que:

- La disminución de 10% de proteína y aminoácidos esenciales (lisina, metionina y treonina) de acuerdo a las recomendaciones de la estirpe, alimentados con dietas sorgo + soya tipo comercial afectó los parámetros productivos ganancia de peso y conversión alimenticia de pavos Nicholas de 4 a 12 semanas de edad.
- La disminución de proteína y aminoácidos esenciales (lisina, metionina y treonina) de acuerdo a las recomendaciones de la estirpe, alimentados con dietas sorgo + soya tipo comercial, adicionada con 0.2% de glutamina y ácido glutámico no afectó el consumo de alimento y el rendimiento en canal en pavos Nicholas de 4 a 12 semanas de edad.
- Se sugiere realizar más estudios con diferentes niveles de adición de glutamina y ácido glutámico en la etapa de iniciación (de 0 a 4 semanas de edad) para evaluar su efecto sobre parámetros productivos y el desarrollo del tracto gastrointestinal de pavos Nicholas.

REFERENCIAS

1. CUCA M, ÁVILA E. Fuentes de energía y proteína para la alimentación de las aves. *Ciencia veterinaria* 1978; 2: 326-352.
2. MIGUEL J, CORTES A, MARTINEZ A y ÁVILA E. Evaluación de diferentes niveles de inclusión de glutamina en dietas para pollos de engorda [Tesis de Licenciatura]. México: Universidad Nacional Autónoma de México; 2007.
3. Unión Nacional de Avicultores (UNA). Compendio de indicadores económicos del sector Avícola. México: UNA; 2012.
4. LÓPEZ R, MOTERRUBIO T, CANO H, CHASSIN O, AGUILERA U, ZAVALA M. Caracterización de sistemas de producción de guajolote (*Melegris gallopavo gallopavo*) de traspatio en las regiones fisiográficas del estado de Michoacán, México. *Tec pecu Méx* 2008; 46(3): 303-316.
5. LÁZARO R, MATEOS G, LATORRE M. Nutrición y alimentación de pavos de engorde. XVIII Curso de especialización FEDNA; 2002 Nov 4-5; Barcelona, España.
6. Fundación de desarrollo agropecuario FDA, INC. Producción de pavos. Guía técnica 1997. Número 4. p 1-3
7. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación SAGARPA. Situación actual y perspectiva de la producción de carne de guajolote (pavo) en México (2006). *Claridades Agropecuarias* 2007; (161): 3-37.
8. ALBINO E, MIRANDA M. Efecto del sistema de crianza (Confinamiento vs Semiconfinamiento) sobre la fisiología digestiva y el rendimiento en canal del

pavo común mexicano [Tesis de Licenciatura]. Morelia: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; 2006.

9. Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial. Monografía del guajolote o pavo. México: Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial; Dic 2010.
10. POOL A, SANTOS R, CARVAJAL M, MEDRANO G, SEGURA J. Efecto del nivel de clorhidrato de ractopamina y proteína en la dieta sobre el desempeño productivo y rendimiento en canal de pavos comerciales. *Vet Méx* 2009; 40 (3): 247-254.
11. LEESON S, SUMMERS JD. *Commercial poultry nutrition*. 3rd ed. Guelph, Ontario Canada: University Books, 2005.
12. WAIBEL P, CARLSON C, BRANNON J, NOLL S. Limiting amino acids after Methionine and Lysine with growing Turkeys fed low-protein diets. *Poultry Science* 2000; 79:1290–1298
13. AVELLANEDA Y, HERNANDEZ J, ARIZA C, AFANADOR T. Efecto de la suplementación de L-Glutamina y L-Glutamato (Aminogut[®]) sobre el crecimiento temprano de pollos de engorde. *Rev. Med Vet. Zoot* 2008; 55: 77-90.
14. MURAKAMI A, SAKAMOTO M. Supplementation of glutamine and vitamin E on the morphometry of the intestinal mucosa in broiler chickens. *Poultry science* 2007; 86: 488-495.
15. MAIORKA A, SILVA A, SANTIN E, BORGES S, BOLELI I, MACARI M. influencia de la suplementación de glutamina en el rendimiento y el desarrollo de las criptas y vellosidades del intestino delgado de pollos.
16. YI F, ALLEE G, KNIGHT C, DIBNER J. Impact of Glutamine and Oasis hatchling supplement on growth performance, small intestinal morphology, and

immune response of broilers vaccinated and challenged with *Eimeria maxima*. Poultry Science 2005; 84: 283–293.

17. VILLARINO N, MELO J. Utilización de aminoácidos condicionalmente esenciales en dietas iniciales de aves: Glutamina y Ácido glutámico. Argentina: Ergormix; 2012.
18. Ajinomoto. Aminogut®: Ciencia y practica en la nutrición de lechones: Funciones importantes de la Glutamina en la nutrición y en la producción animal. Pork world; 2007. Nov-Dic. p 7-9.
19. NEWSHOLME P, LIMA M, PROCOPIO J, PITÓN CURI T, DOI S, BAZOTTE R, CURI R. Glutamina y glutamato en forma de metabolitos vitales. Braz J Med Biol. Res 2003; 36 (2): 153-163.
20. BUCHMAN A. Glutamine: commercially essential or conditionally essential? A critical appraisal of the human data. Am J Clin Nutr 2001; 74 (1): 25-32
21. WATFORD M. Glutamate and Glutamine: ¿Nonessential or essential amino acids?. En: CLANA 2012, V Congreso del Colegio Latinoamericano de Nutrición Animal - I Expo Latinoamericana Industrial y Tecnológica en Nutrición Animal. Puerto Vallarta, Jalisco México. 23-26 de octubre de 2012.
22. MURRAY R, MAYES P, GRANNER D, RODWELL V. Bioquímica de Harper. 15ª edición. Manual moderno; 2001.
23. INEGI. Tláhuac: Cuaderno de información básica delegacional. INEGI, México 1992.
24. QUINTANA JA. Avitecnia: Manejo de las aves domesticas más comunes. 4ª edición. México. Editorial Trillas; 2011. p 358-367
25. CANTARO H, SANCHEZ J, SEPÚLVEDA P. Cría y engorde de pavos. Argentina. Ediciones Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

26. HERNANDEZ M. Manual técnico para la producción de pavos de engorda, bajo sistema intensivo [Tesis de Licenciatura]. Puebla: Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla; 1998.
27. Feeding Recommendations for Commercial Stock. Aviagen Turkeys Inc, USA, 2010.
28. Food and Agriculture Organization of the United Nations Regional Office for Asia and the Pacific FAO. Directrices para el Manejo, Transporte y Sacrificio Humanitario del Ganado; 2001.
29. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-033-ZOO-1995, sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres. (Diario Oficial Secretaria de Agricultura, Ganaderia y Desarrollo Rural 16-07-1997).
30. OLIVARES SE. Paquete estadístico de diseños experimentales FAUANL. 1994. versión 2.5. Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Nuevo León.
31. WAIBEL P, CARLSON C, BRANNON J, NOLL S. Identification of limiting Amino Acids in Methionine and Lysine-Supplemented Low-Protein Diets for Turkeys. Poultry Science 2000; 79:1299–1305
32. WESLEY R, ADAMS R, STADELMAN. Effects of Amino Acid restriction and age on weights and meat yields of Turkeys. Poultry Science 1981; 60: 1422-1428.
33. LEMME A, FRACKENPOHL U, PETRI A, MEYER H. Response of Male BUT Big 6 Turkeys to varying Amino Acid feeding programs. Poultry Science 2006; 85: 652-660.
34. YOO S, FIELD C, McBURNEY M. Glutamine supplementation maintains intramuscular glutamine concentrations and normalizae lymphocyte function in the infected early weaned pigs. J Nutr 1997; 127: 2253-59.

CUADROS

Cuadro 2. Resultado promedio de las variables productivas de 5-9 semanas de edad en pavos Nicholas.

Tratamientos	Ganancia de peso (g)*	Consumo de alimento (g)	Conversión (kg/kg)
1	4282 ^a	6265 ^a	1.47 ^a
2	3871 ^b	6215 ^a	1.60 ^b

Valores con distinta letra son diferentes ($P < 0.05$).

*Peso promedio inicial de hembras y machos 1185 g

Cuadro 3. Resultados promedio de las variables productivas de 5-12 semanas de edad en pavos Nicholas.

Tratamientos	Ganancia de peso (g)	Consumo de alimento (g)	Conversión (kg/kg)	Mortalidad (%)	Rendimiento en canal (%)
1	6681 ^a	14321 ^a	2.14 ^a	3.1	74.2
2	5863 ^b	13685 ^a	2.29 ^b	3.1	72.0

Valores con distinta letra son diferentes (P<0.05).

FIGURAS.

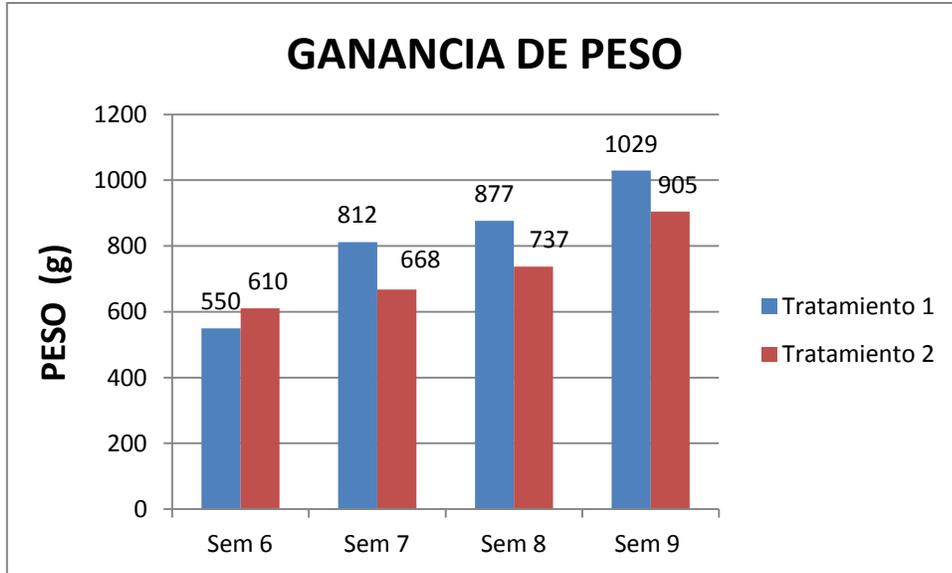


Figura 3. Datos de ganancia de peso de la semana 5-9 de edad en pavos Nicholas con y sin disminución de proteína y aminoácidos.

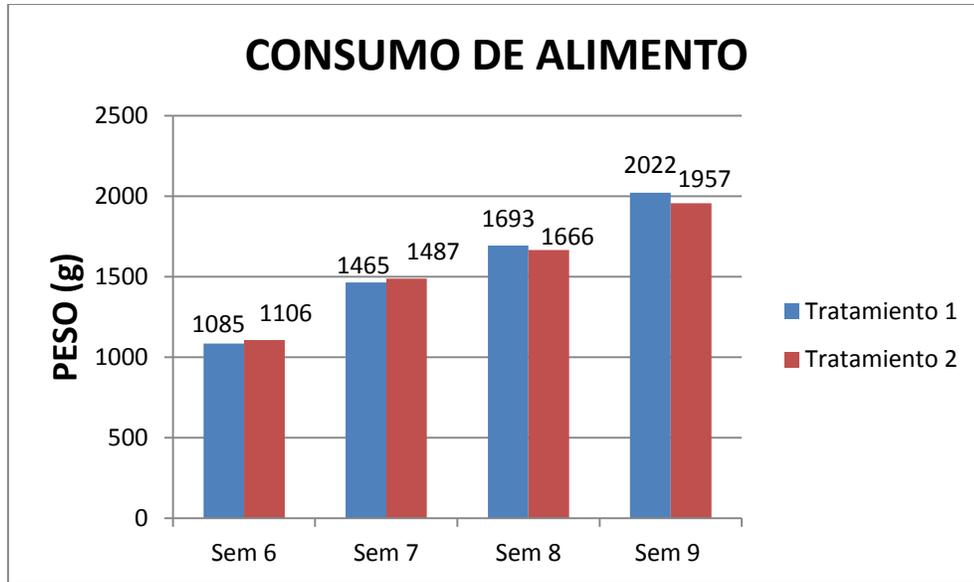


Figura 4. Consumo de alimento de la semana 5-9 de edad en pavos Nicholas con y sin disminución de proteína y aminoácidos

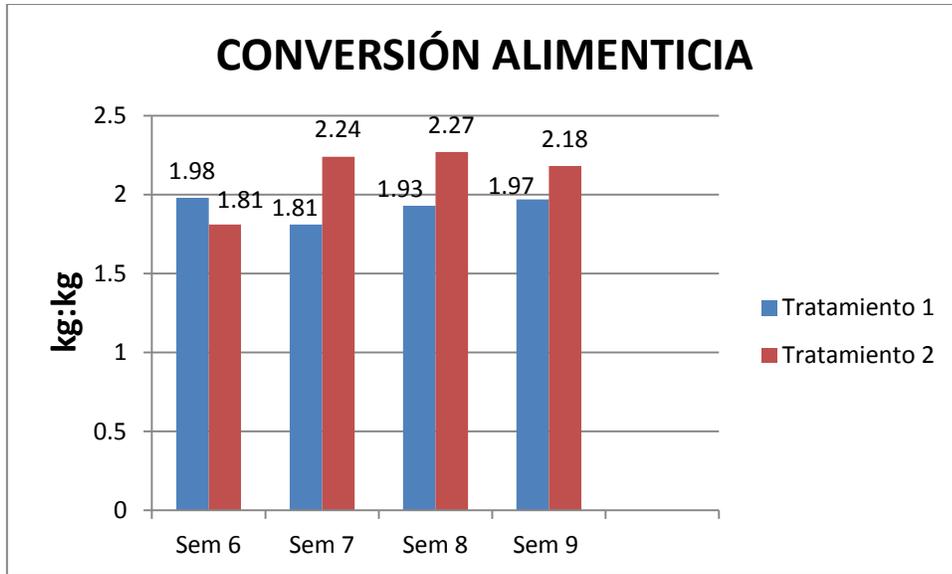


Figura 5. Conversión alimenticia de la semana 5-9 de edad en pavos Nicholas con y sin disminución de proteína y aminoácidos.

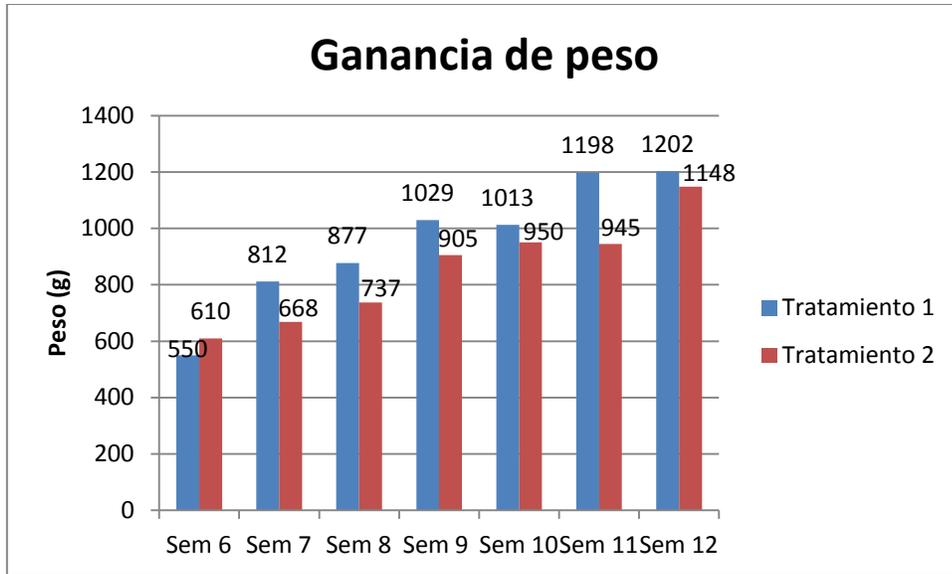


Figura 6. Ganancia de peso de la semana 5-12 de edad en pavos Nicholas con y sin disminución de proteína y aminoácidos.

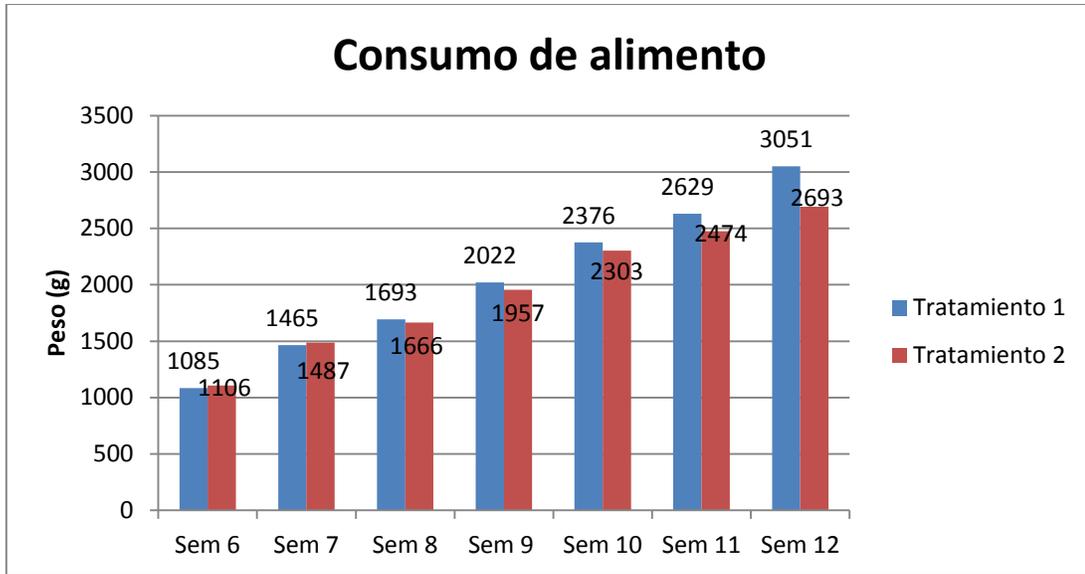


Figura 7. Consumo de alimento de la semana 5-12 de edad en pavos Nicholas con y sin disminución de proteína y aminoácidos.

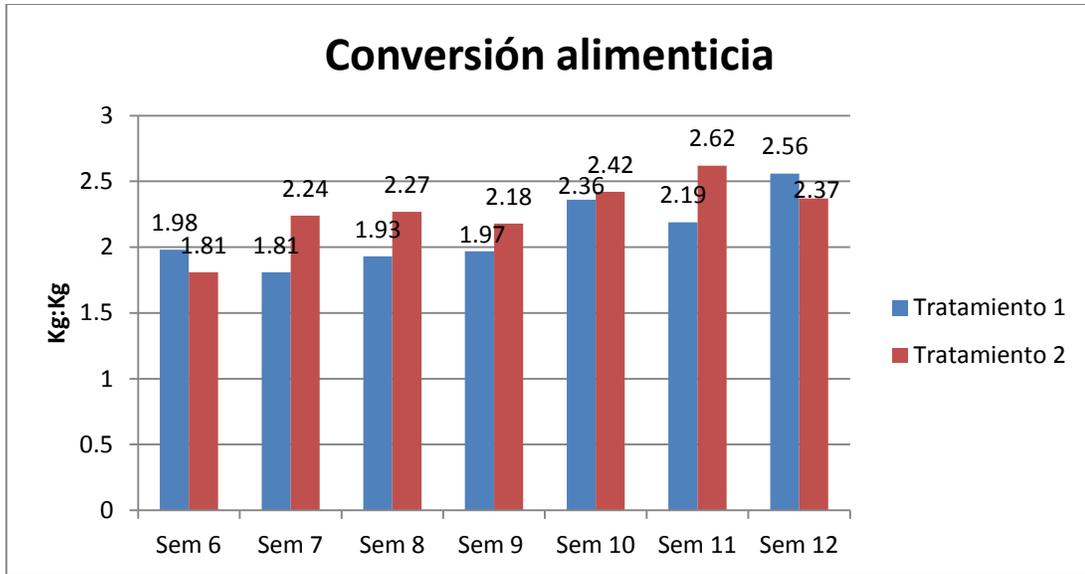


Figura 8. Datos de conversión alimenticia de la semana 5-12 de edad en pavos Nicholas con y sin disminución de proteína y aminoácidos.

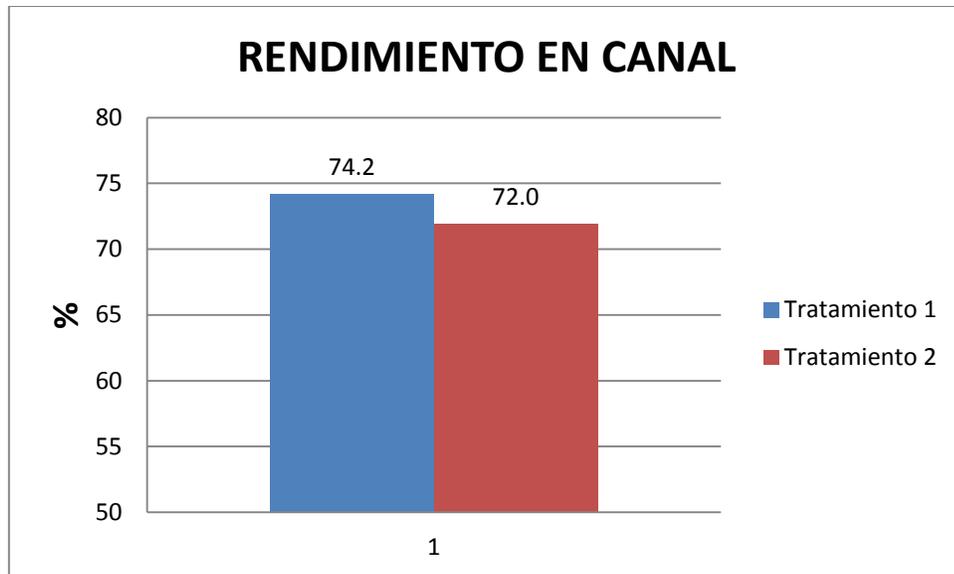


Figura 9. Resultados de rendimiento de canal de la semana 5-12 de edad en pavos Nicholas con y sin disminución de proteína y aminoácidos.