



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

EVALUACIÓN DE LA ADICIÓN DE DIFERENTES NIVELES
DE GLUTAMINA EN DIETAS SORGO- SOYA PARA PÓLLOS
DE ENGORDA

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A

JORGE MIGUEL IRIARTE

ASESORES: MVZ. MC. ARTURO CORTÉS CUEVAS

MVZ. MSc. ERNESTO ÁVILA GONZÁLEZ



México, D.F.

FEBRERO 2009



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 madre Lucía Guadalupe Iriarte Meza que me dio la vida. Y a mi abuelita Honoria Meza, Que con sus esfuerzos y sacrificios lucharon para poder sacar adelante una de mis metas en la vida, la cual de no ser por ustedes no hubiera sido posible realizar. Por confiar en mí y apoyarme en mis decisiones. Sobre todo gracias por brindarme su infinito amor día a día. LAS AMO

A mis Hermanos Bernardo y Julio Cesar, por todo lo q vivimos y lo mucho me han enseñado de esta vida, saben que los quiero.

A mi tío Rodolfo Iriarte Meza (q.e.p.d). Por enseñarme a luchar por lo que quiero y nunca darme por vencido, por el amor q me dio en el tiempo que estuvo a mi lado. Se que donde esta, me sigue cuidando.

A Carlos Gutiérrez Martínez (q.e.p.d). Quien fue un ejemplo a seguir y gracias a el, nació en mi el gusto por la Medicina Veterinaria y Zootecnia.

A Juana Margarita Pimentel García (q.e.p.d). Que siempre me alentó a seguir adelante y defender mis ideales. Pero sobre todo por su amistad y cariño.

A Alma Selene Vázquez Delgado, quien en estos años que llevo de conocerla, ha demostrado ser una persona maravillosa, quien me ha brindado su apoyo en los momentos difíciles, me ha escuchado, aconsejado. Logró regresarme la felicidad y alegría, al permitirme pasar momentos maravillosos junto a ella, eres una persona importante en mi vida, Muchas Gracias. TE QUIERO MUCHO.

A mis amigos del CCH-SUR, los cuales siempre me apoyaron y alentaron para que siguiera adelante y son parte muy especial de mí: Julieta, Analy, Geovana, Daniel, Monse, Rosario, Michelle.

A mis Hermanos de la FMVZ, con los cuales compartí muchas cosas, tanto alegres como tristes, pero siempre saliendo adelante, nunca olviden que los quiero: Salvador, Toñito, Valerie, Paula, Dianita, Otilio, Javier y Norma.

A mis compañeros y amigos del C.E.I.E.P.Av. Quienes directa o indirectamente me ayudaron en mi tesis, antes y durante la realización de la misma, apoyaron, aconsejaron y brindaron su amistad: Alexis, Alfredo, Badhí, César, Flor, Gerardo, Isaías, José Luís, Mari, Miguel y Selene.

A Todos los que me han apoyado en mi vida, por mi mala memoria omití sus nombres, de ante mano muchas gracias por creer en mí.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México. Por permitirme ser parte de su gloriosa historia

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. De la cual es un orgullo formar parte, por la oportunidad que me dio de crecer como estudiante y sobre todo como persona.

Al Dr. Ernesto Ávila, quien es un ejemplo a seguir para toda persona que lo conoce, no solo por sus éxitos profesionales, si no por su calidad humana, siendo un orgullo trabajar con él. Gracias

Al Dr. Arturo Cortés, por sus consejos, buen humor y ayuda en el tiempo que llevo de conocerlo, gracias a él, nació mi gusto por la avicultura, cuando fue mi profesor.

A los sinodales de mi tesis, quienes sus comentarios y consejos fueron muy importantes para la realización de este trabajo.

Al C.E.I.E.P.Av, en el cual encontré a gente muy valiosa, que estimo y respeto, no solo en el lado académico, si no en lo personal, por lo que sé que siempre contaré con los Doctores: Benjamín, Elizabeth, Ezequiel, Jaime, Pilar y Tomas. Gracias por todo.

Al Dr. Carlos Gutiérrez Olvera, al cual tengo el gusto de conocer desde hace mas de 15 años, y siempre me ha brindado su apoyo y amistad. MUCHAS GRACIAS

A la Dra. Hilda, por su apoyo y comprensión durante la realización del experimento, pero sobre todo gracias por sus consejos.

Al Dr. Carlos Martínez, de la empresa Ajinomoto Biolatina S.A. por financiar mi experimento de tesis y por ayudarme a resolver mis dudas.

A los profesores que tuve durante la carrera los cuales ayudaron en mi formación.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
HIPÓTESIS.....	11
OBJETIVOS.....	12
MATERIAL Y MÉTODOS.....	13
RESULTADOS.....	16
DISCUSIÓN.....	18
CONCLUSIONES.....	20
LITERATURA CITADA.....	21
CUADROS.....	24
FIGURAS.....	28

RESUMEN

MIGUEL IRIARTE JORGE, Evaluación de la adición de diferentes niveles de glutamina en dietas sorgo-soya para pollos de engorda (bajo la dirección de M.C. Arturo Cortes Cuevas y MSc. Ernesto Avila González)

Con la finalidad de investigar el efecto de la adición de diferentes niveles de inclusión de glutamina, aminoácido cuya síntesis puede ser insuficiente bajo condiciones de estrés (Aminogut^{MR} 10% de glutamina), en dietas de iniciación para pollo de engorda sorgo + pasta de soya, sobre el comportamiento productivo a los 49 días de edad, se realizó un experimento. Se utilizaron 1200 pollos de la estirpe Cobb 500 de 1 día de edad, los cuales se distribuyeron conforme a un diseño completamente al azar en 5 tratamientos con 6 repeticiones de 40 pollos cada una. Los tratamientos fueron: T1.- Dieta testigo sorgo + pasta de soya, T2.- Como T1+ 200g de glutamina/ton, T3.- Como T1+ 400g de glutamina/ton, T4.- Como T1+ 600g de glutamina/ton y T5.- Como T1+ 800g de glutamina/ton en las primeras 3 semanas de edad (21 días). Posteriormente, todos los pollos recibieron la misma dieta sorgo-soya en la etapa de finalización (22-49 días). Los resultados obtenidos en 49 días, para ganancia de peso y conversión alimenticia indicaron diferencia ($P < 0.05$) entre tratamientos, con una mayor ganancia de peso y mejor conversión alimenticia del tratamiento 2 respecto a los tratamientos 1, 3, 4 y 5. Para consumo de alimento y porcentaje de mortalidad, no hubo diferencia ($P < 0.05$) entre tratamientos. En base a los resultados obtenidos en el presente estudio se puede concluir, que la adición de 200g de glutamina/ton durante las primeras 3 semanas de vida, tuvo un efecto promotor del crecimiento en pollos de engorda.

INTRODUCCIÓN:

Desafortunadamente para México y de manera particular para la industria avícola mexicana, cada día toma más fuerza la política mundial de contar con una fuente de energía diferente a la del petróleo, esto es, los biocombustibles.

Lo anterior, ha encarecido de manera dramática los costos de producción de todos los productos pecuarios con la consecuente inflación que esto tendrá en el público consumidor. La dependencia de las importaciones de granos forrajeros de nuestra industria pecuaria es muy importante y seguramente tendrá efectos en el capital de trabajo de las empresas. Afortunadamente los productos avícolas, en particular el huevo y pollo, tienen una muy buena imagen como fuente de proteína de origen animal, sin olvidar otro atributo muy importante que es su precio muy accesible para la población de nuestro país.¹

La avicultura en México juega un papel trascendental, su participación en la economía es importante. En el periodo de 1994 a 2007 ha aumentado a un ritmo de crecimiento anual de 5.2% y la producción de huevo a un ritmo anual de 3.5%. La carne de pollo es preferida en nuestro país por su calidad, fresca y por ser accesible (mayor punto de venta, mejor precio). Su consumo, se ha incrementado en un 61% al pasar de 15.8 Kg en 1994 a 25.4 Kg en el 2007 y se espera un crecimiento de 3% para el 2008.¹

En este mismo período (1994-2007), el consumo de alimentos balanceados para aves creció a un ritmo anual de 3.4%. La avicultura participó con un Producto Interno Bruto (PIB) total en el 2007 de 0.73%, en el PIB agropecuario fue de 15.672% y en el PIB pecuario fue 34.98%. En cuanto a millones de

toneladas producidas de los productos pecuarios, se produjeron 2. 28 de huevo, pollo 2. 68 y de pavo 15 millones; lo que significa el 63.24 % de la producción pecuaria del año 2007. Por esto, cada día es necesario buscar alternativas que beneficien y fortalezcan la avicultura mexicana, debido a que en 2008 entró en vigor la apertura de fronteras con Estados Unidos y Canadá, en la cual estos países no pagarán arancel en el caso de la importación de pierna y muslo procedente de dichos países. Por otra parte, existe un tema que preocupa a esta actividad y tiene que ver con el alza en los precios de los granos forrajeros.¹

La avicultura, es una actividad altamente consumidora de alimentos balanceados, siendo los granos forrajeros la base de la alimentación. Tan sólo durante el 2007, esta industria consumió 13.5 millones de toneladas de alimento balanceada de los cuales 8.5 son granos forrajeros (maíz y sorgo), 2.7 corresponden a pastas oleaginosas y 2.3 millones de toneladas de otros ingredientes. El alto costo en los precios de los granos, generará un impacto negativo en los costos de producción que afectaría la competitividad de los avicultores mexicanos.¹

Los alimentos balanceados para pollos contienen cereales, pasta de soya, harina de pescado, harina de carne, aceite o grasa, vitaminas y minerales. Los cuales proporcionan proteína, aminoácidos, energía, vitaminas y minerales. También se agregan aditivos como las xantofilas para pigmentar la piel, antimicrobianos o probióticos y enzimas como promotores del crecimiento, con la finalidad de mejorar el aprovechamiento de los nutrientes.²

Desde que las aves nacen, comienzan a consumir nutrientes exógenos, este cambio requiere un período de adaptación para el tracto gastrointestinal (TGI) de las aves, debido a que el TGI después del nacimiento sufre un proceso de maduración que puede afectar su rendimiento, sobre todo en las primeras 2 semanas después del nacimiento, lo que representa aproximadamente el 30% de toda la vida útil del de aves.³

Se ha observado, que existe una relación entre el consumo de alimento y crecimiento en la primera semana después del nacimiento. Esta correlación pasa a ser positiva en la segunda semana y puede estar relacionada con el crecimiento intestinal y la actividad enzimática.⁴

Por eso es fundamental el alimento y los nutrimentos que se les dan en los primeros días de vida, para buscar ayudar al organismo de las aves a que tenga un desarrollo más rápido, el cual permita que se obtenga un mayor aprovechamiento de los nutrimentos que se les proporcionan en las dietas.²

El intestino delgado (duodeno, yeyuno e íleon), tiene una función primordial en los procesos de digestión y absorción de los nutrientes. Las células del intestino, tienen el más alto índice de multiplicación celular del organismo, esto depende del equilibrio entre proliferación, migración celular y la apoptosis.

El desarrollo intestinal, consiste en el desarrollo de la altura, grosor y la densidad de las vellosidades, por aumento en el número de sus células o enterocitos.⁵

La alimentación en las granjas modernas es un aspecto importante para sustentar y lograr la máxima expresión productiva de las aves en confinamiento. El éxito logrado hasta ahora en esta práctica, es el resultado de un mejor conocimiento de las funciones que desempeñan los distintos nutrimentos, esto permite cubrir con mayor precisión las necesidades nutrimentales de las aves, tal es el caso de la glutamina, aminoácido que puede ser considerado bajo ciertas condiciones esencial, debido a que no puede ser sintetizado por el organismo bajo determinadas circunstancias como estrés, traumatismos e infecciones, para cubrir las necesidades fisiológicas de los animales en las primeras semanas de vida.⁶

La glutamina fue aislada por primera vez en 1883 del jugo de la remolacha, posteriormente se encontró en abundancia en la harina de trigo y otros cereales la cual contiene una glucoproteína llamada gliadina; en 1935 Krebs describió la síntesis de glutamina a partir de amonio y glutamato usando riñones de animales de laboratorio como son los cobayos y las ratas, destacando que aun que los aminoácidos tienen múltiples funciones, la glutamina juega un papel muy versátil, debido a que cuenta con varias funciones.⁷

En los años 50 Eagle, encontró que la glutamina era fundamental para mantener el crecimiento celular in vitro, el crecimiento no ocurría si la glutamina era excluida de ellos.⁷⁻⁹

Posteriormente se logró mantener un fragmento de intestino delgado (cercano al metabolismo normal) y se diseñaron estudios en los cuales se buscaba determinar cuáles eran los sustratos más importantes para el metabolismo, el resultado de dicho estudio fue que la glutamina era el sustrato más importante.⁷⁻¹⁰

Este aminoácido tiene una composición característica, presenta dos grupos amino. Es el aminoácido más abundante en la sangre y en el músculo. La glutamina está involucrada en numerosas vías metabólicas en distintos órganos y sistemas; en el metabolismo intermediario celular, participa en el ciclo de Krebs como donante de carbonos. Para ello, se hidroliza liberando amonio (procedente del grupo amino) transformándose en glutamato. Este se transforma en α -cetoglutarato, liberando el grupo amonio del grupo amino, y entrando en el ciclo de Krebs.¹¹

Actúa principalmente en los animales jóvenes, y sus efectos se observan directamente sobre las células de rápido crecimiento como los enterocitos y células del sistema inmune.^{5,10} Los enterocitos son células que componen las vellosidades del intestino, responsables de la absorción de nutrientes, tienen altas tasas de multiplicación y dependen de la glutamina y del ácido glutámico como precursores del metabolismo celular.¹²

Un gran número de tejidos y células en el organismo utilizan glutamina en altas concentraciones, siendo esencial para sus funciones;⁹ En el músculo, actúa

como precursor de la síntesis de proteínas e inhibe la degradación proteica; En el hígado, es utilizado en la gluconeogénesis y en la síntesis de glucógeno; en la síntesis de purinas, pirimidinas y glicosaminas en las células. También, es el sustrato principal para la producción de amonio por el riñón. La glutamina es cuantitativamente el más importante combustible para la mucosa intestinal. Es metabolizada a glutamato por la glutaminasa dependiente de fosfato. El glutamato sufre transaminación con el piruvato generando L-alanina y 2-oxoglutarato. El metabolito tardío (2-alfacetoglutarato) luego de oxidado en el ciclo de Krebs genera malato; el cual, por la acción de la enzima málica dependiente del NADP⁺ produce piruvato. El NADH y FADH₂ por esta vía son utilizados para donar electrones a la cadena transportadora de electrones en la mitocondria; y por lo tanto, promover la síntesis de ATP.⁹ La L-alanina producida en esta ruta, es llevada a través de la vena porta al hígado.

Desde una perspectiva metabólica, la glutamina sigue esencialmente dos vías funcionales. En la primera, el nitrógeno de la parte amino de la glutamina es usado en apoyo de la síntesis de purina, pirimidina y amino-azúcares. En la segunda, la cadena de carbonos y el grupo alfa-amino de la glutamina son transformados por diferentes vías en otros aminoácidos, principalmente prolina, citrulina, ornitina y arginina. A pesar de que la síntesis de purina, pirimidina y amino-azúcares son actividades citoplasmáticas; el metabolismo de esqueletos de carbono de la glutamina es iniciado por su desaminación a través de la glutaminasa dependiente del fosfato en la mitocondria. Este hecho, es importante para responder si la glutamina es necesaria para el metabolismo en la mucosa de la célula. Por un lado, el hecho de que el grupo amino de la

glutamina es útil específicamente para la glucosilación del núcleo y de la mucina, y por lo tanto implica que la presencia de la glutamina es obligatoria para el mantenimiento de la actividad secretoria y proliferativa celular.¹⁰

Un área de investigación prometedora, es el rol de la glutamina en la síntesis de amino-azúcares. Este papel tiene dos implicaciones potenciales; primero, al influenciar la síntesis de los componentes de la matriz extracelular, ya que la glutamina puede ser un factor en el mantenimiento de la estructura de la mucosa, especialmente manteniendo las uniones delgadas. Segundo, por ser un precursor potencial para la síntesis de la N-acetilglucosamina y N-acetilgalactosamina, la glutamina podría jugar un rol crítico en la síntesis de la mucina y en consecuencia en el mantenimiento de la barrera pasiva para el ingreso bacteriano,^{10,13} y ayudando a que el intestino de los pollos maduren más rápidamente y puedan aprovechar mejor los nutrientes.³

El momento en el cual se inicia la síntesis de la glutamina, es cuando el organismo está sometido a condiciones de estrés.^{5,14} La función que realiza es la de participar en aspectos metabólicos de linfocitos, macrófagos y fibroblastos. La glutamina ayuda al sistema inmune promoviendo la proliferación de linfocitos.¹⁵ Este nutriente ayuda a mantener al organismo con niveles bajos de amoníaco actuando como amortiguador y eliminador del exceso de este.¹⁵ Cuando es necesario se emplea para síntesis de otros aminoácidos, azúcares, glucosa, nucleótidos, glutatión y urea. La glutamina se encuentra en grandes cantidades en los músculos del cuerpo (aproximadamente un 60% del total de los aminoácidos),¹⁵ así como en la

sangre (35% aproximadamente del total de los aminoácidos en plasma) y se emplea en la síntesis de proteínas. Los niveles de glutamina en sangre son a veces indicadores de algún trastorno en el organismo de carácter catabólico, como necrosis intestinal. Algunos investigadores han propuesto que los aminoácidos glutamina y ácido glutámico deberían ser considerados tan importantes como la glucosa, para el mantenimiento y promoción de la función celular.¹²

Existen estudios en animales, que demuestran los efectos benéficos de la glutamina cuando es adicionada en las dietas. Entre las especies que más se ha utilizado son los cerdos, debido a su homología que existe en función y morfología del intestino delgado con otras especies como lo son los humanos, gatos, perros, etc. en los cuales varios estudios demuestran como la glutamina favorece que bacterias como *Escherichia coli*,^{5,16} que es uno de los principales microorganismos causantes de diarrea y muerte neonatal en los lechones, no pueda adherirse a los enterocitos, manteniendo la morfología y la función intestinal. También se ha informado que la glutamina podría actuar como un regulador metabólico para mejorar la síntesis de proteínas y disminuir el catabolismo proteico en virtud de prevenir la infección y la inflamación.¹⁰ Este efecto se traduce en un aumento en la ganancia diaria de peso y mejora la conversión alimenticia debido a que al incluir glutamina en la dieta mejora la digestión y absorción de nutrientes. En un estudio realizado en lechones destetados, encontraron los investigadores que previene la atrofia de microvellosidades intestinales, lo cual se reflejó en una mayor ganancia de peso (1000g), en cerdos de 70 días de edad, alimentados con glutamina.¹⁵

Pocos estudios se han realizado con glutamina en la alimentación de las aves, los resultados de estas investigaciones han demostrado ser similares a los encontrados en los cerdos; en pollos se ha observado un mayor crecimiento de las microvellosidades intestinales, lo que se manifiesta con una mayor ganancia de peso debido a que la superficie de absorción intestinal es mayor. Por otro lado, la glutamina estimula el desarrollo del tubo gastrointestinal y la respuesta inmune ante un agente patógeno.¹⁷

En el caso de los pollos, la literatura indica que la inclusión en la dieta de 1% de glutamina, mejora de la ganancia de peso y la eficiencia alimentaría durante la primera semana.¹⁴

Dado que la investigación en pollos de engorda es escasa y los experimentos que se han realizado, han sido con dietas a base de maíz + pasta de soya y en México la alimentación es utilizando en vez de maíz el sorgo.

HIPÓTESIS

- La inclusión de glutamina en la etapa de iniciación, en dietas sorgo + pasta de soya para pollos de engorda, mejora el comportamiento productivo final, la pigmentación de la piel y el rendimiento de la canal.

OBJETIVOS

Evaluar los parámetros productivos a los 49 días de edad, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad en pollos de engorda con una alta densidad de población y un programa de vacunación cerrado, en aves alimentadas con dietas sorgo-soya adicionadas con 0, 200, 400, 600 y 800 g de glutamina por tonelada de alimento los primeros 21 días de edad.

Calcular el rendimiento de la canal tipo mercado público, pechuga sin hueso y pierna con muslo.

Medir la pigmentación amarilla de la piel de la pechuga en caliente, en la zona aptérica lateral izquierda.

MATERIAL 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 ; el cual se localiza en la calle Salvador Díaz Mirón núm. 89 en la Colonia Santiago Zapotitlán, Delegación Tláhuac, Distrito Federal a una altura de 2250 msnm, en el paralelo 19°17' latitud norte y el meridiano 99° 02' 30" longitud oeste. Bajo condiciones de clima templado subhúmedo (Cw), siendo enero el mes más frío y mayo el más caluroso, con una temperatura promedio anual es de 16°C y con una precipitación pluvial anual media de 747 mm.¹⁸

Se utilizaron 1200 pollitos de un día de edad de la estirpe Cobb 500, que se obtuvieron de una incubadora comercial. Las aves fueron distribuidas en 30 lotes de 40 pollos cada uno (mitad machos y mitad hembras) con un peso inicial promedio de 43g c/u, los cuales fueron alojados en una caseta convencional con corrales con piso de cemento y cortinas laterales, cama de viruta, en cada corral. Se manejó una densidad de población de 16 aves/m² para poder contar con un estrés poblacional; a las aves se les proporcionaron calor durante las primeras 4 semanas con criadoras infrarrojas.¹⁹ La distribución de los pollos fue completamente al azar en 5 tratamientos, cada uno con 6 repeticiones de 40 aves cada una. Las dietas experimentales, fueron con base en sorgo + pasta de soya en 2 etapas productivas iniciación (1-21 días de edad) y finalización (22-49 días de edad). Durante la etapa de iniciación de 1-21 días de edad se administró glutamina (Aminogut^{MR} 10% de glutamina y 10% de ac.glutámico) como se describe a continuación:

- T1= Dieta sorgo + pasta de soya
- T2= Como T1 + 200g de glutamina/ton
- T3= Como T1 + 400g de glutamina/ton
- T4= Como T1 + 600g de glutamina/ton
- T5= Como T1 + 800 g de glutamina/ton

Para la etapa de finalización, se ofreció a todos los tratamientos una dieta sorgo + pasta de soya sin glutamina (ver Figura 1).²⁰ Durante el estudio, se llevaron registros semanalmente de ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y porcentaje de mortalidad.

El alimento y el agua, se proporcionaron a libre acceso durante los 49 días de experimentación. Las aves se sometieron a un calendario de vacunación cerrado, el cual consistió en vacunar a los 10 días de edad contra la enfermedad de Newcastle vía ocular (una gota/pollo) y por vía subcutánea Newcastle-Influenza (0.25 ml/ave). A los 18 días de edad, se revacunaron contra la enfermedad de Newcastle-Influenza nuevamente por vía subcutánea (0.25 ml/ave)¹⁹, con el objeto de someter a un mayor estrés a las aves.

Al final del estudio, se procesaron 12 aves de cada tratamiento (6 machos y 6 hembras), en el rastro del CEIEPAv. Las aves, antes del sacrificio fueron sometidas a 8 horas de ayuno. Se pesaron individualmente, para sacar rendimiento de la canal, pechuga, pierna y muslo. Posteriormente fueron

colgadas en ganchos para su sacrificio, se insensibilizaron utilizando un aturdidor comercial bajo los parámetros de 25 volts, 0.25 amp y 460Hz de corriente directa del tipo pulsátil. El sacrificio se realizó por corte unilateral en cuello para ser desangrados. Inmediatamente después se escaldaron en tanques de agua a 53°C durante un minuto y fueron desplumadas manualmente. La evisceración, se realizó manualmente cortando la cloaca circularmente y haciendo un segundo corte perpendicular al corte de la cloaca, para facilitar la extracción de las vísceras. La molleja, intestinos, hígado, corazón, bazo y finalmente el buche fueron extraídos. Las canales fueron pesadas y se procedió a separar la cabeza y patas, posteriormente se volvieron a pesar las canales también se separó la pechuga sin hueso, así como, la pierna y muslo con hueso. Por otro lado, se midió en caliente la pigmentación de la piel en la zona aptérica lateral izquierda (región de la grasa de la pechuga) con un fotocolorímetro de reflectancia Minolta CR-400 el amarillamiento.

Los datos de las variables en estudio fueron sometidos a un análisis de varianza, conforme a un diseño completamente al azar y en caso de diferencia estadística, se realizó la comparación de medias a través de la prueba de Tukey a una probabilidad del 5 %. Para la variable de mortalidad antes de su análisis se hizo la transformación por raíz de arco-seno. Se empleo el paquete estadístico MENU.²¹

RESULTADOS

Para la etapa de iniciación, resultados obtenidos de 0 a 21 días de edad para ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y porcentaje de mortalidad los datos se muestran en el Cuadro 2. Para la variable ganancia de peso, los resultados indicaron que no existió diferencia ($P>0.05$) entre tratamientos; sin embargo hubo una tendencia a mayor ganancia de peso en los tratamientos 2 y 5 respecto a los tratamientos 1, 3 y 4. Esto se reflejó en una mayor ganancia de peso de 14 y 18 gramos por ave en los tratamientos que recibieron 200 y 800 g/ton de glutamina respecto a los demás tratamientos. Para consumo de alimento los datos obtenidos no mostraron efecto significativo entre tratamientos; en las variables conversión alimenticia y porcentaje de mortalidad, tampoco existió diferencia ($P>0.05$) entre tratamientos. Sin embargo numéricamente los tratamientos 2 y 5 tuvieron una mejor conversión alimenticia, pero con mayor porcentaje de mortalidad respecto a los tratamientos 1, 3 y 4.

Los resultados de finalización de 1 a 49 días de experimentación para ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y porcentaje de mortalidad se pueden apreciar en el Cuadro 3. En el caso de ganancia de peso, los resultados indicaron que hubo diferencia ($P<0.01$) entre tratamientos; con una mayor ganancia de peso en el tratamiento con 2 respecto al tratamiento testigo con 9.6 % más de ganancia de peso, pero similar ($P<0.05$) a los tratamientos con 3, 4 y 5, los cuales obtuvieron respectivamente 4.6, 4.2 y 5.2 % más ganancia de peso con relación al tratamiento testigo; lo cual se nota en la Figura 1. Para la variable consumo de

alimento, los datos conseguidos indicaron que no existió diferencia estadística ($P>0.05$) entre tratamientos. Para la variable conversión alimenticia, los datos obtenidos nuevamente indicaron que hubo diferencia ($P<0.05$) entre tratamientos, con una mejor conversión alimenticia en el tratamiento con 200 g/ton de glutamina respecto al tratamiento testigo; este último tuvo 6.4, 3.7, 3.7 y 4.3% menos de conversión respecto a los tratamientos con 400, 600 y 800 g/ton de este aminoácido, como se aprecia en la Figura 2. Por último, los resultados obtenidos del porcentaje de mortalidad general no indicaron diferencias ($P>0.05$) entre tratamientos.

Los datos de rendimiento de la canal, pechuga, pierna con muslo y medición de pigmentación amarilla de la piel. Se pueden apreciar en el Cuadro 4. Los datos obtenidos de rendimiento de la canal en gramos, indicaron que existió diferencia significativa ($P<0.05$) entre tratamientos, con un mayor rendimiento de la canal del 8.5, 5.0, 5.2 y 8.0 % en los tratamientos 2, 3, 4 y 5 respecto al tratamiento testigo. Sin embargo los resultados obtenidos de rendimiento de pechuga, pigmentación y pierna con muslo, no mostraron diferencia ($P>0.05$) entre tratamientos.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de 1 a 21 días de edad para ganancia de peso, conversión alimenticia y mortalidad no fueron diferentes estadísticamente entre tratamientos, sin encontrar efecto a la adición de glutamina en la dieta. Estos resultados coinciden en parte con los obtenidos por Bartell y Batal (2007)¹⁴ quienes encontraron efecto tóxico a la adición de 4 % de glutamina en una dieta maíz + pasta de soya a los 21 días de edad, sin embargo encontraron un efecto benéfico en la ganancia de peso y eficiencia alimenticia en pollos de 0 a 14 días a una dosificación del 1% de glutamina, no así cuando adicionaron 4% de este aminoácido, donde se observó una disminución significativa ($P < 0.01$) en la ganancia de peso debido a reducción en el consumo de alimento. Otro autores encontraron efecto a la adición de 1% de glutamina en dietas maíz + pasta de soya de los 1- 14, de los 14 - 21 y de los 21 - 28 días de edad con un mejor comportamiento productivo los pollos alimentados con glutamina. A pesar de que algunos autores encontraron una mayor longitud de las vellosidades intestinales conforme se incrementó el nivel de glutamina, no se reflejó esto en un mayor crecimiento como en el presente estudio; ya que algunos investigadores han encontrado que a mayor longitud de las vellosidades intestinales mayores es la absorción de nutrientes y por ende un mayor crecimiento.^{3,5}

Los resultados de 0- 49 días para ganancia de peso y conversión alimenticia fueron mejores en los tratamientos con glutamina respecto al tratamiento testigo, estos resultados no pueden ser comparados con otros investigadores ya que no existen estudios donde se reporte el efecto de la glutamina en la

iniciación sobre el peso de los a la finalización. Sin embargo, estos resultados pueden atribuirse a que la glutamina al incrementar la longitud de las vellosidades intestinales, da una mayor área para la digestión y absorción para los nutrimentos, lo cual se ve reflejado en una mayor ganancia de peso y mejor conversión alimenticia. En cuanto a las variables consumo de alimento y porcentaje de mortalidad no existió efecto a la adición de la glutamina en el presente estudio y los estudios que existen en pollos de engorda no reportan datos sobre estas variables en pollos de 0- 49 días.

Para las variables rendimiento de pechuga, pierna con muslo y pigmentación, no hubo efecto significativo ($P>0.05$), solo se encontró efecto benéfico a la adición de glutamina en el rendimiento de la canal. Sin embargo, la literatura consultada no muestra datos sobre estas variables para poder comparar el efecto de la glutamina sobre el rendimiento de la canal.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos y bajo las condiciones experimentales del presente estudio, la adición de 200g/ton de glutamina, en dietas sorgo + pasta de soya para pollos de engorda durante la etapa de iniciación (1 a 21 días de edad), promovió un mejor comportamiento productivo y rendimiento de la canal a los 49 días de edad, en aves sometidas a un calendario cerrado de vacunación y a una alta densidad de población.

Se sugiere generar más información respecto al tema, con investigaciones en pollos de engorda en las diferentes etapas productivas para poder encontrar que nivel o niveles de glutamina son óptimos bajo condiciones de estrés para obtener un máximo comportamiento productivo y rendimiento de la canal.

LITERATURA CITADA

1. Unión Nacional de Avicultores. Compendio de indicadores económicos, UNA México 2008.
2. Cuca GM, Ávila GE, Pro MA. Alimentación de las aves. Universidad Autónoma Chapingo 8ed. México 1996.
3. Murakami AE, Sakamoto MI. Supplementation of glutamine and vitamin E on the morphometry of the intestinal mucosa in broiler chickens. *Poultry science* 86; 2007, 488-495.
4. Nir I. Mecanismos de digestao e absorcao de nutrientes durante a primera semana. Conf APINCO cienc tecnol avícolas FACTA campinas brazil. 1998, 88-91.
5. Yi GF, Carroll JA, Allee GL, Gaines AM, Kendall DC, Usry JL, *et al.* Effect of glutamine and spray-dried plasma on growth performance, small intestinal morphology, and immune responses of Escherichia coli K88+-challenged weaned pigs^{1, 2}. *J Anim. Sci.* 2005. 83:634–643
6. Buchman AL. Glutamine: commercially essential or conditionally Essential? A Critical Appraisal of the human Data. *Am J Clin Nutr.* 2001. 74: 25-32.
7. Wilmore DW, Rombeau JL. Introduction to the Symposium Proceedings. *J Nutr* 131, 2001. 2447-2448.
8. Neu J. Glutamine in the Fetus and Critical Ill Low Birthy neonate: Metabolism and Mechanism of action. *J Nutr* 2001, 2585-2589.
9. Newsholme P, Lima MMR, Procopio J, Pithon-Curi TC, Doi SQ, Bazotte RB, *et al.* Glutamina and Glutamate as Vital Metabolites. *Braz J Med Biol Res* 2003, 36 : 153-163

10. Reeds PJ, Burrin DG, Stoll B, Jahoor F. Glutamate and Glutamine in Metabolism. *J. Nutr.* 2000.130: 978–982
11. Bonet A, Grau T. La glutamina, un aminoácido casi indispensable en el enfermo crítico. *Med intensiva*, 2007; 31(7):402-406.
12. James LA, Lunn PG, Middleton S, Elia M. Glutamine oxidation and utilization by rat and human oesophagus and duodenum. *British Journal of Nutrition* 1999, 81, 323–329.
13. Buchman A. Glutamina: Commercially Essential or Conditionally Essential? A critical Appraisal of the Human Data. *Am J Clin Nutr* 2001;74; 25-32.
14. Bartell SM, Batal A B. The Effect of Supplemental Glutamine on Growth Performance, Development of the Gastrointestinal Tract, and Humoral Immune Response of Broilers. *2007 Poultry Science* 86:1940–1947
15. Fischer RL, Kitt SJ, Miller PS, Lewis A. Effects of glutamine on growth performance and small intestine villus height in weanling pigs. 2002. 29–32 *Nebraska Swine Rep. Univ. Nebraska, Lincoln.*
16. Remillard RL, Guerino F, Dudgeon DL, Yardley JH. Intravenous Glutamina or Limited Enteral Feedings in Piglets: Amelioration of Small Intestinal Disuse Atrophy. *J Nutr.* 1998, 128:2723-2726.
17. Silva AVF, Moiorca A, Borges SA, Santin E, Boleli IC, Macari M. Surface Area of the Enterocytes in Small Intestine Mucosa of Broilers Submitted to Early Feed Restriction and Supplemented with glutamine. *Poultry science.* 2007. 6:31-35.
18. INEGI. Tláhuac: Cuaderno de información básica delegacional. INEGI, México 1992.

19. Quintana LJA. Avitecnia. Manejo de las aves domésticas más comunes, ed. Trillas, México, 1998.
20. Leeson S, Summers JD. Comercial poultry nutrition. 3rd ed. Guelph, Ontario Canadá: University Books, 2005.
21. Olivares SE. Paquete estadístico de diseños experimentales FAUANL. 1994. versión 2.5. Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Nuevo León.

Cuadro 1. Composición de las dietas experimentales de iniciación y finalización empleados en la prueba de glutamina en pollos de engorda.

INGREDIENTE	INICIACIÓN (0-21 días)	Finalización (21-49 días)
Sorgo	544.773	586.625
Pasta de Soya	368.352	318.511
Carbonato de calcio	15.344	13.935
Aceite vegetal	39.885	48.141
Fosfato de calcio	18.586	16.410
Sal	4.343	4.616
Vitaminas*	1.000	0.500
Minerales**	1.000	0.500
DL-metionina	3.033	2.364
L-lisina HCl	1.899	1.515
Cloruro de colina 60%	1.000	1.000
Coccidiostato	0.500	0.500
Pigmento	0.000	5.333
Antioxidante	0.050	0.050
Treonina	0.235	0.000
Total	1000	1000

NUTRIENTE	ANÁLISIS CALCULADO	
Energía metabolizable Kcal/Kg	3040	3140
Proteína Cruda %	22.000	20.000
Metionina %	0.632	0.539
Met + Cist %	0.970	0.850
Lisina %	1.350	1.180
Treonina %	0.870	0.639
Triptófano %	0.290	0.263
Calcio %	1.000	0.900
Fósforo disp. %	0.500	0.450
Sodio %	0.180	0.190

*Proporciona por Kg. Vitamina A 3 000 000 UI; Vitamina D₃, 750 000 UI; Vitamina E, 6 000 UI; Vitamina K₃, 1.0 g; Riboflavina, 4 g; B₁₂, 0.060 g; Piridoxina, 3.0 g; Pantotenato de Calcio, 13.0 g; Niacina, 25 g; Biotina, 0.063 g; Cloruro de colina 250 g.

**Proporciona por Kg. Selenio, 0.2 g; Cobalto, 0.1 g; Yodo, 0.3 g; Cobre, 10 g; Zinc 50 g; Fierro 100 g; Manganeso, 100 g; excipiente cbp, 1000 g.

Cuadro 2. Datos obtenidos de 1-21 días de edad en pollos alimentados con diferentes niveles de glutamina.

<i>Tratamiento</i>	<i>Ganancia de peso (g)</i>	<i>Consumo de alimento (g)</i>	<i>Conversión alimenticia</i>	<i>Mortalidad (%)</i>	<i>Mortalidad Transformada Arco Seno</i>
Testigo Sin Glutamina	727.6 a	1049.0 a	1.44 a	0.41 a	7.39a
200g Glutamina/ton	741.5 a	1026.0 a	1.38 a	0.66 a	8.19a
400g Glutamina/ton	707.6 a	1023.8 a	1.45 a	0.25 a	4.55a
600g Glutamina/ton	712.6 a	1009.0 a	1.42 a	0.25 a	4.48a
800g Glutamina/ton	746.1 a	1034.6 a	1.39 a	0.74 a	9.96a

Valores con la misma letra no son diferentes ($P>0.05$).

Cuadro 3. Datos obtenidos de 1-49 días de edad en pollos alimentados con diferentes niveles de glutamina

Tratamiento	Ganancia de Peso (g)	Consumo de Alimento (g)	Conversión Alimenticia	Mortalidad (%)	Mortalidad Transformada Arco Seno
Testigo sin glutamina	3020.8b	5646.6 a	1.87b	10.1 a	17.89a
200g Glutamina/ton	3310.3a	5794.5 a	1.75a	16.1 a	23.49a
400g Glutamina/ton	3160.6ab	5696.6 a	1.80ab	11.9 a	19.63a
600g Glutamina/ton	3149.0ab	5667.3 a	1.80ab	8.6 a	16.67a
800g Glutamina/ton	3177.0ab	5697.1 a	1.79ab	13.8 a	21.70a

Valores con distinta letra son diferentes (P<0.05)

Cuadro 4. Resultados de rendimiento de la canal en gramos y amarillamiento de la piel de la pechuga (unidades delta) de pollos alimentados con glutamina

Tratamiento	Rendimiento de la Canal (g)	Rendimiento de la Pechuga (sin hueso) (g)	Rendimiento de Pierna y Muslo (g)	Amarillamiento (unidades Delta)
Testigo (sin glutamina)	2182.0a	665.5a	334.5a	35.5 a
200g Glutamina / ton	2368.5b	738.5 a	357.0a	35.4a
400g Glutamina / ton	2292.8b	703.3 a	340.8 a	35.2 a
600g Glutamina / ton	2296.1b	697.1 a	337.0a	36.9 a
800g Glutamina / ton	2358.3b	719.6 a	365.5 a	35.7a

Valores con distinta letra son diferentes (P<0.05)

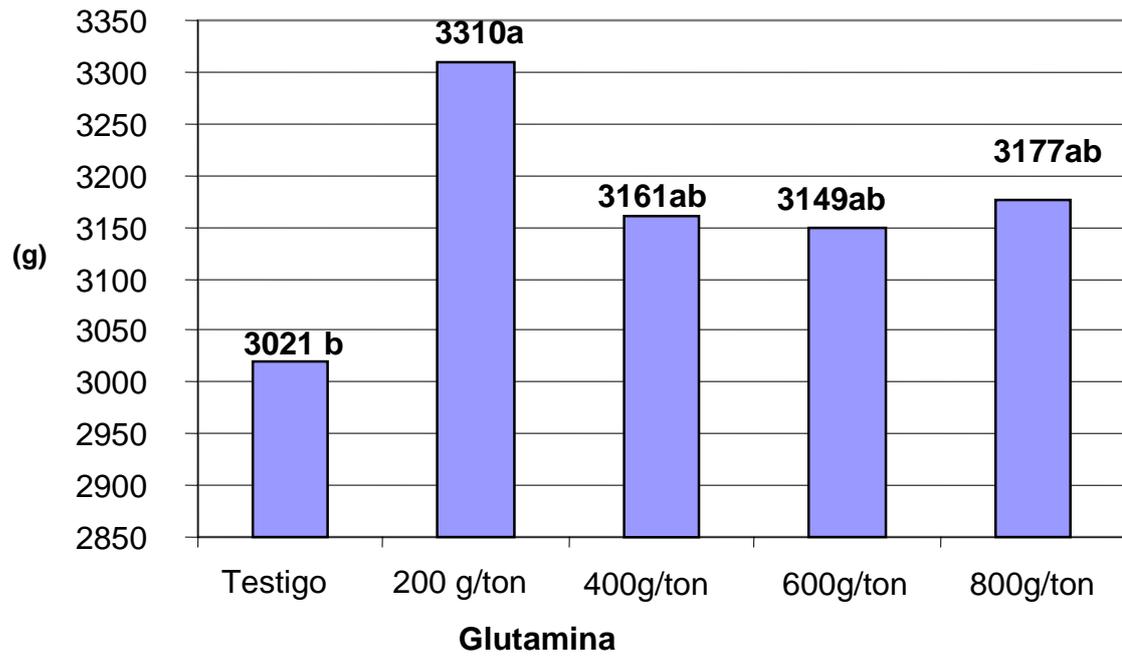


Figura 1. Resultados obtenidos para ganancia de peso en pollos de 0 – 49 días alimentados con diferentes niveles de glutamina (P<0.05)

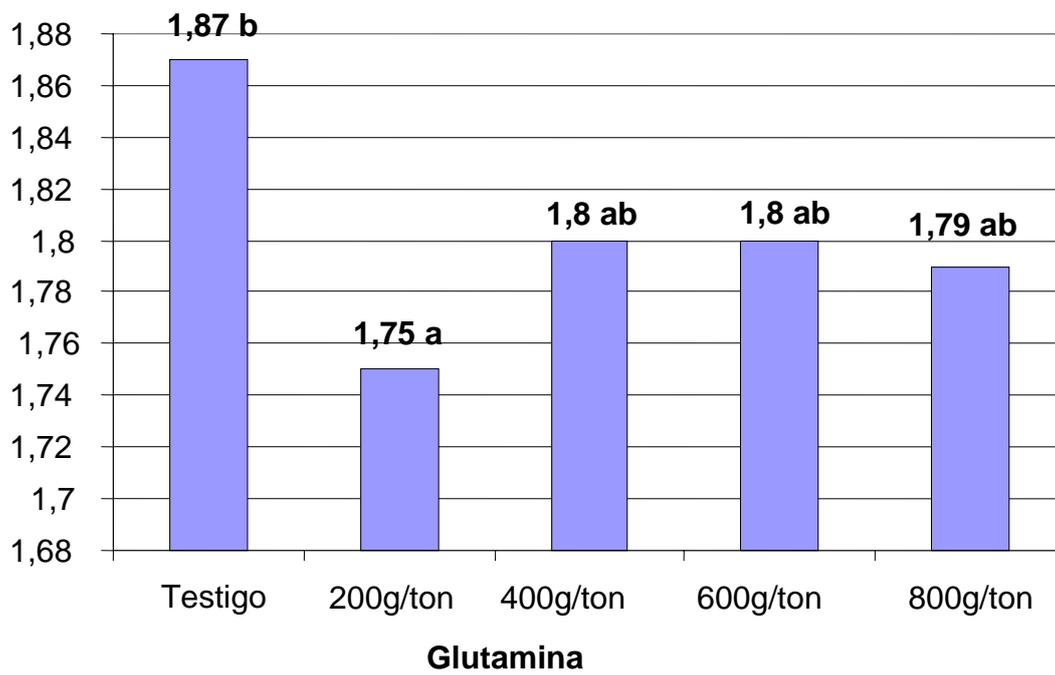


Figura 2. Resultados obtenidos en conversión alimenticia en pollos de 0 – 49 días alimentados con diferentes niveles de glutamina.