



Abanico Veterinario. Enero-Diciembre 2024; 15:1-13. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2024.3>

Artículo Original. Recibido: 20/05/2022. Aceptado:22/08/2023. Publicado: 05/05/2024. Clave: e2022-37.

<https://www.youtube.com/watch?v=Rn-sSFpgaYA>

Comportamiento productivo, integridad intestinal y respuesta inmune en pollos alimentados con dietas suplementadas con L-glutamina



Performance, intestinal integrity and immune response in broilers fed diets supplemented with L- glutamine

Miguel-Iriarte Jorge^{1ID}, Cortes-Cuevas Arturo^{*1ID}, Hernández-Espinoza Jorge^{2ID}, Gómez-Verduzco Gabriela^{3ID}, Vázquez-Delgado Alma^{1ID}, Ávila-González Ernesto^{1ID}

¹Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Manuel M. López S/N, Colonia Zapotitlán, Alcaldía Tláhuac, CP 13300, ²Universidad Nacional Autónoma de México, Departamento de Morfología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Avenida Universidad No. 3000, Colonia UNAM, CU, Alcaldía Coyoacán, CP 04510. ³Universidad Nacional Autónoma de México, Departamento de Medicina y Zootecnia de Aves, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Avenida Universidad No. 3000, Colonia UNAM, CU, Alcaldía Coyoacán, CP 04510. *Autor de correspondencia: Cortés Cuevas Arturo. Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, Manuel M. López S/N, Colonia Zapotitlán, Alcaldía Tláhuac, CP 13300. E-mail: mvz.jorge.miguel@gmail.com, cortescuevasarturo@yahoo.com, jorgehe@unam.mx, gagove@unam.mx, almavd@unam.mx, avilaernesto@yahoo.com

RESUMEN

En dos experimentos se evaluó la adición de AminoGut (AG). En el Experimento 1, se utilizaron 300 pollos Ross 308 en 5 tratamientos con 3 repeticiones de 20 pollos cada una. En el Experimento 2, se emplearon 640 pollos en 4 tratamientos con 5 repeticiones de 32 pollos cada una. Los tratamientos del Exp. 1: T1.- Dieta testigo sorgo + pasta de soya, T2.- Como 1 + 700 ppm de la mezcla de AG/ ton, T3.- Como 1 + 1400 ppm de AG/ ton, T4.- Como 1 + 2100 ppm de AG/ ton, T5.- Como 1 + 2800 ppm de AG/ ton. En el Exp. 2 se eliminó el tratamiento 5. En el Experimento 1, hubo efecto ($P<0.05$) en comportamiento productivo y peso de la canal, con 700 ppm de AG. En el Experimento 2, mejoró la altura de vellosidades intestinales e hipersensibilidad tardía ($P<0.05$) con 700 ppm de AG, así como el rendimiento en canal a los 42 días. Se puede concluir que la adición de 700 ppm de AminoGut en dietas para pollos de 1 a 21 días de edad, incrementó los parámetros productivos, longitud de las vellosidades, rendimiento en canal y respuesta inmune.

Palabras claves: AminoGut, parámetros productivos, vellosidades intestinales, respuesta inmune.

ABSTRACT

In two experiments the addition of AminoGut (AG) was evaluated. In Experiment 1, 300 Ross 308 broilers were used in 5 treatments with 3 repetitions of 20 broilers each. In Experiment 2, 640 broilers were used in 4 treatments with 5 repetitions of 32 broilers each. Exp. 1 treatments: T1.- Control diet sorghum + soybean meal, T2.- As 1 + 700 ppm of the mixture of AG/ ton, T3.- As 1 + 1400 ppm of AG/ ton, T4.- As 1 + 2100 ppm of AG/ ton, T5.- As 1 + 2800 ppm of AG/ ton. In Exp. 2, treatment 5 was eliminated. In Experiment 1,



there was an effect ($P < 0.05$) on performance and carcass weight, with 700 ppm of AG. In Experiment 2, the height of intestinal villi and late hypersensitivity ($P < 0.05$) improved with 700 ppm of AG, as well as carcass yield at 42 days. It can be concluded that the addition of 700 ppm of AminoGut in diets in broilers from 1 to 21 days of age, increased the performance, villus length, carcass yield and immune response.

Keywords: AminoGut, Glutamine, Glutamic Acid, performance, intestinal villi, immune response.

INTRODUCCIÓN

La producción comercial de pollos de engorda es una actividad dinámica en los animales de granja; esto es debido a la selección genética para obtener rápido crecimiento, buena conversión alimenticia y rendimiento de la canal (Cuca *et al.* 2009). Bajo condiciones comerciales, los pollos pueden pasar de 24 a 48 horas sin consumir alimento y agua, después de haber salido de la sala de nacencias y la transportación hacia las granjas de producción; esto puede causar disminución en las reservas de la yema, estrés y mortalidad en el pollo recién nacido. Por lo que es importante que el pollito tenga acceso inmediato al alimento y agua para obtener un óptimo desarrollo intestinal (Zulkifli *et al.* 2016).

El exceso de aves por metro cuadrado es un factor desencadenante de estrés, que puede afectar la integridad intestinal y disminuye la respuesta inmune en el epitelio intestinal (Wu *et al.* 2021). El uso de glutamina en dietas para aves puede disminuir dichos efectos adversos en el epitelio intestinal, ya que la glutamina es el principal combustible metabólico de los enterocitos, linfocitos, macrófagos y fibroblastos en el intestino delgado (Bortoluzzi *et al.* 2018; Wu *et al.* 2018).

La glutamina es un aminoácido neutro libre en grandes cantidades en músculos y plasma; su función es la síntesis de aminoácidos no esenciales, nucleótidos, ácidos nucleicos, azúcares y proteínas. La glutamina puede ser sintetizada a partir de amonio y glutamato en el músculo esquelético. Aunque la glutamina es un aminoácido no esencial, sus necesidades pueden no ser cubiertas bajo condiciones de estrés (Wu *et al.* 2021). La suplementación de glutamina mejora el crecimiento, el desarrollo del intestino, calidad de la carne y respuesta inmune humoral al apoyar la proliferación óptima de linfocitos y producción de citocinas por linfocitos y macrófagos (Bartell & Batal, 2007; Bortoluzzi *et al.* 2018; Wu *et al.* 2018; Jarred *et al.* 2019).

El producto comercial Aminogut, una mezcla comercial con 10% de glutamina y 10% de ácido glutámico para incorporar glutamina, ha mostrado reducir la mortalidad bajo condiciones de estrés por calor y en pollos criados con densidades de población elevadas (Wu *et al.* 2018; Wu *et al.* 2021). Por otro lado, la adición de glutamina mejora la ganancia de peso, conversión alimenticia y la longitud de las vellosidades intestinales (Olubodun *et al.* 2015; Zulkifli *et al.* 2016; Bortoluzzi *et al.* 2018; Xi *et al.* 2019).



La adición de glutamina, además de mejorar los parámetros productivos, ayuda a disminuir las lesiones en duodeno, yeyuno e íleon, cuando los pollos son desafiados con la bacteria causante de la enteritis necrótica (Xue *et al.* 2018). Por todo lo anterior, la inclusión de glutamina en dietas para pollos puede ser también una alternativa al empleo de antibióticos como promotores del crecimiento (Pelicia *et al.* 2013).

Con estos antecedentes, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la inclusión de varios niveles bajos de AminoGut en dietas sorgo-pasta de soya para pollos de engorda de 1 a 49 días de edad y medir su efecto en el comportamiento productivo, rendimiento de la canal, integridad intestinal e inmunidad celular.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se llevaron a cabo dos experimentos en las instalaciones del 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 Manuel M. López S/N 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). Enero es el mes más frío y mayo el más caluroso, la temperatura promedio anual es de 16°C y con una precipitación pluvial anual media de 747 mm (INEGI 2017).

Los procedimientos experimentales fueron aprobados por el Comité Institucional para el Cuidado y Uso de Animales Experimentales en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México con el oficio SICUAE MC-2023/2-2.

El Experimento 1. Se utilizaron 300 pollitos de la estirpe Ross 308 de 1 día de edad, adquiridos en una incubadora comercial. Las aves fueron distribuidas en 15 lotes de 20 pollos cada uno (mitad machos y mitad hembras); alojados en una caseta convencional en corrales con piso de cemento, cama de viruta, sin aislamiento térmico en el techo y cortinas laterales.

El Experimento 2, se utilizaron 640 pollitos de la estirpe Ross 308 de 1 día de edad, que se obtuvieron de una incubadora comercial. Las aves fueron distribuidas en 20 lotes de 32 pollos cada uno (mitad machos y mitad hembras); alojados en una caseta convencional, corrales con piso de cemento, cama de viruta, aislamiento térmico en el techo y cortinas laterales. En cada corral se manejó una densidad de población de 12 aves/m². Las aves se pesaron una por una al final del Experimento (49 días), para calcular la uniformidad de la parvada.

En ambos experimentos, a las aves se les proporcionó calor durante las primeras 4 semanas de vida con criadoras infrarrojas (Quintana, 2011). En los dos experimentos las



aves fueron alimentadas con dietas a base de sorgo + pasta de soya durante todo el ciclo; se manejaron 3 etapas de alimentación, de 0-10 días inicio, de 11 – 21 días crecimiento y finalización de 22 – 49 días (Lesson & Summers 2005). La glutamina 10% + ácido glutámico 10%, se adicionaron a las dietas, por medio de una mezcla comercial AminoGut®.

Se proporcionó de 1–21 días de edad (etapas de iniciación y crecimiento); posteriormente se les proporcionó a todos los tratamientos dietas de finalización de los 22 a los 49 días de edad. El alimento se suministró a libre acceso durante todo el ciclo productivo. Las dietas utilizadas en ambos experimentos, se muestran en el cuadro 1.

Cuadro 1. Composición de las dietas experimentales de iniciación, crecimiento y finalización empleadas en los experimentos 1 y 2 (kg)

Ingredientes	Iniciador (0-10días)	Crecimiento (11-21 días)	Finalización (22-49 días)
Sorgo	502.483	565.827	626.560
Pasta de Soya	406.842	331.782	275.553
Aceite Vegetal	41.494	57.388	54.170
Fosfato de Calcio	18.413	16.329	15.150
Carbonato de Calcio	15.267	13.897	13.388
Sal	3.814	3.837	3.848
DL-Metionina	3.471	2.929	2.048
Cloruro de Colina 60%	3.400	3.400	0.800
L-Lisina HCl	1.788	1.625	0.661
Premezcla de Vitaminas+minerales*	1.500	1.500	1.500
L-Treonina	0.587	0.473	0.042
Cocciostato***	0.500	0.500	0.500
Bacitracina MD 10%	0.300	0.300	0.300
Antioxidante	0.150	0.150	0.150
Piveg amarillo (15g/kg)	0.000	0.000	5.330
Total	1000	1000	1000
Nutriente	Análisis calculado		
EM (kcal/kg)	3010	3175	3225
Proteína Cruda %	24.00	21.00	19.00
Met + Cis %	1.059	0.925	0.785
Lisina %	1.435	1.217	0.998
Calcio %	1.000	0.900	0.850
Fosforo no fítico %	0.500	0.450	0.420
Sodio %	0.160	0.160	0.160

*Proporciona por Kg. Vitamina A 12, 000,000 UI; Vitamina D3 2, 500,00 UI; Vitamina E 15,000 UI; Vitamina K 2.0g; Tiamina 2.25g; Riboflavina 7.5g; Cianocobalamina 0.010 g; Ácido Fólico 1.5g; Piridoxina 1.5g; Pantotenato de calcio 10g; Niacina 45g. **Proporciona por Kg. Selenio ,0.2g; Cobalto 0.2g; Yodo 0.3g; Cobre 10g; Zinc 50g; Hierro 100g; Manganeso 110g; excipiente cbp1000g.
 *** Nicarbazina durante iniciación y crecimiento; monensina durante finalización.



Los tratamientos fueron conformados de la siguiente forma en el experimento 1. En el experimento 2 se emplearon solo los primeros 4 tratamientos.

- T1= Dieta Sorgo + Pasta de Soya
- T2= Como 1 + 700 ppm de AG durante 21 días on Top. (inclusión extra en la dieta).
- T3= Como 1 + 1400 ppm de AG durante 21 días on Top.
- T4= Como 1 + 2100 ppm de AG durante 21 días on Top.
- T5= Como 1 + 2800 ppm de AG durante 21 días on Top.

El agua se ofreció en ambas investigaciones a libre acceso durante los 49 días de experimentación. Las aves fueron vacunadas a los 8 días de edad contra la enfermedad de Newcastle (ENC), vía ocular (una gota/pollo) y por vía subcutánea contra enfermedad de Newcastle-Influenza Aviar (ENC/IA, 0.5 ml/ave). A los 16 días de edad fueron revacunadas solamente vía subcutánea contra ENC/IA.

En ambos estudios se llevaron registros semanales de ganancia de peso, consumo de alimento e índice de conversión.

En el Experimento 2: al día 21 de edad, se evaluó la respuesta inmune celular, por medio de la prueba de Hipersensibilidad cutánea basofílica, por inoculación en la membrana interdigital de los miembros inferiores de las aves (10 pollos por tratamiento). La inoculación intradérmica de Fitohemaglutinina (PHA-A Sigma-Aldrich, Inc.), fue a una concentración de 0.1 mg/0.1 ml en la membrana interdigital de las falanges 3 y 4 de la extremidad inferior derecha, empleándose 2 pollos por réplica. En la membrana interdigital de la pata izquierda, se realizó el mismo procedimiento, utilizando solución salina estéril (0.1 ml) como testigo. A las 24 hrs. pos-inoculación, se determinó el grosor de la membrana interdigital con un vernier digital, empleando la metodología descrita por [Gómez et al. \(2010\)](#).

Al día 35 de edad fueron sacrificadas 15 aves por tratamiento, para poder determinar la morfología de las vellosidades intestinales de duodeno; las porciones de duodenos que se tomaron fueron de 1 cm³ aproximadamente por muestra. El procesamiento de las muestras se realizó en el laboratorio de biología tisular del Departamento de Morfología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México. Los tejidos se procesaron mediante la técnica de inclusión en parafina; para ello se utilizó un procesador automático de tejido (histoquinete), para deshidratar, aclarar e impregnar las muestras. Los reactivos que se utilizaron fue alcohol, xilol (Baker®) y parafina (paraplast®). Con un micrótopo de la marca Leica® modelo RM215RT se obtuvieron cortes de tejidos de 6 µm de grosor, a partir de los bloques de parafina. Los cortes se montaron en laminillas portaobjetos de 25X75 mm y cubreobjetos de 0.8 – 1.1



mm marca Corning®; finalmente se tiñeron con la técnica de Hematoxilina y Eosina (Morales, 2013).

La obtención de las muestras en las que se midió la longitud de las vellosidades intestinales, se realizó en 15 aves de cada tratamiento a los 35 días de edad. Las aves se sacrificaron humanitariamente como lo señala la NOM-033-SAG/ZOO-2014. El acceso a la cavidad abdominal fue a 2 cm en dirección caudal, se obtuvieron los tejidos y se tomó una muestra a partir del asa duodenal con el empleo de bisturí, tijeras y pinzas. Los fragmentos de tejidos obtenidos fueron de aproximadamente 1 cm³, para quitar el contenido intestinal; se utilizó solución salina fisiológica estéril a temperatura ambiente, para limpiar los fragmentos de intestino. La técnica de fijación utilizada fue por perfusión luminal, y posteriormente mediante inmersión formol al 10 %. El tiempo de fijación fue de 72 horas a temperatura ambiente (Estrada *et al.*, 1982).

Al final de los experimentos se sacrificaron en la planta de procesamiento del CEIEPAv, 15 aves por tratamiento. Antes del sacrificio, las aves fueron sometidas a un ayuno de 8 horas, se pesaron individualmente, para calcular el rendimiento de la canal. Por otro lado, se midió la pigmentación amarilla (b) de la piel en caliente (después del sacrificio), en la región de la grasa de la pechuga, con un colorímetro de reflectancia de la marca Minolta® CR-400.

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 existir diferencia estadística, se realizó la prueba de comparación de medias a través de la prueba de Tukey a una probabilidad del 5% y 1%. Para la variable de porcentaje de mortalidad antes de su análisis, se hizo la transformación por raíz de arco-seno, antes de su análisis con el paquete estadístico SPSS versión 17.0.

RESULTADOS

Experimento 1

En el cuadro 2, aparecen los datos promedio de los parámetros productivos a los 49 días de edad de las aves, con diferencia estadística ($P < 0.05$) entre tratamientos, para ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y rendimiento de la canal; con mejores resultados en el tratamiento con 700 ppm de AminoGut, respecto a los demás tratamientos. Para la variable mortalidad general, no se encontraron diferencias ($P > 0.05$) entre tratamientos.



Cuadro 2. Variables productivas de pollitos de 0- 49 días (experimento 1)

Tratamiento ppm AG	Ganancia de peso (g)	Consumo de Alimento (g)	Conversión alimenticia (g/g)	Peso de la canal (g)
0	2903 ^b	5684 ^b	1.96 ^b	2108 ^b
700	3267 ^a	5944 ^a	1.82 ^a	2375 ^a
1400	3047 ^b	5780 ^b	1.90 ^{a^b}	2254 ^{ab}
2100	3017 ^b	5884 ^b	1.95 ^{a^b}	2250 ^{ab}
2800	2988 ^b	5687 ^b	1.90 ^{ab}	2159 ^b

Valores con distinta letra para cada variable son diferentes ($P < 0.05$)

Experimento 2

En el cuadro 3, se muestran los resultados obtenidos a los 49 días de edad para ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, peso de la canal y amarillamiento de la piel. En los resultados obtenidos para ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) ($P < 0.05$), entre tratamientos.

Se puede observar que en la variable peso de la canal, hubo diferencias ($P < 0.05$) ($P > 0.05$) entre tratamientos, con mayor peso de la canal en las aves tratadas con AG. Para amarillamiento de la piel de la pechuga no existieron diferencias ($P > 0.05$) entre los tratamientos (cuadro 3).

Cuadro 3. Comportamiento productivo de pollos de 0- 49 días (experimento 2)

Tratamiento ppm	Ganancia de peso (g)	Consumo de Alimento (g)	Conversión (g/g)	Peso de la canal (g)	Amarillamiento en piel (b)
0	3026 ^a	5908 ^a	1.95 ^a	2118 ^b	46.0 ^a
700	3043 ^a	5889	1.93 ^a	2191 ^{ab}	47.0 ^a
1400	3046 ^a	5878 ^a	1.93 ^a	2223 ^a	48.0 ^a
2100	3046 ^a	5831 ^a	1.91 ^a	2255 ^a	48.0 ^a

Valores con la misma letra son similares ($P > 0.05$)

El cuadro 4, se pueden observar los datos promedio que se obtuvieron en la valoración de la respuesta inmune celular, mediante la prueba de hipersensibilidad tardía basofílica a los 21 días de edad. Los resultados indicaron un aumento en el grosor interdigital a la inoculación de la fitohemaglutinina con efecto significativo ($P < 0.05$), donde se puede apreciar que los tratamientos 2, 3 y 4 que llevaron AG, tuvieron mayor grosor de la



membrana interdigital, respecto al tratamiento testigo negativo. En el caso de la inoculación con solución salina fisiológica, no se observaron diferencias ($P>0.05$) entre tratamientos.

Los datos de la medición de longitud de las vellosidades en duodeno a los 35 días de edad de las aves, también se muestran en el cuadro 4, se puede apreciar que existió diferencia ($P<0.05$) entre tratamientos; donde el tratamiento 2 con 700 ppm AG, mostró la mayor altura de las vellosidades intestinales en duodeno, respecto a los demás tratamientos.

Cuadro 4. Resultados de la prueba de hipersensibilidad tardía a los días 21 de edad y longitud de las vellosidades intestinales en duodeno de pollos de 35 días de edad, en el experimento 2

Tratamiento	PHA día 21*	SS día 21**	Longitud vellosidades intestinales (μm)
ppm Gln/Glu	mm	mm	
0	0.48 ^b	0.16 ^a	2103 ^b
700	0.58 ^a	0.20 ^a	2534 ^a
1400	0.56 ^a	0.15 ^a	2070 ^b
2100	0.56 ^a	0.15 ^a	2198 ^b

Valores con distinta letra para cada variable son diferentes ($P<0.05$). *PHA= Fitohemaglutinina. **SS= Solución Salina estéril

DISCUSIÓN

En el presente estudio se pudo observar que al adicionar dosis bajas de AminoGut (700 ppm) en las dietas de los pollos, hubo un efecto en ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia. En el experimento 1 y en el experimento 2, existió efecto significativo en el rendimiento del peso de la canal. Estos resultados coinciden en parte con los obtenidos por [Miguel *et al.* \(2009\)](#), quienes al adicionar 200 a 800 ppm de AG en dietas basales sorgo + soya, encontraron mejora en la ganancia de peso, índice de conversión y rendimiento de la canal a los 49 días de edad. Por otro lado, [Bartell & Batal \(2007\)](#), adicionaron dosis altas de glutamina (1000 y 4000 ppm) en dietas para pollos, donde observaron mayor ganancia de peso y conversión alimenticia en pollos que recibieron 10000 ppm de glutamina; no así cuando se incluyó el 4% en la dieta, en la cual encontraron un efecto tóxico en las aves. Al igual que [Xi *et al.* \(2019\)](#) utilizaron diferentes niveles de glutamina (500, 1000 y 1500 ppm) en dietas maíz-soya para pollos Arbor Acres de 0-14 días, donde demuestran que los pollos alimentados con glutamina (1000 y 1500 ppm) mejoraron la ganancia de peso y la conversión alimenticia. También [Wu *et al.* \(2019\)](#) adicionaron 500 y 1000 ppm de glutamina en dietas maíz-soya para pollos de 1-21 días; donde encontraron un mayor peso corporal en los tratamientos con



glutamina, respecto a la dieta testigo negativo. Sin embargo, [Jarred et al. \(2019\)](#) incluyeron (500 y 1000 ppm) de glutamina en la dieta de los pollos de 1- a 14 días de edad, y no encontraron efecto significativo en el peso corporal y en conversión alimenticia. Otros investigadores tampoco encontraron efecto benéfico en el comportamiento productivo cuando adicionaron (500 ppm) de AminoGut en dietas para pollos de 1 a 42 días de edad, bajo dos densidades de población ([Shakeri et al. 2014](#)). Estos resultados coincidieron en parte a los obtenidos en el experimento 2, donde no hubo efecto de la glutamina y ácido glutámico sobre los parámetros productivos. Otros autores no encontraron efecto benéfico al adicionar 1000 ppm de glutamina, arginina y glicina en dietas reducidas en proteína para pollos sujetos a un modelo de intestino permeable ([Barekatin et al. 2019](#)).

Los resultados indicaron un mayor peso de la canal y peso de la pechuga en los tratamientos con dichos aminoácidos. De igual forma, [Miguel et al. \(2009\)](#), observaron que con la utilización de AG, mejoró el rendimiento de la canal de los pollos. Al igual que [Hu et al. \(2016\)](#) encontraron que la inclusión de 1000 ppm de glutamina en dietas para pollos Arbor Acres de 1 a 35 días de edad, mejoró la calidad de la canal (en músculo pectoral mayor). Por otro lado, [Kriseldi et al. \(2017\)](#), investigaron en pollos de 1-41 días, incluyendo 1920 y 2240 ppm de glutamina en dietas reducidas en proteína, donde encontraron un mayor rendimiento de la canal y de la pechuga en los pollos alimentados con glutamina, respecto a los tratamientos sin el aminoácido.

En el presente estudio se encontró un incrementó en la altura de las vellosidades intestinales al incluir 700 ppm de AG. Estos resultados fueron similares en parte a los obtenidos por [Bartell & Batal \(2007\)](#), quienes adicionaron 1000 y 4000 ppm-de glutamina, encontrando una mayor longitud de las vellosidades intestinales en duodeno respecto a las aves no tratadas. [Jarred et al. \(2019\)](#), incluyeron 500 y 1000 ppm de glutamina en la dieta de los pollos de 21 días de edad, donde reportaron incremento en la longitud de las vellosidades en yeyuno y una menor profundidad de la cripta respecto a pollos no tratados con glutamina. Sin embargo, otros autores como [Wu et al. \(2018\)](#) no encontraron un incremento significativo en la longitud de las vellosidades intestinales de yeyuno e íleon a los 4, 7, 14 y 21 días de edad, al adicionar 500 y 1000 ppm de glutamina en dietas maíz-soya. Estos autores no reportaron la longitud de las vellosidades en duodeno.

En la presente investigación, la respuesta inmune celular mediante la prueba de hipersensibilidad tardía basofílica evaluada los 21 días de edad de los pollos, fue mayor al incluir AG, lo cual indica que estos aminoácidos al ser consumidos por los pollos promovieron una mayor respuesta inmune celular tal como lo indican algunos estudios como el de [Bortoluzzi et al. 2018](#). [Liu et al. \(2020\)](#) indican que la inclusión de glutamina en la dieta de pollos de 1-21 días, incrementaron el número de linfocitos intraepiteliales,



número de células goblet y menor profundidad de la cripta en yeyuno e íleon, comparado con pollos infectados con *Salmonella enteritidis*; pero no fue mejor que el grupo control. En otro estudio realizado por Wu *et al.* (2021), reportan que la inclusión de glutamina a 500 y 1000 ppm en la dieta de los pollos en crecimiento incrementó el número de linfocitos intraepiteliales en duodeno y yeyuno, el índice fagocítico de heterófilos, número de células goblet y el contenido de inmunoglobulinas (IgA, IgG e IgM) en la mucosa intestinal y suero. Sin embargo, en dichos estudios no evaluaron la prueba de hipersensibilidad tardía basofílica en tejido subcutáneo interdigital, para poder comparar los resultados de esta prueba realizada en la presente investigación.

Finalmente, la mayoría de las investigaciones realizadas en pollos de engorda, indican que la adición de dosis elevadas (1000 a 4000 ppm) de AminoGut en la dieta, mejora los parámetros productivos, la salud intestinal al promover una mayor longitud e integridad de las vellosidades intestinales.

En el presente trabajo, se encontró que la inclusión de 700 ppm de AminoGut en la dieta de los pollos de 1-21 días de edad, mejoró el comportamiento productivo y la respuesta inmune celular y humoral.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos y bajo las condiciones experimentales empleadas en este estudio, se puede concluir: el empleo de 700 ppm de AminoGut en dietas sorgo + soya, durante los primeros 21 días de edad, tuvo un efecto promotor, al mejorar la ganancia de peso, peso de la canal y el índice de conversión en pollos de engorda Ross 308 a los 49 días de edad. La longitud de las vellosidades intestinales a los 35 días de edad, fue mayor; también con la inclusión de 700 ppm de AminoGut en dietas sorgo-soya para pollos de engorda. La inclusión de 700 ppm de AminoGut, incrementó la respuesta inmune celular de las aves, al desafío por hipersensibilidad cutánea basofílica.

LITERATURA CITADA

BAREKATAIN R, Chrystal PV, Howart GSW, McLaughlan CJ, Gilani S, Nattrass GS. 2019. Performance, intestinal permeability, and gene expression of selected tight junction proteins in broiler chickens fed reduced protein diets supplemented with arginine, glutamine, and glycine subjected to a leaky gut model. *Poultry Science*. 98(12):6761-6771. ISSN 0032-5791. <https://doi.org/10.3382/ps/pez393>



BARTELL SM, Batal A B. 2007. The effect of supplemental glutamine on growth performance, development of the gastrointestinal tract, and humoral immune response of broilers. *Poultry Science* 86(9):1940–1947. ISSN 0032-5791.

<https://doi.org/10.1093/ps/86.9.1940>

BORTOLUZZI C, Rochell SJ, Applegate TJ. 2018. Threonine, arginine, and glutamine: Influences on intestinal physiology, immunology, and microbiology in broilers. *Poultry Science*. 97(3):937-945. ISSN 0032-5791. <https://doi.org/10.3382/pex394>

CUCA GM, Ávila GE, Pro MA. 2009. *Alimentación de las aves*. Edo. México, México: Universidad Autónoma de Chapingo. ISBN: 978-607-12-0038-9.

ESTRADA FE, Peralta ZL, Rivas MP. 1982. *Manual de técnicas Histológicas*. AGT Editor, Sa, México. ISBN: 9789684630109. JOHN D, Christopher L. 2019. *Bancroft's Theory and Practice of Histological Techniques*. United Kingdom: Elsevier. ISBN: 9780702068874. <https://doi.org/10.1016/B978-0-7020-6864-5.00010-4>

GÓMEZ VG, López CC, Maldonado BC, Avila GE. 2010. El sistema inmune digestivo de las aves. *Investigación y Ciencia*. 18(48):9-16.

<https://biblat.unam.mx/hevila/InvestigacionycienciaUniversidadautonomadeaguascalientes/2010/vol18/no48/2.pdf>

HU H, Bai X, Wen A, Shah AA, Dai S, Ren Q, Wang S, He S, Wang L. 2016. Assessment of interaction between glutamine and glucose on meat quality, AMPK, and glutamine concentration in pectoralis major meat of broilers under acute heat stress. *Journal Applied Poultry Research*. 25(3):370-378. ISSN 1056-6171.

<https://doi.org/10.3382/japr/pfw021>

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2017. Anuario estadístico y geográfico de la Ciudad de México. México.

<https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825094683>

JARRED HO, Ramesh KS. 2019. Effects of glutamine supplementation on broiler performance and intestinal immune parameters during an experimental coccidiosis infection. *Journal Applied Poultry Research*. 28(4):1279-1287. ISSN 1056-6171.

<https://doi.org/10.3382/japr/pfz095>



KRISELDI R, Tillman PB, Jiang Z, Dozier WA. 2017. Effects of glycine and glutamine supplementation to reduces crude protein diets on growth performance and carcass characteristics of male broilers during a 41-day production period. *Journal Applied Poultry Research*. 26(4):558-572. ISSN 1056-6171. <https://doi.org/10.3382/japr/pfx030>

LEESON S, Summers JD. 2005. Comercial poultry nutrition. 3^{ra} ed. Guelph, Ontario Canadá: University Books. ISBN: 190476178X.

LIU Z, Wu Q, Jiao C, Cheng B, Zhu D, Ma Y, Li Y, Li W. 2020. Effects of glutamine on the mucosal structure and immune cells in the intestines of broiler chickens challenged with *Salmonella enteritidis*. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 22 (3):1-10. ISSN 1806-9061. <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2020-1270>

MIGUEL IJ, Cortes CA, Ávila GE. 2009. Evaluación de la mezcla de diferentes niveles de glutamina en dietas sorgo- soya para pollos de engorda. Tesis de licenciatura, FMVZ-UNAM, México D, F. https://ru.dgb.unam.mx/handle/DGB_UNAM/TES01000639580

MORALES LB. 2013. El uso de ácidos orgánicos en dietas para gallina, efecto en el pH intestinal, rendimiento productivo, tiempo de tránsito e integridad intestinal. (Tesis de maestría). México (D.F.) UNAM. https://ru.dgb.unam.mx/handle/DGB_UNAM/TES01000689703

NOM-033-SAG/ZOO-2014. Norma Oficial Mexicana. Sacrificio humanitario de las aves. <https://www.gob.mx/profepa/documentos/norma-oficial-mexicana-nom-033-sag-zoo-2014-metodos-para-dar-muerte-a-los-animales-domesticos-y-silvestres>

OLUBODUN JO, Zukkifli I, Farjam AS, Hair-Bejo M, Kasim A. 2015. Glutamine and glutamic acid supplementation enhances performance of broiler chickens under the hot and humid tropical condition. *Italian Journal Animal Science*. 14:25-29. ISSN 1828-051X. <https://doi.org/10.4081/ijas.2015.3263>

PELICIA VCI, Stradiotti AC, Araujo PC de, Maruno MK, Carvalho FB de, Pezzato AC, Sartori JR. 2013. Phytogenic additives and glutamine plus glutamic acid in broiler diets. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 15 (4):295-300. <https://doi.org/10.1590/S1516-635X2013000400002>

QUINTANA JA. 2011. Avitecnia. Manejo de las Aves Domésticas más comunes. 4^a ed. México. Trillas. ISBN: 6071708117.



SHAKERI M, Zulkifli I, Solieimani AF, O'Reilly EL, Eckersall PD, Anna AA, Kumari S, AbdullahFFJ. 2014. Response to dietary supplementation of L-glutamine and L-glutamate in broilerchickens reared at different stocking densities under hot, humid tropical conditions. *Poultry Science*. 93(11):2700-2708. <https://doi.org/10.3382/ps.2014-03910>

WU QJ, Liu N, Wu XH, Wang GY, Lin L. 2018. Glutamine alleviates heat stress-induced impairment of intestinal morphology, intestinal inflammatory response, and barrier integrity in broilers. *Poultry Science*. 97(8):2675-2683. <https://doi.org/10.3382/ps/pey123>

WU Q, Liu Z, Li S, Jiao C, Wang Y, Wang Y. 2019. Effects of glutamine on digestive function and redox regulation in the intestine of broiler chickens challenged with *Salmonella enteritidis*. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 21 (4):1-10. <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2019-1123>

WU QJ, Liu ZH, Jiao C, Cheng BY, Li SW, Ma Y, Wang YQ, Wang Y. 2021. Effects of glutamine on lymphocyte proliferation and intestinal mucosal immune response in heat-stressed broilers. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 23 (4): 1-10. <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2019-1207>

XI B, Sifa D, Jiaqi L, Shuangshuang X, Aiyu W, Hong H. 2019. Glutamine improves the growth performance, serum biochemical profile and antioxidant status in broilers under médium-term chronic heat stress. *Journal Applied Poultry Research*. 23(4):1248-1254. ISSN 1056-6171. <https://doi.org/10.3382/japr/pfz091>

XUE GD, Barekatin R, Wu SB, Choct M, Swick RA. 2018. Dietary L-glutamine supplementation improves growth performance, gut morphology, and serum biochemical indices of broiler chickens during necrotic enteritis challenge. *Poultry Science*. 97(4):1334-1341. ISSN 0032-5791. <https://doi.org/10.3382/ps/pex444>

ZULKIFLI I, Shakeri M, Soleimani AF. 2016. Dietary supplementation of L-glutamine and L-glutamate in broiler chicks subjected to delayed placement. *Poultry Science*. 95(12):2757-2763. ISSN 0032-5. <https://doi.org/10.3382/ps/pew267>

[Errata Erratum](#)

<https://abanicoacademico.mx/revistasabanico-version-nueva/index.php/abanico-veterinario/errata>