

EVALUACIÓN DEL DESARROLLO MORFOMÉTRICO DUODENAL Y LOS PARÁMETROS ZOOTÉCNICOS AL SUMINISTRAR DIFERENTES PORCENTAJES DE *Saccharomyces cerevisiae* EN LA DIETA DE POLLOS DE ENGORDE

Evaluation of the Duodenal Morphometric Development and Livestock Parameters Farming to Provide *Saccharomyces cerevisiae* at Different Percentages in the Dietary Broilers

Sandra Rodríguez-González¹, Giovanni Torres-Vidales², Laura Hortúa-López³ y Karina-Madriral^{4,5}

¹Grupo IRABI, Programa Medicina Veterinaria, Fundación Universitaria Juan de Castellanos. Tunja. Colombia. ²Grupo Gidimevetz, Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. ³Grupo GIBNA. Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. ⁴Laboratorio de Fecundación in vitro, Unidad de Investigación en Biotecnología Animal (UNIBIO), ⁵Policlínica Veterinaria Universitaria (PVU). Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad del Zulia (FCV-LUZ). Maracaibo, Edo.-Zulia. Venezuela. Correo: laura.hortua@uptc.edu.com

RESUMEN

La levadura *Saccharomyces cerevisiae* (PcSc) forma parte de la familia de los probióticos, éstos son considerados como una de las alternativas más promisorias para remplazar el uso de los antibióticos promotores de crecimiento (APC), ya que influyen en la ecología microbiana del intestino y actúan sobre el sistema inmune; en este estudio se evaluó el desarrollo de la mucosa duodenal y la calidad de la canal, suministrando 1 y 2% de un producto comercial de levadura (PcSc), en el total de alimento diario de pollos de engorde; se utilizaron 90 aves mixtas de la estirpe Avian Cobb de un día (d) de nacidos hasta el d 42 de edad, se alojaron al azar en tres grupos: grupo control: sin adición de producto; grupo 1: PcScal 1% en el alimento, grupo 2: PcScal 2% en el alimento, a los tres grupos se les suministró concentrado comercial según recomendaciones para la estirpe, la necropsia se realizó a los d 21 y 42 de edad, se tomaron dos réplicas de 2 centímetros de la porción media del duodeno, las cuales se fijaron en formol al 10% hasta su procesamiento con la técnica de Hematoxilina-Eosina (H-E), se evaluaron los cambios morfométricos de longitud, ancho de las vellosidades duodenales en un microscopio trinocular digital Moticam® en aumento de 10X, la calidad de la canal se evaluó por la metodología de pérdida por goteo. Los resultados morfométricos mostraron en el ancho de la vellosidad una diferencia (P<0,05) de 33,12 micras (µm) y la longitud presentó una diferencia (P<0,05) a favor del grupo con adición del 2% de PcSc de 296,08 µm., frente a los grupos de estudio; y la evaluación de la canal se realizó mediante la pérdida de agua por goteo, resultando más favorable que el grupo con adición del 2% de levadura PcSc.

Palabras clave: Aditivos; calidad de la canal; duodeno; morfometría; vellosidades.

ABSTRACT

The yeast *Saccharomyces cerevisiae* (PcSc) is part of the family of probiotics, these are considered as one of the most promising alternatives to replace the use of antibiotic growth promoters (APC), as they influence the microbial ecology of the gut and they are acting on the immune system; in this study the development of duodenal mucosa and carcass quality, providing 1 and 2% of a commercial yeast *Saccharomyces cerevisiae* product (PcSc), in total daily food broiler was evaluated; 90 mixed breed birds of Cobb Avian d of birth to d 42 of age were used, they stayed at random into three groups: control group: no addition of product; Group 1: PcScal 1% in food, group 2: PcScal 2% in the food, the three groups was given by commercial concentrate according to recommendations for the race, necropsy was performed at 21 and 42 d old, were taken two replicates of 2 centimeters from the middle portion of the duodenum, which were fixed in 10% formalin until processed with the technique of hematoxylin-eosin (HE), the morphometric changes in length, width of duodenal villi were evaluated in a trinocular microscope in digital Moticam® increase 10X, the carcass quality was evaluated by the methodology of drip loss. The morphometric results showed in the width of the villi a difference (P <0.05) of 33.12 micrometers (microns) and length showed a difference (P<0.05) in favor of the group with addition of 2% PcSc of, µm 296.08 compared with study groups and carcass evaluation was performed by the loss of water drip, favorable outcome of the group with addition of 2% yeast PcSc.

Key words: Additives; carcass quality; duodenum; morphometry; villi.

INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista de producción de pollos (*Gallus domesticus*), el mantenimiento de la sanidad del lote, en especial, el control de enfermedades y de agentes que actúan a nivel digestivo son de fundamental atención, ya que el tracto gastrointestinal (TGI) es la vía de entrada de nutrientes para el buen desarrollo del ave, razón por la cual es necesario entender los procesos morfo-funcionales del TGI durante las dos primeras semanas de vida del ave, periodo que representa el 30 % del tiempo de vida del pollo [10].

El desarrollo pos-eclosión del tracto digestivo de las aves sufre procesos de maduración de la mucosa, viéndose afectada por factores tales como: nutrientes de la dieta, microorganismos invasores, sistema hormonal, condiciones de manejo; factores que tienen mayor relevancia en las dos primeras semanas de vida de los animales [9], por tal razón, la industria avícola viene buscando alternativas nutricionales para fortalecer el desarrollo del TGI dentro de las que se encuentran los probióticos, prebióticos y simbióticos.

Por muchos años, se ha reconocido que los antibióticos han sido utilizados como promotores de crecimiento (APC), ya que controlan los agentes patógenos en el TGI, con el fin de favorecer la absorción de los nutrientes contenidos en las dietas de las aves; sin embargo, se han documentado peligros potenciales cuando no son usados apropiadamente; ya que se pueden acumular en los tejidos de los animales, que al ser ingeridos por el ser humano causan resistencia microbiana y aun así, causar resistencia cruzada de las terapias antibióticas en animales y humanos [7].

La comunidad europea en el año 2006, prohibió el uso de APC [9,12] en la alimentación de toda especie animal destinada para consumo humano a causa de los riesgos potenciales que representan para la salud pública; por estas razones la industria avícola viene desarrollando nuevas alternativas que sustituyan los APC, pero que brinden similares beneficios en el ave, protegiendo la mucosa del TGI y fortaleciendo la salud del ave. Por consiguiente, en este trabajo de investigación se evaluó el efecto al suministrar 1 y 2% de PcSc de la dieta, analizando la morfometría duodenal y el rendimiento en la canal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar del estudio. El trabajo de investigación se realizó en la granja Centro del municipio de Beteitiva, Boyacá (Colombia), temperatura en promedio de 18°C y altura sobre el nivel del mar de 2575 msnm [3].

Instalaciones y equipos. Las aves fueron alojadas en un galpón con piso de concreto que contienen tres divisiones internas. Para mantener la temperatura homogénea durante las dos primeras semanas, se utilizaron dos criadoras a gas marca

Alosan® modelo L4 y tres termómetros ambiental marca Brixco® modelo 4340; para determinar las variaciones de temperatura, fueron usados comederos de bandeja y tolva, bebederos manuales de volteo y automáticos tipo campana. Para realizar el pesaje de los pollos y el alimento suministrado se utilizó una balanza digital (capacidad de 3 Kg. Ohaus, modelo Lume, New Jersey –EUA).

Material experimental: Se utilizaron 90 pollos mixtos de la estirpe Avian Cobb, de un día de edad provenientes de una incubadora Chickmaster classic EUA, comercial y el mismo lote de reproductoras, una vez llegados a la granja fueron pesados; el peso inicial establecido como óptimo para este experimento fue de 40 Gramos (g) y aquellos pollos que no se encontraron dentro de este peso, que presentaron malos aplomos, mala condición del ombligo y otros defectos fueron excluidos del experimento con el fin de buscar la máxima homogeneidad.

Suministro de alimento: Se suministró alimento teniendo en cuenta las recomendaciones de la guía del manejo para la estirpe y conformando los siguientes tratamientos:

Tratamiento 1: control negativo sin la adición de levadura en el alimento.

Tratamiento 2: control positivo con la adición de 1% PcSc en alimento.

Tratamiento 3: control positivo con la adición de 2% PcSc en alimento.

Análisis estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar, aplicando un Análisis de Varianza; cada tratamiento fue conformado por 10 pollitos, con tres repeticiones cada uno, para un total por tratamiento de 30 pollos. Los individuos fueron asignados aleatoriamente a los diferentes tratamientos una vez llegaron de la incubadora. Para determinar diferencias entre tratamientos se utilizó la prueba de Tukey. Para el análisis estadístico se utilizó el programa SPS.

Análisis histológico

Los d 21 y 42 de edad, se seleccionaron 3 aves de cada grupo y de cada replica, las aves fueron pesadas y posteriormente sacrificadas por el método de dislocación craneo-cervical, para seguidamente tomar dos muestras de dos centímetros de longitud de la porción craneal y caudal del duodeno, las muestras fueron procesadas para el análisis histológico en un laboratorio privado con la técnica de coloración Hematoxilina- Eosina (H-E), se procedió a observar, medir y analizar las vellosidades intestinales utilizando un microscopio BA 210 LED trinocular con cámara digital Moticam® en aumento de 10X, ubicado en el laboratorio de Ciencias Básicas de la Fundación Universitarias Juan de Castellanos (Ciudad: Tunja. Departamento: Boyacá, País: Colombia). Los cambios morfométricos de longitud fueron medidos desde la base de la vellosidad (lámina propia) hasta su ápice (lumen del duodeno) y el ancho de la parte basal de la misma, las mediciones se realizaron utilizando escala de micras.

Análisis de la calidad de la canal

Se determinó la calidad de la carne por medio de la técnica de pérdida de agua por goteo en canal del pollo, descrito por Honnikel y Hamm [4]; fueron tomadas muestras *post mortem* de la pechuga fresca de tres pollos por replica por cada grupo experimental, a este método se le realizó la modificación propuesta por Moron y Zamorano [11]; donde se cortó longitudinalmente la fibra muscular en trozos de 0,5 centímetro (cm) de ancho x 0,5 cm de alto x 3 cm de largo; las muestras de carne se pesaron y posteriormente colocadas en vasos de plástico suspendidas con hilo, evitando que el trozo de músculo tocara las paredes del vaso, el procesamiento de las muestras se realizó mediante pesajes cada 24; 48 y 72 horas (h); el porcentaje de pérdida por goteo se calculó en función de la diferencia de peso inicial menos el peso final por 100.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) en los parámetros de longitud, ancho y calidad de la canal mediante la prueba de pérdida de agua por goteo, a los d 21 y 42 de edad de las aves.

Longitud de la vellosidad

Se presenta una diferencia significativa ($P < 0,05$) a favor del grupo tratamiento 2, al d 21 de edad de 90,45 micras (μm), sobre el grupo tratamiento 1; y de 304,37 μm frente al grupo control; similar a lo que se presenta en el d 42 de edad donde existe diferencia sobre el grupo tratamiento 1 de 296,08 μm y de 331,58 μm sobre el grupo control (FIG. 1).

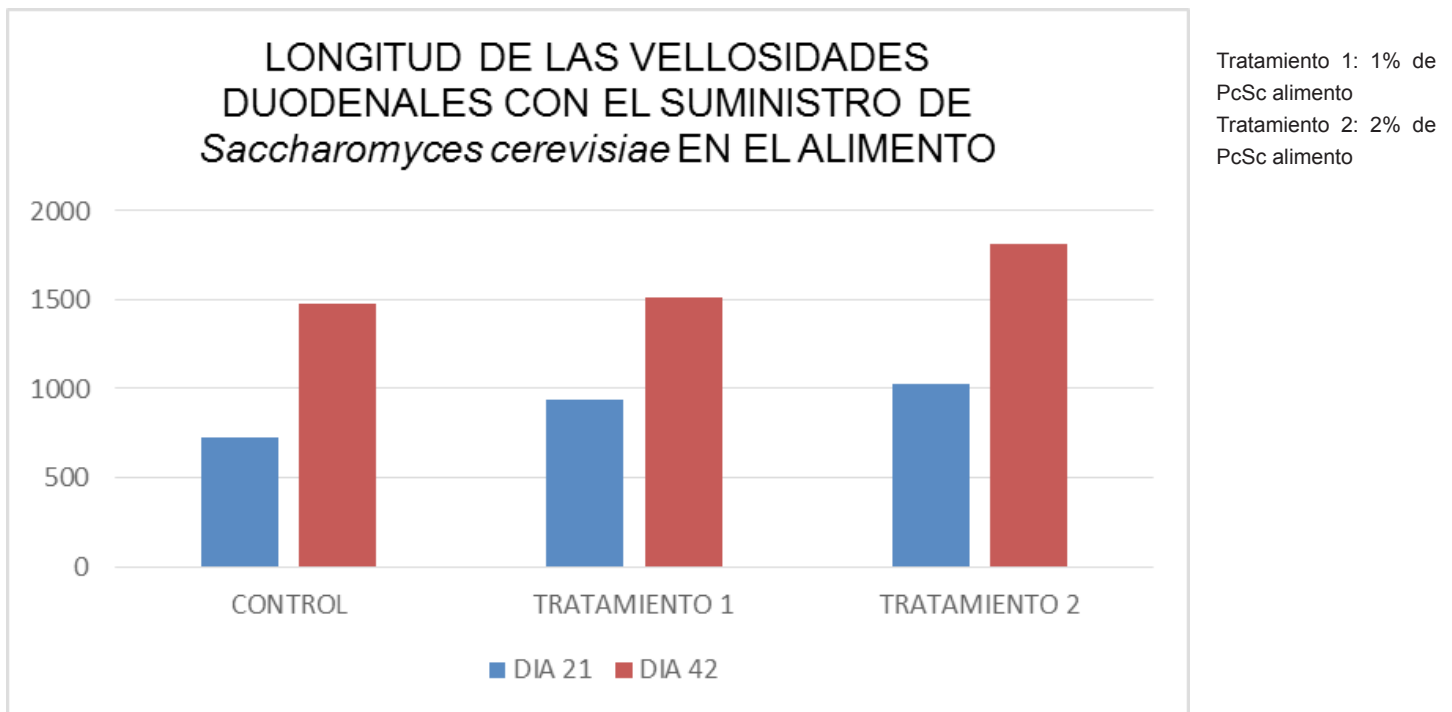


FIGURA 1. LONGITUD EN MICRAS (MM) DE LAS VELLOSIDADES DUODENALES CON EL SUMINISTRO DE PCSC EN EL ALIMENTO

Ancho de la vellosidad

Existe una diferencia ($P < 0,05$) a favor de los grupos tratamiento sobre el grupo control en el parámetro de ancho de la vellosidad, en el d 21 de edad el grupo tratamiento 2 sobresale por 4,41 μm frente al grupo tratamiento 1 y por 33,89 μm respecto al grupo

control, a la vez el grupo tratamiento 1 supera al grupo control por 29,48 μm , mientras en el d 42 de edad el grupo tratamiento 2 presenta una diferencia sobre el grupo tratamiento 1 por 33,12 μm y por 107,99 μm sobre el grupo control, así mismo el grupo tratamiento 1 supera al grupo control por 74,87 μm (FIG. 2).

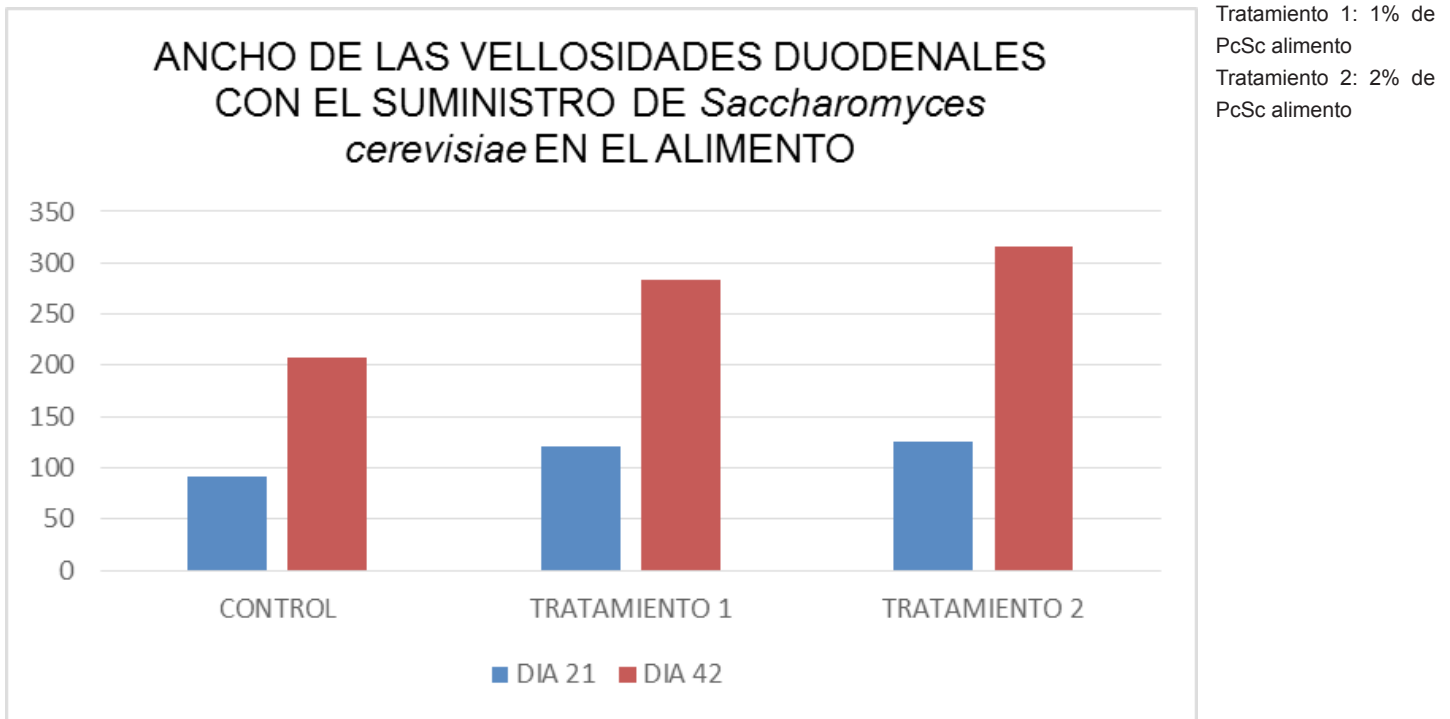


FIGURA 2. ANCHO EN MICRAS (MM) DE LAS VELLOSIDADES DUODENALES CON EL SUMINISTRO DE PCSC EN EL ALIMENTO

Evaluación de la canal por pérdida de agua por goteo

El efecto de la inclusión de levadura en la dieta de las aves, sobre la fuerza de corte del musculo de la pechuga y la pérdida de agua por goteo, presentó diferencias significativas ($P < 0,05$) existe una diferencia marcada entre el peso inicial y el peso final

de las tiras de pechuga para los grupos control y tratamiento 1; siendo en este último más elevado frente al grupo tratamiento 2 que muestra un porcentaje de pérdida de agua por goteo más bajo (TABLA I).

**TABLA I
PORCENTAJE DE PÉRDIDA DE AGUA POR GOTEO**

| | PESO INICIAL | PESO FINAL | DIFERENCIA ENTRE PESO INICIAL Y PESO FINAL | % DIFERENCIA ENTRE PESO INICIAL Y PESO FINAL |
|---------------|--------------|------------|--|--|
| CONTROL | 21,9 | 13,7 | 8,2 | 37,44 |
| TRATAMIENTO 1 | 29,8 | 14,03 | 15,7 | 52,90 |
| TRATAMIENTO 2 | 17,33 | 15,5 | 1,8 | 10,57 |

Los enterocitos al d de nacimiento incrementan rápidamente su longitud, desarrollan pronunciada polaridad y definen su borde en cepillo dentro de unas horas post nacimientos [2, 6, 20]; las criptas se empiezan a formar y se definen a los dos o tres d posteclosión, incrementando su número de células y tamaño presentando una mejor absorción de nutrientes en el segmento intestinal y concretamente en el duodeno, además se observan vellosidades en forma de zig zag (FIG. 3). Esta forma de vellosidades retrasa el paso del alimento por el TGI que las dispuestas en forma de lengüeta [2, 6, 14, 19, 20].

Los resultados obtenidos en este trabajo de investigación corresponde a los encontrados por Honikel y Hamm, [4], donde

se identificó un mayor crecimiento de vellosidades intestinales a los d 21 de edad con la utilización de un prebiótico (MOS) y un ácido orgánico más manano oligosacáridos (MOS) [15,16], comparado con un control en pollos de engorde, pero se encontró resultados contrarios en el duodeno por Dionisio [1], quien obtuvo un mayor crecimiento de vellosidades en el duodeno a los 21 d de edad con la adición de fructo-oligosacáridos, lactosa, manosa y sacarosa como aditivos en pollos de engorde [23], observaron un incremento en la longitud de las microvellosidades del yeyuno en pollos alimentados con una ración suplementada con 4 g/ kg de fructoligosacárido (FOS) durante 49 d, atribuyéndolo posiblemente, a la capacidad que tienen los FOS de crear en el

intestino un ambiente microbiano más favorable, más que a una acción directa sobre el tejido intestinal.

El estudio morfométrico al final de la investigación presenta un mayor crecimiento de las vellosidades duodenales de los grupos a los cuales se les suministró PcSc, lo cual se relaciona con un mejor aprovechamiento de los nutrientes contenidos en el alimento, como lo indican diferentes autores [16-18,22], quienes sugieren que la altura de la vellosidad ha sido relacionada con el área de superficie de la vellosidad o una mayor superficie para la absorción de nutrientes, lo que se evidencia con la ganancia de peso al final de los experimentos (FIG. 3).

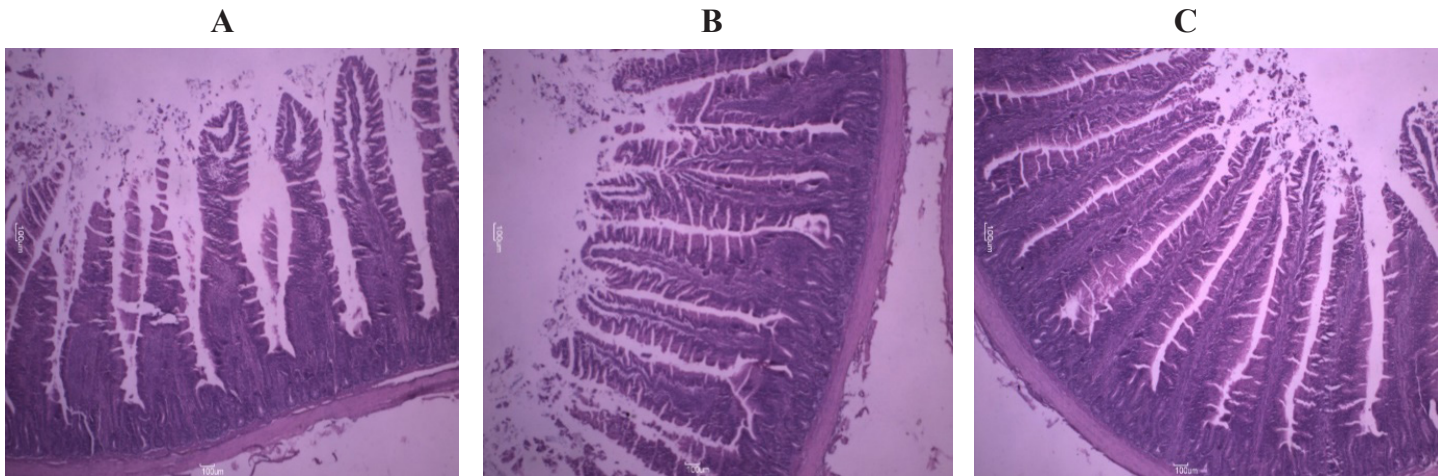


FIGURA 3. FOTOGRAFÍAS DE LA LONGITUD DE LAS VELLOSIDADES INTESTINALES DEL DUODENO A LOS 42 DÍAS DE EDAD, CON OBJETIVO 10X, EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS. A: CONTROL, B: 1% PCSC, C: 2%PCSC. (LABORATORIO DE CIENCIAS BÁSICAS, FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS, PROGRAMA DE MEDICINA VETERINARIA, FUNDACIÓN UNIVERSITARIA JUAN DE CASTELLANOS).

Williams y col. [21], señalaron que la formación de ácidos grasos de cadena corta (AGCC) a partir de los carbohidratos fermentables es importante para el mantenimiento de la morfología e integridad funcional del epitelio del colon [24], encontraron que la densidad de las vellosidades es mayor en los pollos alimentados con FOS o inulina (10 g/kg) que en los del grupo control, hecho atribuido al posible efecto trófico de los AGCC y especialmente al ácido butírico.

Oliveira y col. [13], demostraron que con la suplementación de PcSc en la ración de pollos de engorde observaron efectos positivos a nivel de la longitud de las vellosidades intestinales, sobre todo a nivel del duodeno, con un aumento del 39,7% (315,5 µm) [8], datos que se relacionan con lo hallado en este estudio.

En relación al parámetro de terneza, que es la suma de la fuerza mecánica del tejido muscular esquelético después del *rigor mortis* más el debilitamiento de la estructura durante el almacenamiento *post mórtem* [19]. Para el consumidor es la característica más importante de la carne y es de gran influencia en sus preferencias. La terneza de la carne se estima midiendo la fuerza de corte: cuanto menor sea este valor, mayor es la terneza de la carne. En esta investigación se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) en los valores de la terneza de pechuga, de los pollos que recibieron la levadura en un porcentaje de 1% con los que recibieron 2% y el grupo control. Zhang y col. [25] compararon un grupo de pollos que recibió levadura completa frente al control, y encontraron que la fuerza de corte de pernil crudo disminuyó en el primero; tanto la inclusión de extracto

de levadura como la de pared celular (MOS) tuvieron efecto intermedio. Por su parte los efectos de la inclusión de levaduras respecto al rendimiento de la canal y de sus fracciones en pollos de engorde han sido poco documentados [6]; en su estudio no encontraron efectos de la suplementación de levadura PcSc sobre la calidad de la canal.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este estudio mostraron que la adición de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* a un porcentaje de 1 y 2% de la dieta tuvieron un efecto sobre el desarrollo de la vellosidad a nivel duodenal comparada con el grupo control.

La dinámica morfométrica del crecimiento en longitud y ancho de la vellosidad duodenal guardan una proporción correspondiente a lo reportado en diferentes trabajos de investigación donde se utilizan distintas levaduras y aditivos en la alimentación de los pollos de engorde. La adición en la dieta de diferentes porcentajes de levadura del tipo PcSc mejora la salud intestinal, ya que presenta un mayor crecimiento y desarrollo posteclosión de la mucosa duodenal lo que optimiza la absorción de nutrientes y por consiguiente mejora la ganancia de peso y conversión alimenticia de pollos de engorde.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] DIONIZIO, MA. Prebióticos como promotores de crecimiento para frangos de corte 2001. Lavras: Universidade Federal de Lavras; En línea: <http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbz/v35n3/30064.pdf>. 15/02/2015.
- [2] GEYRA, A.; UNI, Z.; SKLAN, D. The effect of fasting at different ages on growth and tissue dynamics in the small intestine of the young chick. **Br. J. Nutr.** 86:125, 53-61.2001.
- [3] GOBERNACIÓN DE BOYACÁ. 2016. En línea: <http://www.municipios/beteitiva/beteitiva.htm>. 19/02/2017.
- [4] HONIKEL, K. O.; HAMM, R. Measurement of water-holding capacity and juiciness. In: **Quality Attributes and Their Measurement in Meat, Poultry and Fish Products**. Advances in Meat Research Series, Pearson,AM;Dutson,TR. (Eds.). Vol. 9. Pp 125-161.1994.
- [5] KARAOGLU, M.; DURDAG, H. The influence of dietary probiotic *Saccharomyces cerevisiae* supplementation and different slaughter age on the performance, slaughter and carcass properties of broilers. **Intern. J. Poultry Sci.** 4 (5):309-316.2005
- [6] KARCHER, DM.; APPLGATE, T. Survey of enterocyte morphology and tight junction formation in the small intestine of avian embryos. **Poult. Sci.** 87:339-350.2008.
- [7] KELLEY, T.R.; PANCORBO, O.C.; MERKA, W.C.; BARNHART, H.M. Antibiotic resistance of bacterial litter isolates. **Poult. Sci.** 77:243-247.1998.
- [8] LEONE, E.; ALVES DE S., P.; ALVES DE S., H.; OBA, A.; NORKUS, E.; KODAWARA, A.; AZEVEDO DE L., T. Morfometria e ultra-estrutura da mucosa intestinal de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes probióticos. 2003. En Línea: http://www.fmv.utl.pt/spcv/PDF/pdf9_2003/547_125_134.pdf2003. 15/02/2015.
- [9] MACARI, M.; MAIORKA, E. A. Função gastrointestinal e seu impacto no rendimento avícola. In: Anais da Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícola Campinas, Campinas, **Anais FACTA**. 2:161 -174. 2000.
- [10] MORALES, R. Las paredes celulares de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*: un aditivo natural capaz de mejorar la productividad y salud del pollo de engorde. 2007. Universidad Autónoma de Barcelona. Departamento de ciencia animal y de los alimentos. En línea: <http://www.tdx.cat/handle/10803/5689>. 02/06/2013.
- [11] MORÓN, FO.; ZAMORANO, GL. Pérdida por goteo en diferentes carnes crudas. **Arch. Latinoam. Prod. Anim.** 11(2): 125-127.2003.
- [12] PATERRSON, A.; BURKHOLDER, K. Application of prebiotics and probiotics in poultry production. **Poult. Sci.** 82:627-631.2007
- [13] OLIVEIRA, J. E.; UNI, Z.; FERKET, P. R. Important metabolic pathways in poultry embryos prior to hatch. **World Poultry Sci. J.** 64(4). 488. 2008.
- [14] PELICANO, E.; SOUZA, P.; SOUZA, H.; OBA, A.; NORKUS, E.; KODAWARA, L.; LIMA, T. Morfometria e ultra-estrutura da mucosa intestinal de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes probióticos. **Rev. Portug. Ciên. Vet.** 98(547):125-134.2003.
- [15] PELICANO, E.; SOUZA, P.; SOUZA, H.; FIGUEIREDO, DF.; BIAGO, MM.; CARBALLO, SR.; BORDON, VF. Intestinal mucosa development in broiler chickens fed natural growth promoters. **Braz. J. Poultry Sci.** 7:221-229. 2005
- [16] SKLAN, D.; NOY, Y. Direct determination of optimal amino acid intake for maintenance and growth in broilers. **Poult. Sci.** 84(3), 412-418. 2005.
- [17] SANTIN, E.; MAIORKA, A.; MACARI, M. Performance and intestinal mucosa development in broiler chickens fed ration containing *Saccharomyces cerevisiae* Cell Wall. **J. Appl. Poultry Res.** Amesterdan. 10: 236 – 244. 2001.
- [18] TAKAHASHI, K. Structural weakening of skeletal muscle tissue during post-mortem ageing of meat: The non-enzymatic mechanism of meat tenderization. **Meat Sci.** 43(1): 67-80.1996.
- [19] UNI, Z.; GEYRA, A.; BEN-HAR, H.; SKLAN, D. Small intestinal development in the young chick: crypt formation and enterocyte proliferation and migration. **Br. Poultry Sci.** 41: 544-551.2000.
- [20] UNI, Z.; TAKO, E.; GAL-GARBER, O.; SKLAN, D. Morphological molecular and functional changes in the chicken small intestine of the late-term embryo. **Poult. Sci.** 82:1747-1754.2003.
- [21] WILLIAMS, J.; MALLETT, S.; LECONTE, M.; LESSIRE, M.; GABRIEL, I. The effects of fructooligosaccharides or whole wheat on the performance and digestive tract of broiler chickens. **Br. Poultry Sci.** 49: 329-339. 2008.
- [22] WU, Y.B.; RAVINDIAN, V.; THOMAS, D.G.; BIRTLES, M.J.; HENDRIKS, W.H. Influence of method of whole wheat inclusion and xylanase supplementation on the performance, apparent metabolisable energy, digestive tract measurements and gut morphology of broilers. **Br. Poultry Sci.** 5: 385 – 394. 2004.
- [23] XU, Z.R.; HU, C.; XIA, M.S.; ZHAN, X.A.; WANG, M.Q. Effects of dietary fructooligosaccharide on digestive enzyme activities, intestinal microflora and morphology of male broilers. **Poult. Sci.** 82:1030–1036.2003.
- [24] YUSRIZAL, Y.; CHEN, TC. Effect of adding chicory fructans in feed on broiler growth performance, serum cholesterol and intestinal length. **Int. J. Poultry Sci.** 2: 214-219. 2003.
- [25] ZHANG. AW.; LEE, BD.; LEE, SK.; LEE, KW.; AN, GH.; SONG, KB.; LEE, CH. Effects of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) cell components on growth performance meat quality and ileal mucosa development of broiler chicks. **Poult. Sci.** 84(7): 1015- 1021.