

Artículo de Investigación

**EFFECTO DE LA GRANULOMETRÍA DEL ALIMENTO SOBRE LA PRODUCTIVIDAD, PROPORCIÓN DE ÓRGANOS E INTEGRIDAD INTESTINAL DE LOS POLLOS DE ENGORDE EN FINALIZACIÓN**

(Effect of granulometry food on productivity, organs proportion and intestinal integrity of finishing broilers)

**Charly, Farfán-López<sup>1\*</sup>; Mauricio, Verde<sup>1</sup>; Ariana, Sequera<sup>1</sup>; Isamery, Machado<sup>1</sup>; Fanny Requena<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Universidad Central de Venezuela. Instituto y Departamento de Producción Animal. Facultad de Agronomía. Apartado Postal 4579. Maracay, Estado Aragua. Venezuela. <sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP). Maracay, Aragua. Venezuela.

\*Autor correspondencia: [charly.farfan@ucv.ve](mailto:charly.farfan@ucv.ve).

**RESUMEN**

Se evaluó el efecto de la granulometría del alimento sobre las variables productivas, proporción de órganos e integridad intestinal, en pollos de engorde en fase de finalización. Se utilizaron 192 pollos de engorde de la línea Hubbard, desde los 21 a 42 días de edad, los cuales se distribuyeron en dos tratamientos: T1 (alimento con granulometría gruesa; 92% > 4 mm); T2 (alimento con granulometría fina; 36% > 4 mm y 50% > 1 mm). El diseño experimental fue completamente al azar, con dos tratamientos y 12 repeticiones, con ocho pollos por repetición. Se determinó: consumo, peso vivo, ganancia de peso, conversión alimenticia, rendimiento de la canal y peso de órganos. Se realizaron evaluaciones macroscópicas y microscópicas de distintas secciones del tracto intestinal (duodeno, yeyuno, ciego), identificando posibles lesiones y su gravedad. Los datos se analizaron con el programa estadístico InfoStat versión E. Las variables productivas, peso de la canal y órganos se analizaron mediante ANAVAR y prueba de media Tukey. La integridad intestinal se analizó mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Los resultados mostraron que el peso vivo (+447,30 g;  $P < 0,0001$ ), consumo (+218,70 g;  $P < 0,0001$ ) y conversión alimenticia (+0,08;  $P < 0,05$ ) del T1 fueron mayores que para el T2. En proporción de órganos, hubo diferencia en la molleja (+0.696%;  $P = 0,0001$ ), siendo T2 mayor a T1. La evaluación macroscópica intestinal reveló congestión del yeyuno y la evaluación microscópica evidenció congestión y edema en las vellosidades del duodeno y yeyuno, con una mayor proporción para T2 que para T1. Se concluye que los alimentos con una mayor proporción de granulometrías

gruesas son beneficiosos para la productividad de pollos de engorde, además de contribuir con la conservación del epitelio y las vellosidades del tracto intestinal, garantizando el adecuado desempeño fisiológico del pollo de engorde.

**Palabras clave:** Aves, calidad intestinal, dietas, granulometría, tamaño de partícula, sistema digestivo.

**ABSTRACT**

The effect of food granulometry on productive performance variables, organs proportion, and intestinal integrity in finishing broilers, was assessed. A total of 192 broilers of the Hubbard line, from 21-42 days old, were used. Broilers were randomly distributed and subjected to two treatments, as follows: Treatment 1 (T1): food with coarse granulometry (92% > 4 mm); Treatment 2 (T2): food with fine granulometry (36% > 4 mm and 50% > 1 mm). The assay followed a completely randomized design, with two treatments and 12 repetitions, with 8 broilers per replicate. The following variables were determined: food consumption, live weight, weight gain, conversion of food, organ weight, and carcass yielding. Furthermore, macroscopic and microscopic evaluation of the intestinal tract (duodenum, jejunum, and caecum) was performed to identify possible lesions and their severity. Data were analyzed using the InfoStat statistic package (version E). For the productive variables, carcass yielding, and organ weight, ANAVAR and Tukey's mean tests were applied. For intestinal integrity, the non-parametric test of Kruskal-Wallis was used. The results of the assay showed

that live weight (+447.30 g;  $P < 0.0001$ ), food consumption (+218.70 g;  $P < 0.0001$ ), and food conversion (+0.08;  $P < 0.05$ ) of T1 were higher than those of T2. Regarding organs proportion, the corresponding percentage of gizzard was higher in T2 (+0.696%;  $P = 0.0001$ ), when compared to T1. The macroscopic intestinal evaluation revealed jejenum congestion, and the microscopic evaluation showed congestion and edema of villi and of the duodenum, with a higher proportion for T2. It is concluded that foods with a higher proportion of coarse granulometry are beneficial for broilers performance. In addition, they contribute to the epithelium preservation and intestinal tract villi, assuring the adequate functioning of broilers.

**Key words:** Diets, digestive system, granulometry, intestinal quality, poultry, size of particle,

## INTRODUCCIÓN

En la alimentación de los pollos de engorde, afectan a la productividad son la composición y la presentación física del alimento. El procesamiento de ingredientes considerando la granulometría de los alimentos terminados es una práctica común de la industria avícola que se incrementa por sus efectos beneficiosos sobre la productividad en pollos de engorde<sup>1</sup>. Entre los procesos tecnológicos más utilizados están la molienda y el granulado. La aplicación de estas técnicas mejora la fisiología digestiva y por lo tanto la productividad. Sin embargo, la influencia de las condiciones del proceso de los ingredientes, la uniformidad de las granulometría, y calidad del alimento sobre la rentabilidad de las explotaciones, no solo depende de los efectos de estos factores tecnológicos, sino también de una interrelación entre composición del alimento, la edad de los pollos y el estatus sanitario de los mismos<sup>2</sup>.

En esta idea, los altos requerimientos nutricionales de los pollos de engorde modernos, aumentan el riesgo de afectar la integridad intestinal. Como tal recomienda mejoras en la composición nutricional al igual que en presentación física del alimento complementando con dietas especiales pre-iniciadoras<sup>3</sup>. La adecuada integridad intestinal, desde el nacimiento hasta el final del ciclo

productivo, es esencial para obtener el máximo potencial genético de crecimiento y utilización del alimento de los pollos<sup>4</sup>.

En este sentido el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la granulometría de dos tipos de alimentos comerciales sobre la productividad, peso de órganos e integridad intestinal de pollos de engorde en fase de finalización.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Este experimento se llevó a cabo en la Unidad de Ambiente Semi-Controlado (UASC) de la Sección Laboratorio de Aves de la Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Maracay, Edo. Aragua. Ubicada a 10° 17' 5" N, 64° 13' 28" O, a 480 m.s.n.m, con una temperatura media de 25°C y una humedad relativa de 75%<sup>5</sup>.

Se realizó siguiendo un diseño experimental completamente aleatorizado de dos tratamientos, cada uno con 12 repeticiones y ocho pollos por repetición para un total de 192 pollos. Los tratamientos evaluados fueron, Tratamiento 1: alimento con granulometría gruesas (92% > 4 mm) y Tratamiento 2: alimento con granulometría finas (36% > 4 mm y 50% > 1 mm). Realizando el experimento desde los 21 hasta los 42 días, comprendido como la fase de finalización de la cría de los pollos de engorde.

Para el inicio del experimento se contó con una población de 300 pollitos bebés, de la línea Hubbard. Entre la llegada de los pollos y el día seis fueron criados en una sala de las cuatros que conforman la UASC. Donde se le adicionó bebederos de galón y comederos de plato. Al día siete se vacunaron con una dosis de Newcastle y Gumboro, con refuerzo a los diez días de su primera aplicación, el mismo día se seleccionaron según su peso. Ubicando ocho pollos por m<sup>2</sup>, de los cuales cada sala con seis semicercos arrojando 48 pollos por salas y un total de 192. Todas las salas se mantuvieron a una temperatura promedio igual a la del ambiente. La U.A.S.C. además, disponía de equipos como criadoras, bombillos para iluminación, bebedero y comedero independiente para cada corral.

La alimentación fue *ad libitum*, en tres fases: Fase 1) Alimento pre-iniciador molido en forma de migaja (0 – 7 días). Fase 2) Alimento iniciador en forma de migaja (7- 21días). Fase 3) Alimento de finalización en forma pellets (21-42 días; fase experimental). En las Tabla I y Tabla II, se reporta la distribución de las granulometrías y análisis bromatológico para cada tratamiento suministrado para la fase de finalización.

| <b>TABLA I. DISTRIBUCIÓN DE LAS GRANULOMETRÍAS PARA CADA TRATAMIENTO SUMINISTRADO PARA LA FASE DE FINALIZACIÓN.</b> |                      |                      |
|---|----------------------|----------------------|
| <b>Granulometría</b>  | <b>Tratamiento 1</b> | <b>Tratamiento 2</b> |
| <b>&gt; 4 mm</b>  | 92%                  | 36%                  |
| <b>&gt; 2mm</b>   | 4%                   | 14%                  |
| <b>&gt; 1mm</b>   | 4%                   | 50%                  |

pesando con una balanza electrónica Salter Brecknell® modelo electro samson con capacidad de 45 kg y precisión de 50 g el comedero con alimento dejado y por diferencia de peso del comedero con alimento ofrecido al inicio de semana obtenemos el consumo de alimento semanal.

**Conversión de alimento:** Esta variable fue determinada por medio del cálculo matemático de la relación entre el consumo de alimento y ganancia de peso de los individuos semanales. Proporción de canal y órganos: El pesaje se realizó de igual manera el día 42 a los órganos como proventrículo, ventrículo, bazo, hígado y Bursa de Fabricio, asimismo se midió el rendimiento de la canal, para así determinar las proporciones en % en relación al peso vivo. Para ello se utilizó una balanza compacta analítica y de precisión Ohaus® modelo CS 200, con un alcance máximo de 200 gramos (g), una sensibilidad de 0,1 gramos (g).

| <b>TABLA II. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO PARA CADA TRATAMIENTO SUMINISTRADO PARA LA FASE DE FINALIZACIÓN.</b> |               |                |                       |                    |                    |
|--|---------------|----------------|-----------------------|--------------------|--------------------|
| <b>Identificación, %</b>   | <b>Ceniza</b> | <b>Humedad</b> | <b>Proteína Cruda</b> | <b>Fibra cruda</b> | <b>Grasa Cruda</b> |
| <b>Tratamiento 1</b>   | 5,27          | 11,01          | 20,89                 | 2,67               | 8,31               |
| <b>Tratamiento 2</b>   | 5,46          | 9,32           | 20,11                 | 2,45               | 8,48               |

Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal – INIA

Durante la fase experimental, las variables medidas fueron:

**Variables productivas:**

**Ganancia de peso semanal:** Esta variable se midió de manera Grupal utilizando una balanza electrónica de 1gr precisión (Kern® y modelo FKB65K1), con un rango de 0 – 65100 g, tomando el peso de inicio de semana menos el peso de final de semana obteniendo de esta manera la ganancia de peso semanal en gramos (g).

**Consumo de alimento semanal:** se determinó durante la evaluación en horas de la mañana

**Variables fisiológicas:**

**Integridad intestinal:** Se tomaron las muestras en el día 42 de vida de los pollos, por cada sala se seleccionaron tres corrales al azar, de los cuales se extrajeron dos pollos dando un total de 12 repeticiones por tratamiento. Se

sacrificaron mediante dislocación cervical, luego se realizó desangrado por corte en la yugular, procediéndose de inmediato a practicar la necropsia, donde se evaluaron de manera macroscópica los diferentes órganos de interés del tracto intestinal, registrando las observaciones en planillas para su posterior análisis, Seguidamente se procedió a tomar muestra de intestino (1 a 2 cm del duodeno, yeyuno. e íleon), para análisis histopatológico. Las muestras colectadas se colocaran en envases plásticos con (formalina al 10%) debidamente identificados con el número de tratamiento, repetición y sexo, luego serán repicados y enviados a un Laboratorio de

Patología Clínica, para ser procesados mediante la técnica de coloración Hematoxilina-Eosina<sup>6</sup>, con la finalidad de evaluar la estructura de la mucosa de la vellosidad intestinal y la presencia de lesiones

**Evaluación macroscópica:** los 24 pollos que se sacrificaron el día 42, al momento de la necropsia se evaluó macroscópicamente el intestino de los animales. Se procedió a identificar las diferentes lesiones que puedan presentarse en las distintas secciones del mismo (duodeno, yeyuno, íleon, ciego y colon).

**Evaluación microscópica:** Los cortes histológicos obtenidos a través de la técnica de coloración Hematoxilina y Eosina, fueron realizados y analizados en el Laboratorio de Patología Clínica de la FCV de la UCV. Las muestras fueron observadas con un microscopio de luz Olympus®, modelo CX41, con aumento que viene dado por un ocular de 10X mas objetivos 4X y 40X, con cámara incorporada Panasonic® de 7,2 mega pixel modelo Lumix DMC-L27, con la cual se fotografiaron las muestras procesadas con aumento de 9X y lente de 12,5X, determinando lesiones presentes en las vellosidades intestinales en los diferentes tratamiento. En cada lámina se realizó una sección al azar y representativa del corte histológico registrando las lesiones encontradas.

#### Análisis estadístico

Se utilizó el programa estadístico InfoStat Versión E<sup>7</sup>, para las variables productivas, peso de canal y

órganos se aplicó un análisis de varianza, para conocer la existencia de diferencias estadísticas ( $P < 0,05$ ). Para la integridad intestinal se aplicó estadística no paramétrica, por medio de la prueba de Kruskal-Wallis.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Variables Productivas de los Pollos de Engorde

En la Tabla III, se identifican los tratamientos evaluados en función a los resultados obtenidos para la variable consumo de alimento, donde hubo diferencias estadísticas ( $P < 0,0001$ ), el Tratamiento 1 (T1) fue mayor que el Tratamiento 2 (T2). Por otra parte, no hubo diferencia estadística en la variable ganancia de peso (GP), generándose medias con rangos similares, T1 con 1.710,20 g/pollo y T2 con 1.646,8 g/pollo.

En relación a la conversión de alimento (CA), Tabla III, se observa que hubo diferencias estadísticas ( $P < 0,04$ ) entre los tratamientos, siendo T1 el que resulto superior con 0,08 unidades en comparación a T2, manifestando que los pollos que consumieron la dieta constituida con un mayor porcentaje de granulometrías gruesas, obtuvieron una ligera mayor conversión. En tal sentido, Cumming<sup>8</sup> sugirió que en las aves, cuando las dietas son más finas, la molleja opera más como un órgano de tránsito de alimento que como un molino, caso que no se expreso con el T2, con el grupo que se obtuvo la mejor conversión. Por otra parte, Magro y Penz<sup>9</sup>,

reportan que en los pollos de engorde entre los 21 a 42 días, al incrementar la granulometría de 0,3 a 0,6 mm en las dietas, se mejoraron las variables como el consumo, ganancia de peso y el rendimiento de carne en pechuga y de muslo.

**TABLA III. VARIABLES PRODUCTIVAS DE LOS POLLOS DE ENGORDE CON LA INCLUSIÓN DE DOS TIPOS DE ALIMENTOS EN FASE DE FINALIZACIÓN.**

| Variables                     | Tratamiento 1       | Tratamiento 2       | P      | EE    |
|-------------------------------|---------------------|---------------------|--------|-------|
| Consumo de alimento (g/pollo) | 3009,2 <sup>a</sup> | 2790,5 <sup>b</sup> | 0,0001 | 31,23 |
| Ganancia de Peso (g/pollo)    | 1710,2              | 1646,8              | 0,871  | 35,80 |
| Conversión de Alimento        | 1,79 <sup>b</sup>   | 1,71 <sup>a</sup>   | <0,04  | 0,03  |

Letras diferentes en superíndices indican diferencias estadísticas ( $P < 0,05$ ).

P: Probabilidad. EE: Error estándar de la media

**Proporción de órganos de los pollos de engorde**

Por otra parte, en la Tabla IV, se aprecia los resultados relacionados a la proporción de órganos de los pollos de engorde, donde se encontró diferencia estadística ( $P < 0,0004$ ) en el peso vivo (PV), siendo el T1 447,30 g/pollo superior al T2. Las demás variables fueron expresadas en proporción, resultando que sobre la molleja hubo diferencias estadísticas ( $P < 0,0001$ ) debido a que los promedios son de 1,8708% para T1 y 2,5667% para T2, evidenciándose que la molleja de los pollos que consumieron el T2 sufrió mayor desarrollo, con la finalidad de degradar el alimento que contenía diferentes proporciones de granulometría en su composición física. Según Magro y Penz<sup>9</sup>, un incremento mayor en el peso de la molleja con relación al peso corporal de las aves, se expresa cuando se alimentan con granulometrías gruesas, caso que no se expresó en el presente estudio con el T1.

En cambio para las variables rendimiento en canal, proporción de; proventrículo, hígado, bazo y Bursa de Fabricio, en cada uno de sus tratamientos no existió diferencias estadísticas. En lo cual, Klein<sup>10</sup> verifico que los pollos de engorde alimentados con una dieta peletizada, gastaron un tercio del tiempo para consumir la misma de ración ingerida por aquellos pollos de engorde que recibieron la dieta en harina. Esta peletización beneficia el desarrollo

de los órganos y el desempeño de las aves pues ellas gastan menos tiempo para ingerir el alimento y por consecuencia, reducen el gasto de energía para el consumo, dejando la misma disponible para ganancia de peso. Diversos autores<sup>11, 12, 13, 14</sup>, indican que es conveniente granular los alimentos para pollos y pavos de cualquier edad y que debe cuidarse tanto la textura como la granulometría de los mismos, ya que del tamaño de la granulometría depende que órganos como la molleja se desarrolle al igual que el resto del tracto intestinal.

En otro estudio, Brugalli<sup>15</sup> evaluó los efectos de la granulometría de los alimentos sobre las características de diferentes órganos, se observó que, a los 7 días de edad, el peso y el contenido de la molleja de los pollos alimentados con granos finamente molidos, eran menores y el pH mayor, que en pollos alimentados con granulometría más grandes, caso contrario al estudio reportado por Afsharmanesh *et al.*<sup>16</sup> quienes evaluaron el efecto de la ración a base de maíz con granulometrías crecientes en el desarrollo y las características de los órganos de los pollos de engorde de 21 a 42 días de edad, resultando que el mayor tamaño de los órganos del tracto intestinal, fue alcanzada por la ración que tenía granulometría de mayor tamaño. Difiriendo estos resultados a los obtenidos en la presente investigación de acuerdo

**TABLA IV. PESO DE ÓRGANOS DE LOS POLLOS DE ENGORDE CON LA INCLUSIÓN DE DOS TIPOS DE ALIMENTOS EN FASE ENGORDE.**

| <b>VARIABLES</b>             | <b>Tratamiento 1</b> | <b>Tratamiento 2</b> | <b>EE</b> | <b>P</b> |
|------------------------------|----------------------|----------------------|-----------|----------|
| <b>Peso Vivo (g)</b>         | 2561,2 <sup>a</sup>  | 2113,9 <sup>b</sup>  | 75,048    | 0,0004   |
| <b>Peso Canal (%)</b>        | 63,643               | 61,245               | 1,1399    | 0,151    |
| <b>Proventriculo (%)</b>     | 0,3836               | 0,4342               | 0,0280    | 0,2168   |
| <b>Molleja (%)</b>           | 1,8708 <sup>a</sup>  | 2,5667 <sup>b</sup>  | 0,0978    | 0,0001   |
| <b>Hígado (%)</b>            | 1,9992               | 1,9683               | 0,0886    | 0,808    |
| <b>Bazo (%)</b>              | 0,1167               | 0,1067               | 0,0131    | 0,5957   |
| <b>Bursa de Fabricio (%)</b> | 0,0973               | 0,1033               | 0,0136    | 0,7555   |

Letras diferentes en superíndices indican diferencias estadísticas ( $P < 0,05$ ).

P: Probabilidad. EE: Error estándar de la media.

con la proporción del ventrículo.

### Integridad intestinal de los pollos de engorde

Para determinar esta variable se trabajó en base a la presencia o no de las lesiones encontradas y el nivel de gravedad de las mismas en el tracto intestinal de las aves, con la finalidad de establecer la integridad estructural del intestino de estos animales en los diferentes tratamientos. Para el inicio se realizó una evaluación macroscópica donde se observaron lesiones a simple vista seguida de una detallada observación microscópica, donde los resultados obtenidos se discuten a continuación.

### Evaluación Macroscópica

En la Tabla V, se muestran principalmente las lesiones de los órganos observadas macroscópicamente donde la congestión presentó diferencias estadísticas entre los tratamientos ( $P < 0,0228$ ) a nivel de yeyuno siendo T2 en comparación a T1 el tratamiento en el cual se concentra la mayor número de lesiones. Además, para la evaluación existieron afecciones como: hemorragia de tipo equimótica y enteritis, que aparecieron en las distintas secciones del tracto digestivo como el duodeno, ciego e íleon y por su baja presencia impidió determinar estadísticamente diferencias significativas al igual que en los órganos como Bursa de Fabricio, bazo, ventrículo, proventrículo y el hígado donde observaron amarillamientos pero no afectaron de igual manera los resultados

### Evaluación Microscópica

Entre las lesiones más comunes encontradas en el análisis microscópico de los tejidos de las vellosidades del duodeno, yeyuno, íleon y colon se encuentran congestión, hemorragia, erosión, infiltración y edema, como se puede observar en la Figura 1. Igualmente, en relación a los niveles de integridad intestinal, se aprecia que hay diferencia estadística entre los tratamientos, a nivel de duodeno el cual presentó congestión ( $P < 0,0073$ ) y edema ( $P < 0,0154$ ) los cuales afectaron a T2 en mayor grado con respecto a T1. En el intestino delgado, específicamente en yeyuno, el comportamiento fue similar en cuanto a la proporción de las lesiones en los tratamientos de igual forma identificó diferencia estadística ( $P < 0,0130$ ).

Hoerr<sup>17</sup> define, la integridad intestinal como el funcionamiento óptimo del tracto intestinal, el cual maximiza el desempeño productivo de las aves, la integridad intestinal es fundamental para tener una producción rentable. En este sentido, los pollos que consumieron T2, se expresa una tendencia a presentar mayor lesiones afectando la integridad intestinal en relación a T1, donde la granulometría gruesa del alimento fue mayor, en tal sentido concordamos con Nir *et al.*<sup>18</sup> afirmaron que la digestibilidad de nutrientes, disminuye cuando se utilizan granulometría muy finas, ocasionando atrofia en la molleja y una hipertrofia intestinal moderada, provocada por la

**TABLA V. LESIONES MACROSCÓPICAS Y MICROSCÓPICAS POR LA INCLUSIÓN DE DOS TIPOS DE ALIMENTOS COMERCIALES EN FASE DE ENGORDE.**

| Variables            | Lesiones   | Tratamiento 1     | Tratamiento 2      | P      |
|----------------------|------------|-------------------|--------------------|--------|
| <b>Yeyuno macro</b>  | Congestión | 9,14 <sup>b</sup> | 14,86 <sup>a</sup> | 0,0228 |
| <b>Duodeno micro</b> | Congestión | 9,00 <sup>b</sup> | 16,00 <sup>a</sup> | 0,0073 |
|                      | Edema      | 9,58 <sup>b</sup> | 15,42 <sup>a</sup> | 0,0154 |
| <b>Yeyuno micro</b>  | Congestión | 9,38 <sup>b</sup> | 15,62 <sup>a</sup> | 0,0130 |

Letras diferentes en superíndices indican diferencias estadísticas ( $P < 0,05$ )

fermentación bacteriana. Esto sugiere que las granulometrías más grandes tienen un mayor tiempo de exposición en el intestino delgado, causando un incremento en el peristaltismo, destacando una mejora en la utilización de los nutrientes.

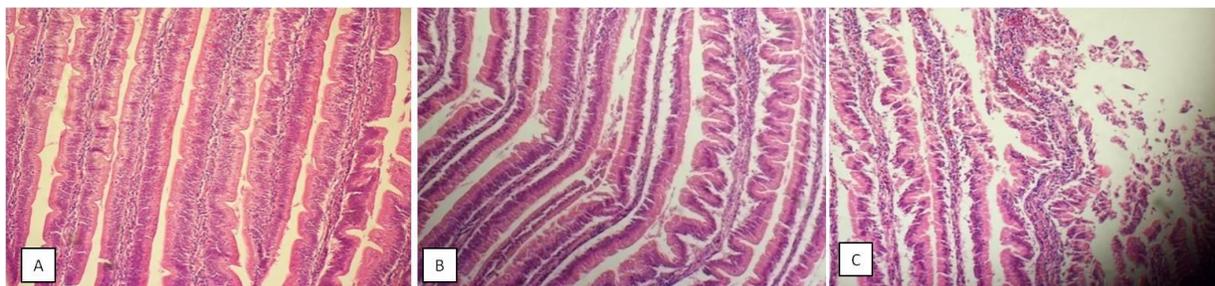
Otro de los beneficios que se buscan con la granulometría de las dietas, es optimizar las funciones del aparato digestivo así como los procesos de digestión, absorción de nutrientes, la barrera intestinal, respuesta inmune y micro-flora alcanzando las necesidades de mantenimiento y productividad de los pollos de engorde<sup>19</sup>. Sin embargo, las granulometrías finas aumentan la velocidad de tránsito y producen atrofia del ventrículo, que es el órgano director de los movimientos peristálticos y de reflujo del aparato digestivo<sup>20</sup>.

Por tanto, moliendas muy finas perjudican de forma indirecta la motilidad y elevan el pH del contenido digestivo, pH elevados reducen la solubilidad y la digestibilidad de los minerales, la proteína y otros nutrientes y facilitan el crecimiento de los microorganismos patógenos comprometiendo la integridad intestinal<sup>21</sup>. Asimismo, las granulometrías gruesas pueden reducir la incidencia de procesos entéricos al disminuir la adherencia de las bacterias a las mucosas y aumentar la digestibilidad de ciertos nutrientes. Es importante destacar que las células caliciformes que se encuentran distribuidas a lo largo de la mucosa intestinal tienen como principal función la secreción

del mucus intestinal, el cual constituye una protección a la pared intestinal contra erosiones y contra el pH que trae el quimo proveniente del estómago, las granulometrías juegan un papel importante en la dieta debido a que cuando son excesivamente finas los sedimentos producen fermentación bacteriana comprometiendo la integridad de la estructuras del intestino<sup>22,23,24</sup>. Seguidamente autores como Mitchell y Smith<sup>25</sup> y Bedford<sup>26</sup>, sugieren que una de las razones para la mayor eficiencia de las estirpes de pollo de engorde es debido a la mayor superficie de absorción por unidad de peso del sistema digestivo aviar (SDA), minimizando así la cantidad del sistema requerido, lo que a su vez reduce el costo de mantenimiento y permite una mayor eficiencia alimenticia.

## CONCLUSIONES

Bajo las condiciones llevadas a cabo en el presente estudio, se concluye que la distribución de la granulometría en especial las de mayor tamaño en los alimentos son de suma importancia, ya que genera efectos beneficiosos sobre la productividad en pollos de engorde, como mejora del consumo de alimento, ganancia de peso y peso vivo. En relación a los órganos, el principal efecto fue sobre el ventrículo, quien aumento su proporción en los pollos que consumieron la dieta con mayor contenido de granulometrías finas, igualmente se destaca que la conservación de la integridad intestinal, se vio afectada por lesiones como congestiones y edemas tanto a nivel de



**Figura 1.** Corte histológico de vellosidad intestinal de duodeno y yeyuno de pollos de engorde con diferentes tratamientos de granulometría. Leyenda: A (Tratamiento 1): Obsérvese tejido de la vellosidad intestinal (VI) de duodeno sin lesiones aparentes. B (Tratamiento 2): Nótese tejido de la VI de duodeno con infiltración inflamatoria, congestión y edema. C (Tratamiento 2): Obsérvese VI de yeyuno con edema y congestión, también se observa erosión.

yeyuno como en duodeno, cuando el alimento tenía una mayor proporción de granulometrías finas (T2: 50% > 1mm), ocasionando daños en la estructura y como consecuencia pérdidas en cuanto a desempeño de absorción de nutrientes en el intestino.

### DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES

No existe ningún conflicto de interés, real o potencial, incluyendo cualquier relación financiera, personal o de otro tipo, con personas u organizaciones, lo cual pudiesen inapropiadamente influenciar o sesgar el contenido de este trabajo.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

<sup>1</sup>JIMÉNEZ, M. 2009. Efecto de la adición de enzimas en dietas para pollos a base de sorgo sobre parámetros productivos. Pasantía de Investigación. Facultad de agronomía. Universidad Central de Venezuela. 25 pp.

<sup>2</sup>MATEOS, G.; LÁZARO, R. 2004. En: Biotecnología Nutricional en las industrias de piensos y alimentos. T.P. Lyons y K.A. Jacques (Eds.). Nottingham University Press. Reino Unido. Pp. 69-77.

<sup>3</sup>MARTÍNEZ, C.; LANGHOUT, P. 2011. Estrategias de Alimentación para Optimizar Integridad Intestinal. <http://www.engormix.com/MA-avicultura/nutricion/articulos/alimentacion-de-pollos-t3255/141-p0.htm> Consultada: 16/06/2012.

<sup>4</sup>CERVANTES. H. 2011. Benefits of antibiotic use in animal agriculture. American Association of Avian Pathologists. Symposium: Current Regulatory Status and Use of Antibiotics in the Poultry Industry. July 16-19, 2011, St. Louis, Missouri, EUA. *Poultry Science*. Vol. 90 (E-suppl. 1) 301 pp.

<sup>5</sup>INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIA) 2012. Unidad Agroclimatológica. Reporte de estación climatológica. Maracay - Venezuela. 2 pp.

<sup>6</sup>PROPHET. E.; MILLS, B.; ARRINGTON, L.; SOBIN, L. 1995. Hematoxilina y Eosina. En métodos histotécnicos. Instituto de patología de las fuerzas armadas de Norteamérica (AFIP). McGraw-Hill Book Company.

<sup>7</sup>INFOSTAT VERSIÓN E. 2015. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <http://www.infostat.com.ar>.

<sup>8</sup>CUMMING, R. 1994. Opportunities for whole grain feeding. In: Proceedings 9th. European Poultry Conference, Glasgow Vol. II, Pp. 219-223.

<sup>9</sup>MAGRO, J.; PENZ, M. 1998. Efeito da granulometria da ração no desempenho e nas características teciduais de frangos de corte alimentados dos 21 aos 42 dias de idade. [Dissertação] Porto Alegre, RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

<sup>10</sup>KLEIN, C.; KESSLER, A.; PENZ, A. 1995. Efeito da forma física da ração sobre alguns parâmetros de metabolismo energético de frangos de corte. Anais da XXXII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Brasília, DF. Pp.482-483.

<sup>11</sup>MATEOS, G.; VALENCIA, D.; PIQUEROS, V. 2005. Influencias del procesado de ingredientes y pienso terminados sobre la productividad en monogástricos. En: XXI Curso de especialización FEDNA. Madrid, 7 y 8 de Noviembre. Pp 277 – 322.

<sup>12</sup>PARSONS, A.; BUCHANAN, N.; BLEMMINGS K.; WILSON M. E.; MORITZ. J. S. 2006. Effect of Corn Particle Size and Pellet Texture on Broiler Performance in the Growing Phase. *Poultry Science*. 15: 245-255.

<sup>13</sup>MOSSAMI, A. 2011. Effects of different inclusions of oat hulls on performance, carcass yield and gut development in broiler chickens. Swedish University of Agricultural Science. Department of Animal Nutrition and Management. [http://stud.epsilon.slu.se/2157/1/mossami\\_a\\_110114.pdf](http://stud.epsilon.slu.se/2157/1/mossami_a_110114.pdf). Consultada: 13/01/2014.

- <sup>14</sup>SERRANO, M. P.; VALENCIA, D. G.; MÉNDEZ, J.; MATEOS, G. G. 2012. Influence of feed form and source of soybean meal of the diet on growth performance of broilers from 1 to 42 days of age. 1. Floor pen study. **Poultry Sci.** 91: 2838-2844.
- <sup>15</sup>BRUGALLI, I. 1999. Efeito da granulometria na biodisponibilidade de fósforo e nos valores energéticos da farinha de carne e ossos e exigência nutricional de fósforo de pintos de corte. Universidad de Federal de Viçosa. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). 83 pp.
- <sup>16</sup>AFSHARMANESH, M.; SCOTT, T.; SILVERSIDES, F. 2007. Effect of wheat type, grinding, heat treatment, and phytase supplementation on growth efficiency and nutrient utilization of wheat-based diets for broilers. **Canadian Journal Animal Science.** 88: 57-64.
- <sup>17</sup>HOERR, F. 2009. La Integridad intestinal y su importancia económica en la Industria Avícola. Dep. De Producción Animal: Aves FMVZ-UNAM
- <sup>18</sup>NIR, I.; HILLEL R.; SHEFET G.; NITSAN Z. 1994 Effect of grain particle size on performance. 2. Grain texture interactions. **Poultry Science.** 73: 781-791.
- <sup>19</sup>ROSTAGNO, H. S.; BÜNZEN, S.; SAKOMURA, N.; ALBINO, L. 2007. Avanços metodológicos na avaliação de alimentos e de exigências nutricionais para aves e suínos. **Revista Brasileira do Zootecnia.** Suplemento Especial. 36: 295
- <sup>20</sup>MORAN, E. 1982 Nutrición comparativo de las aves de corral y cerdos: los sistemas intestinales. Ed. E. Morán. Universidad de Guelph, Ontario, Canadá. 40 pp.
- <sup>21</sup>Engberg, R.; Hedemann, M.; Jensen, B. 2002. The influence of grinding and pelleting of feed on the microbial composition and activity in the digestive tract of broiler chickens. **British Poultry Science.** 43: 569-579.
- <sup>22</sup>DUNKE D. 1960. A brief histology of the intestine of the turkey poultry. **Journal of Veterinary Research** 15 (12): 497-498.
- <sup>23</sup>BANKS, J. 1996. Applied veterinary histology. Modern Manual. México. Pp198-513.
- <sup>24</sup>CRAWFORD, J. 2000. El tracto intestinal. Patología Estructural y Funcional. 6 ed. España: McGraw Hill-Interamericana.
- <sup>25</sup>MITCHELL, M.; SMITH, M. 1991. The effects of genetic selection for increased growth on mucosal and muscle weights in the different regions of the small intestine of the domestic fowl (*Gallus domesticus*). **Compendium of Biochemistry Physiology,** 99: 251-258
- <sup>26</sup>BEDFORD, M. 1996. Interaction between ingested feed and the digestive system in poultry. **Journal Applied Poultry Research.** 5: 86-95.