

# EFFECTO DE LA ADICIÓN DE COMPLEJOS ENZIMATICOS EN DIETAS A BASE DE SORGO (*Sorghum bicolor*) SOBRE LA INTEGRIDAD INTESTINAL DE POLLOS DE ENGORDE

## Effect of the Addition of Enzyme Complexes in Sorghum (*Sorghum bicolor*) Based Diets on Intestinal Integrity of Broilers

Clovis Pérez<sup>1</sup>, Vasco de Basilio<sup>1</sup>, Irina Colina<sup>1</sup>, Isamery Machado<sup>1</sup>, Mario Rossini<sup>2</sup> y Darwin Arrieta<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Agronomía, <sup>2</sup> Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Estado Aragua. 2012. Venezuela. clovisperez2a@gmail.com

### RESUMEN

Para evaluar el efecto de la adición de complejos enzimáticos (CE) en dietas a base de sorgo sobre la integridad intestinal de pollos de engorde, se realizó un experimento en la Sección laboratorio de Aves, Universidad Central de Venezuela (UCV), Maracay, estado Aragua. Mil doscientos pollitos masculinos y femeninos (ROSS 308), de un día (d) de nacidos fueron utilizados y distribuidos bajo un diseño aleatorizado con cinco grupos de tratamientos (T) y ocho réplicas, de 30 individuos cada uno, de la siguiente manera: T1: testigo, maíz-soya; T2: testigo, maíz-soya-sorgo; T3: T2 + complejo CE para proteína vegetal (CE1); T4: T2 + CE de fermentación en estado sólido (CE2); T5: T2 + CE1 y CE2. Se midió la longitud, el ancho de las vellosidades intestinales (VI) y la integridad a través del estudio histopatológico el d 21 y 35 del ciclo productivo del ave. Hubo un incremento significativo de 140 $\mu$  en la longitud de VI entre T4 y T5 con respecto a T1, T2 y T3 a 35 d. T5 aumentó la longitud de las VI, siendo mayores en T5 (733,4 $\mu$ ; 57,7 $\mu$ ; y 0, respectivamente). También se observaron lesiones, tales como congestión, hemorragia, erosión, ensanchamiento apical, infiltración y edema, evidenciándose el menor número de lesiones en T4 y T5. Hay un efecto de la inclusión de sorgo, aumentando la talla de las VI y el número de lesiones. La reformulación de los CE aumentó la longitud y mejoró la integridad de las VI, reduciendo el efecto dañino de la inclusión el sorgo.

**Palabras clave:** Pollos de engorde, enzimas, medidas de vellosidades, integridad intestinal.

### ABSTRACT

To evaluate the effect of the addition of enzyme complexes (EC) in sorghum (*Sorghum bicolor*) based diets on intestinal integrity of broilers, an experiment was conducted at the Poultry Laboratory Section, University Central of Venezuela (UCV), Maracay, Aragua State. One thousand two hundred of one-day-old male and female chickens (ROSS 308) were used and distributed in a randomized design with five treatments (T) and eight replicated groups, of 30 chickens each one, as follow: T1: diet based on corn-soybean (BD), T2: corn-soybean sorghum diet, T3: T2 + enzyme complex (EC) for vegetable protein (EC1), T4: T2 + EC solid-state fermentation (EC2), T5: T2 + EC1 and EC2. Length, width and integrity of the villi were measured d 21 and 35 of the production cycle of the bird. There was a significant increase of 140 $\mu$  at the top of the villi (VI) between T4 and T5 compared to T1, T2 and T3 to 35 days, being higher in T5 (733.4  $\mu$ , 57.7  $\mu$ , and 0, respectively). Also, lesions such as congestion, hemorrhage, erosion, apical enlargement, infiltration and edema were observed. Inclusion of sorghum increased the size and number of VI injuries. Reformulated EC increased the length and improved the VI integrity, reducing the harmful effect of sorghum inclusion.

**Key words:** Broilers, enzymes, villi measures, intestinal integrity.

### INTRODUCCIÓN

La industria avícola venezolana juega un papel importante en el desarrollo de la nación, aportando el 66,6% de la proteína animal consumida en el país [4]. La producción nacional de cereales no satisface la demanda de la industria de producción

animal; ésta se ha visto en la obligación de importar más del 70% de insumos para la elaboración del alimento balanceado, lo que ha incrementado el costo de producción [4] y ha convertido al maíz (*Zea mays*) en un producto muy cotizado.

Por ello se requiere el uso de materias primas que no compitan con la alimentación humana y de menor costo; este es el caso del sorgo (*Sorghum bicolor*) que presenta una serie de características agronómicas atractivas para la industria, su perfil nutricional es equivalente a otros cereales, es de bajo costo, está disponible casi todo el año, es resistente al ataque de pájaros y tolerante a las sequías. Sin embargo, el sorgo presenta un alto contenido de taninos condensados, relacionados con la disminución de la absorción de aminoácidos, glucosa y grasa a nivel intestinal [2], así como niveles de fibra y de polisacáridos no amiláceos (PNA) que limitan el aprovechamiento de los nutrientes y reducen el consumo del animal.

Los complejos enzimáticos (CE) en dietas para aves permiten complementar la producción de enzimas endógenas [15] y permiten un mejor uso de los nutrientes al maximizar la acción de las enzimas sobre cada uno de los constituyentes de la dieta. Los CE a su vez promueven un buen desarrollo del tracto gastro intestinal (TGI) "altura de las vellosidades y profundidad de las criptas" y disminuye los efectos negativos de los taninos del sorgo sobre el TGI, haciéndolo más aprovechable para el ave, provocando así un aumento de la eficiencia productiva y la capacidad de absorción de nutrientes.

Por tal motivo, el presente trabajo pretendió evaluar el efecto de la adición de dos complejos enzimáticos (CE) de origen vegetal en dietas a base de sorgo, por separado y en conjunto, sobre la integridad intestinal de pollos de engorde (*Gallus gallus*) durante su ciclo productivo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Ubicación:** El ensayo se realizó en la Sección-Laboratorio de Aves de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela (UCV), Núcleo Maracay, la cual está ubicada a 455m s.n.m., presentando una temperatura promedio anual de 25°C y humedad relativa promedio anual de 75% [7]. Se utilizó un galpón de 6m de ancho y 64m de largo, con dos baterías de corrales, de 30 puestos cada uno, de los cuales se utilizaron 40 para la experiencia. Dicho galpón posee piso de concreto, los cuales están cerrados con malla y puertas individuales.

**Equipos:** Para el suministro de calor en los primeros siete días (d) del ciclo se colocaron cercos y papel en cada puesto de recepción. Los bombillos se mantuvieron encendidos 12 horas (h) durante la noche y se cerraron cuatro corrales del galpón con cortinas. Para proveer el alimento se contó con comederos de plato y bebederos de galón para el suministro de agua. El d nueve se ubicaron los pollos en cada uno de los corrales definitivos. En esta etapa se suministró el alimento en comederos de tolva y bebederos de galón. Pasado el d 18,

se elevó la cortina del galpón, a fin de proporcionar una mayor ventilación y aire fresco durante el día.

**Tipo de aves:** Se utilizaron 1200 pollitos de ambos sexos seleccionados de una población de 1600 pollitos de un día de nacidos, pertenecientes al híbrido ROSS 308 [1].

**Manejo de las aves:** El d 7 del ciclo productivo del ave se ubicaron 30 pollitos en 40 corrales. Para hacer la distribución homogénea se tomó una muestra aleatoria de 20 pollitos de los cuatro corrales iniciales. Con los resultados de este pesaje se elaboró una distribución de pesos (Campana de Gauss) para crear las diferentes categorías de peso: pequeños (<145g), medianos (146-165g) y grandes (>165g). Estos animales se pesaron en una balanza electrónica marca Kern, modelo FKB con capacidad de 65kg y precisión de 1g, Alemania; luego de realizarse el pesaje individual de todos los pollos, los que estaban ubicados en los extremos de la curva de peso vivo fueron descartados para crear un lote más homogéneo [16].

**Manejo sanitario:** Los comederos y bebederos se desinfectaron con creolina; se encaló el pasillo y las paredes del galpón; seguidamente se asperjó con amonio cuaternario usando una fumigadora manual de espalda 20 litros (L), marca Matabi, modelo Super Agro 20, Guatemala; cumpliendo de esta forma la desinfección completa del galpón. El d siete del ciclo productivo se vacunó contra New Castle (Avinew) y Gumboro (Bursa Vac 3), ambas vía ocular, el d 14 se aplicó el refuerzo en el agua.

**Programa de alimentación:** El programa de alimentación utilizado fue: iniciador (0-9 d) igual para todos los pollos; a partir del d nueve las aves comenzaron a recibir los diferentes T, así: crecimiento (9-23 d) y engorde (23-37 d) en forma de harina elaborado en la Sección-Laboratorio de Aves, según fórmula comercial por cada T y ofrecido *ad libitum* al igual que el agua (TABLA I y II).

- CE1: complejo enzimático para fuentes de proteína vegetal, constituido por: proteasas: 7.500 HUT/g; celulasas: 50 CMC units/g; amilasas: 600 BAU/g.
- CE2: complejo enzimático de fermentación en estado sólido, constituido por: fitasa: 300 PU/g; proteasa: MIN700 HUT/g; pectinasa: MIN 4.000 AJDU /g;  $\beta$ -glucanasa: MIN 200 BGU/g; xilanasas: 100 XU/g; celulasa: MIN 40CMCU/g y amilasa: MIN 30 FAU/g.

**Reformulación:** Los T se elaboraron realizando un ajuste en el contenido de la proteína vegetal (Soya 46%), para ello se adicionaron los CE en T3, T4 y T5 (0,05% CE1; 0,02% CE2 y 0,05% CE1 + 0,02% CE2, respectivamente) y la proteína de Soya 46% paso a llamarse Soya 7-7-7, esta reformulación permitió el ahorro de materia prima sin descuidar los requerimientos nutricionales del ave.

**Diseño experimental:** A través de un diseño completamente aleatorizado fueron distribuidos cinco tratamientos (T) con ocho réplicas de 30 animales c/u, para un total de 40 unidades experimentales, dichos T consistieron en:

**TABLA I**  
**COMPOSICIÓN DE DIETAS UTILIZADAS EN LA ETAPA DE CRECIMIENTO Y ENGORDE DE ACUERDO A LOS TRATAMIENTOS**

Fase de crecimiento	Tratamientos (%)				
	1	2	3	4	5
Materias primas					
Maíz amarillo	57,44	37,02	38	40,57	41,44
Soya 46%	32,06	32,10	0	31,03	0
Soya 7-7-7	0	0	32,23	0	31,13
Grasa	5,81	5,90	4,97	4,04	3,15
Fosfato 21/17	1,45	1,44	1,43	0,95	0,95
Calcio 38%	1,45	1,43	1,43	1,40	1,40
Vit-inic-aves	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Sal	0,35	0,33	0,33	0,35	0,35
Metionina 99%	0,32	0,33	0,29	0,31	0,27
Lisina HCL	0,15	0,15	0,06	0,16	0,08
Aceite de soya	0,12	0,44	0,40	0,32	0,28
Secuestrante	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Promotor orgánico	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
L-treonina ADM	0,05	0,06	0,01	0,05	0,08
Sorgo 8,5%		20	20	20	20
Complejo enzimático 1			0,05		0,05
Complejo enzimático 2				0,02	0,02
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
Fase de engorde					
Maíz amarillo	59,76	34,23	35,15	37,79	38,68
Soya 46%	29,62	29,67	0	28,57	0
Soya 7-7-7	0	0	29,72	0	28,62
Grasa	6,28	6,38	5,51	4,52	3,69
Fosfato 21/17	1,36	1,35	1,35	0,87	0,87
Calcio 38%	1,39	1,37	1,37	1,34	1,34
Vit-inic-aves	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Sal	0,32	0,31	0,31	0,32	0,32
Metionina 99%	0,30	0,31	0,28	0,29	0,26
Lisina HCL	0,10	0,11	0,03	0,13	0,06
Aceite de soya	0,05	0,45	0,42	0,33	0,29
Secuestrante	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Promotor orgánico	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
L-treonina ADM	0,02	0,02	0,01	0,02	0
Sorgo 8,5%		25	25	25	25
Complejo enzimático 1			0,05		0,05
Complejo enzimático 2				0,02	0,02
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

T1: Testigo, alimento a base de maíz-soya; T2: Testigo, alimento base de sorgo-soya; T3: T2 + enzima 1; T4: T2 + enzima 2; T5: T2 + enzimas 1 y 2. Fuente: Alltech.

**TABLA II**  
**COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA PARA EL ALIMENTO UTILIZADO EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS**  
**DE LAS ETAPAS DE CRECIMIENTO Y ENGORDE**

Tratamientos	Materia Seca (%)	Ceniza (%)	Proteína (%)	Fibra (%)	Extracto Etéreo (%)	Calcio (%)	Fósforo (%)	Energía bruta (kcal)
Iniciador	90,7	6,34	25,2	2,48	11,75	0,92	0,39	4436
<b>Crecimiento</b>								
T1	97,5	4	21,7	3,2	13,4	1,3	0,5	5163
T2	90,4	9,2	26,1	5,4	7,1	1,5	1	5009
T3	90,5	7,5	26,2	5,7	8,7	1,2	0,3	5001
T4	89,8	6,6	26,7	4,3	6,9	1,2	0,3	5051
T5	89,8	6,8	24,5	5,3	6,8	1,1	0,3	5039
<b>Engorde</b>								
T1	90,0	6,9	20,5	4,1	9,5	1,4	0,8	4762
T2	90,1	6,9	23,2	4,6	8,4	1,1	0,8	4748
T3	90,1	6,8	23,2	4,3	7,7	1	0,5	4736
T4	90,0	6,3	26,7	3,1	8,5	0,9	0,7	4178
T5	90,8	7	23,2	3,1	9,8	1,2	0,5	4372

T1: Testigo, alimento a base de maíz-soya; T2: Testigo, alimento a base de sorgo-soya; T3: T2 + enzima 1; T4: T2 + enzima 2; T5: T2 + enzimas 1 y 2. Fuente: Laboratorio de nutrición animal, Facultad de Agronomía, UCV.

- **T1:** alimento balanceado (AB) maíz-soya (*Zea mays-Glycine max*).
  - **T2:** AB maíz-soya-sorgo (*Zea mays-Glycine max-Sorghum bicolor*).
  - **T3:** T2 + CE1.
  - **T4:** T2 + CE2.
  - **T5:** T2 + CE1 y 2.
- T3:** dieta reformulada con 0,05% del CE1.  
**T4:** dieta reformulada con 0,02% del CE2.

### Variables histológicas

**Toma de muestra:** Los d 21 y 35 del ciclo productivo del ave se tomó un pollo al azar de cada uno de los 40 corrales, luego del sacrificio (dislocación cervical y desangrado). Se tomaron muestras de intestino delgado (2 cm del duodeno aproximadamente) y fueron conservadas en formol neutro al 10%, las cuales fueron procesadas en el laboratorio de Patología Clínica de la UCV, Facultad de Veterinaria mediante la técnica de coloración Hematoxilina-Eosina, a fin de evaluar la estructura de la mucosa (lesiones y dimensiones de las vellosidades) [11]. La evaluación de las vellosidades intestinales (VI) se realizó en directo con un microscopio de luz marca Olympus, modelo CX41, China; éstas se realizaron usando lentes de 10 y 40X [9].

**Longitud de las vellosidades:** Una vez procesadas las muestras, se fotografiaron los cortes histológicos (CH) con una cámara digital marca Panasonic de 7,2 mega píxeles modelo Lumix DMC-L27, China; con un aumento de 9X y una lente de 12,5X, la cual está acoplada a un microscopio de luz marca

Olympus modelo CX41, China, a fin de determinar las longitudes de las VI (alto, ancho apical, medio y basal). Se seleccionó al azar un campo en los CH y se tomaron cuatro fotos por repetición para la etapa de crecimiento y engorde [9]. Las fotos digitalizadas se procesaron con el programa digital de morfometría "Image Tool"[10], el cual se calibró con graticula predefinida de un cm, a fin establecer la relación en micras ( $\mu$ ). Para mantener el mismo criterio de selección durante la evaluación se midieron las cinco primeras VI que se encontrasen presentes del lado derecho de cada foto. Las mediciones de longitud se realizaron trazando líneas que fueron desde el ápice de la VI (límite superior) hasta el área donde inician las criptas (límite inferior). Para el ancho se tomaron tres mediciones, el diámetro del ápice, el tercio medio y la base de la VI, tomando como límites la membrana basal epitelial lateral.

**Integridad intestinal:** Los CH fueron analizados en el laboratorio de Patología Clínica de la UCV, Facultad de Veterinaria; en primer lugar se determinaron las lesiones que presentaron las VI en los distintos T y etapas, luego se le asignó una escala numérica a la lesión, según el nivel de gravedad: sin lesión aparente, leve, moderado y grave (0, 1, 2 y 3, respectivamente) [12]. Se seleccionó al azar un campo en los CH, que fuese representativo de todas las VI para cada uno de los T; luego se asignaron los valores a las lesiones, según el nivel de gravedad de la escala elaborada.

**Análisis estadístico:** Para el análisis de datos se utilizó el paquete estadístico "Stat View" [13], en el cual se sometieron los datos a análisis de varianza (ANOVA). Se obtuvieron resultados con un  $\alpha$  de 0,05 para cada variable utilizando el siguiente modelo matemático:  $y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$

$y_{ij}$  = observación  $j$ -ésima (réplica) del  $i$ -ésimo tratamiento, es decir, observación conjunta del número de réplicas y el número de tratamientos.

$\mu$  = media general poblacional.

$\tau_i$  = efecto del  $i$ -ésimo tratamiento, es decir, la adición de los complejos enzimáticos.

$\varepsilon_{ij}$  = error experimental de la  $j$ -ésima observación en el  $i$ -ésimo tratamiento, es decir, del total de observaciones.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Longitud y ancho de las vellosidades:** Luego del estudio de los CH se analizaron las longitudes de las VI (TABLA II) se encontraron diferencias estadísticas ( $P=0,003$ ) en la etapa de engorde (23-35 d) entre T1, T2 y T3 con respecto T4 y T5. Los T con la adición enzimática T5 y T4 y el T2 presentaron VI de mayor longitud en  $140\mu$  en promedio con respecto a los T1 y T3, evidenciando que solo el complejo enzimático 2 tuvo efecto positivo sobre la longitud de las VI. García y col. [5] reportaron aumento de la longitud de las VI cuando evaluaron el efecto del T térmico y suplementación enzimática en dietas a base de cebada (*Hordeum vulgare*) para pollos de engorde. Al mismo tiempo Xu y col. [14] encontraron diferencias significativas cuando evaluaron el efecto de un fructo-oligosacárido (FOS) sobre la morfología intestinal cuando incorporaron 4,0 g/kg FOS en dietas a base de maíz-harina de soya (*Zea mays*-harina de *Glycine max*) y encontraron aumentos en la longitud de las VI del yeyuno e ileon de  $44,18\mu$  en promedio con respecto al testigo. Aunque la etapa de crecimiento no mostró diferencias estadísticamente significativas entre los T, se observa una diferencia significativa con la edad y un incremento en los T testigos con respecto a los enzimáticos.

En relación al ancho apical y medio no se reportaron diferencias significativas entre los T aunque, al evaluar el tipo y nivel de lesiones intestinales, se evidenció un ensanchamiento notorio de las VI ( $P<0,0001$ ) en T2, T3 y T4, siendo mayor T2. El ancho basal y el ancho promedio (TABLA III y IV) presentaron diferencias significativas ( $P<0,05$ ) para cada T y edad; a los 23 d ( $P<0,002$ ) se observó que T1 presenta el mayor ancho  $59,66\mu$ , presentando una diferencia de  $11,6\mu$  más con respecto al resto de los T; a los 35 d ( $P=0,003$ ) hubo un incremento del ancho de las VI en T4 y T5 de  $55,07$  y  $56,9\mu$ , respectivamente, con respecto a T1, T2 y T3.

Para los 35 d, el ancho promedio presentó un comportamiento similar al ancho basal encontrándose incrementos en T4 y T5 de  $3,81$  y  $8,54\mu$ , respectivamente, con respecto al resto al ancho promedio de los T. En la TABLA IV se observa que, solo la adición del CE2 aumentó la longitud de las VI en la etapa de engorde en T4 y T5, mientras que la adición del CE1 no mostró efectos positivos; sin embargo, la acción sinérgica de los CE ocasionó VI de mayor longitud.

**TABLA III**  
**EFFECTO DE LA ADICIÓN DE LOS COMPLEJOS ENZIMÁTICOS SOBRE LA LONGITUD DE LAS VELLOSIDADES INTESTINALES ( $\mu$ )**

Tratamiento	Longitud de las vellosidades intestinales ( $\mu$ )	
	23 días	35 días
T1	517,99 $\pm$ 28,05 ns	568,52 $\pm$ 27,61 b
T2	487,50 $\pm$ 38,72 ns	673,82 $\pm$ 56,07 a
T3	519,83 $\pm$ 36,81 ns	568,51 $\pm$ 26,50 b
T4	460,12 $\pm$ 31,23 ns	692,46 $\pm$ 34,57 a
T5	460,04 $\pm$ 32,87 ns	733,40 $\pm$ 29,89 a
ANOVA (P)	P=0,55	P=0,003

T1: Testigo, alimento a base de maíz-soya; T2: Testigo, alimento a base de sorgo-soya; T3: T2 + enzima 1; T4: T2 + enzima 2; T5: T2 + enzimas 1 y 2. Letras diferentes indican diferencias significativas ( $P<0,05$ ). Letras distintas en la misma columna indican diferencias estadísticamente significativas ( $P<0,05$ ).  $\mu$ : micras.

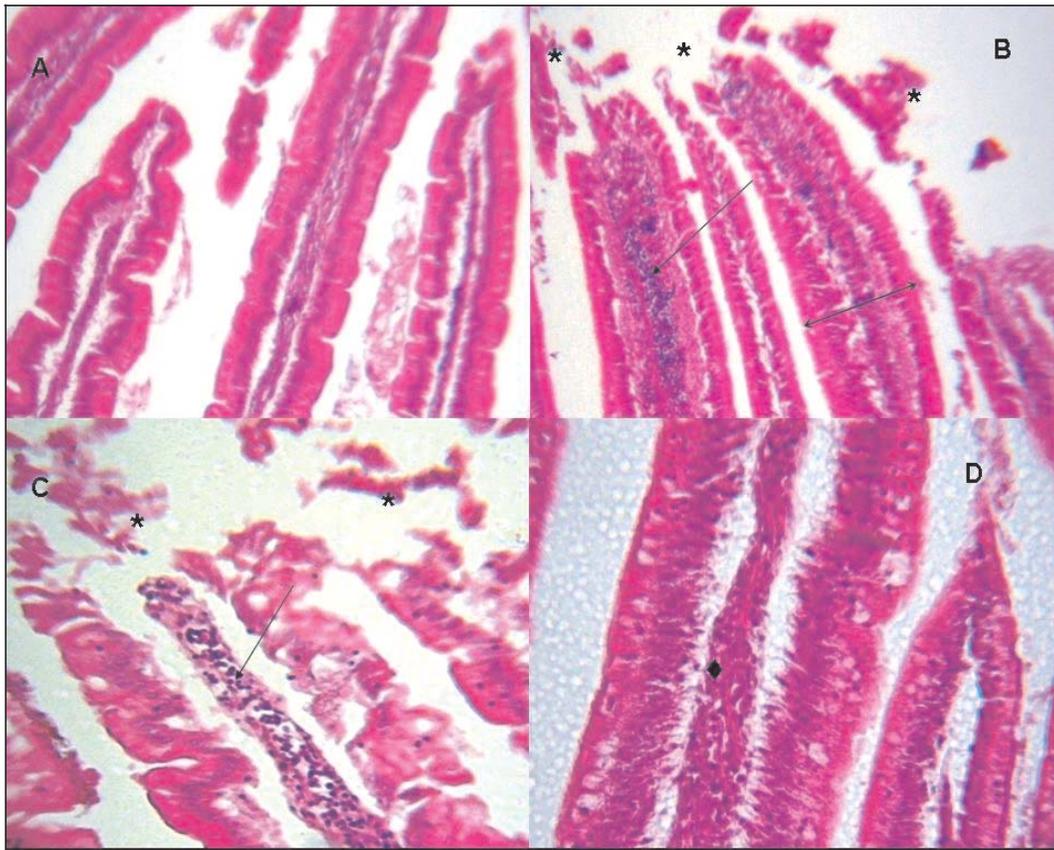
**TABLA IV**  
**EFFECTO DE LA ADICIÓN DE LOS COMPLEJOS ENZIMÁTICOS SOBRE EL ANCHO BASAL DE LAS VELLOSIDADES INTESTINALES ( $\mu$ )**

Tratamiento	Ancho basal de las vellosidades intestinales ( $\mu$ )	
	23 días	35 días
T1	59,66 $\pm$ 3,06 a	48,72 $\pm$ 1,93 b
T2	49,01 $\pm$ 1,96 b	48,79 $\pm$ 1,86 b
T3	47,11 $\pm$ 1,68 b	44,97 $\pm$ 1,63 b
T4	47,05 $\pm$ 1,77 b	55,07 $\pm$ 1,86 a
T5	48,88 $\pm$ 2,01 b	59,91 $\pm$ 2,61 a
ANOVA (P)	P=0,0002	P=0,02

T1: Testigo, alimento a base de maíz-soya; T2: Testigo, alimento a base de sorgo-soya; T3: T2 + enzima 1; T4: T2 + enzima 2; T5: T2 + enzimas 1 y 2. Letras diferentes indican diferencias significativas ( $P<0,05$ ). Letras distintas en la misma columna indican diferencias estadísticamente significativas ( $P<0,05$ ).  $\mu$ : micras.

**Integridad intestinal:** Para la integridad intestinal se trabajó con los resultados obtenidos de la longitud (alto y ancho) de las VI, lesiones y nivel de gravedad de las mismas, a fin de establecer el estado de integridad de las VI en los diferentes T durante el ciclo productivo. Las lesiones encontradas en las VI fueron: congestión, erosión, ensanchamiento, infiltración y edema (FIG. 1).

En síntesis, se observó una diferencia altamente significativa ( $P<0,0001$ ) en la reducción de las lesiones y del nivel de gravedad en la etapa de engorde (TABLA V). También se observó que los T que contenían los CE tuvieron menos lesiones con respecto a T2, el cual presentó el mayor número de lesiones (3); esto pudo deberse al efecto de los factores antinutricionales de los constituyentes de la dieta. Según López y col. [8], los taninos incrementan la secreción de proteínas endógenas a nivel intestinal y provocan erosión de la mucosa intestinal.



**FIGURA 1. CORTES HISTOLÓGICOS DE VELLOSIDADES INTESTINALES DE POLLOS DE ENGORDE EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.**

**Leyenda:**

**A** Corte histológico de VI, T1 y T5. Se observan vellosidades íntegras, sin lesiones aparentes.

**B** Corte histológico de VI, T2. Se observa erosión (\*) del epitelio (porción apical y media), ensanchamiento de la vellosidad (↔), congestión de vasos sanguíneos e infiltrado celular (→).

**C** Corte histológico de VI, T3. Se observa una erosión del epitelio (\*), congestión de los vasos sanguíneos e infiltración (→).

**D** Corte histológico de VI, T4. Se observa infiltrado celular y congestión de los vasos (♦).

**TABLA V**  
**EFEECTO DE LA ADICIÓN DE LOS COMPLEJOS ENZIMÁTICOS SOBRE EL ANCHO PROMEDIO DE LAS VELLOSIDADES INTESTINALES (μ)**

Tratamiento	Ancho promedio de las vellosidades intestinales (μ)	
	23 días	35 días
T1	56,04 ± 2,15 a	46,82 ± 1,27 bc
T2	49,53 ± 1,36 b	48,62 ± 1,76 bc
T3	49,28 ± 2,19 b	45,68 ± 1,05 c
T4	49,92 ± 1,85 b	50,85 ± 1,96 b
T5	51,19 ± 1,86 ab	55,58 ± 2,41 a
ANOVA (P)	P=0,001	P=0,001

T1: Testigo, alimento a base de maíz-soya; T2: Testigo, alimento a base de sorgo-soya; T3: T2 + enzima 1; T4: T2 + enzima 2; T5: T2 + enzimas 1 y 2. Letras diferentes indican diferencias significativas (P<0,05). Letras distintas en la misma columna indican diferencias estadísticamente significativas (P<0,05). μ: micras.

nal. Otros autores [6] determinaron que, los cambios morfológicos en animales jóvenes son transitorios debido a la hipersensibilidad a los componentes de dietas a base de soya. T1 y T5 presentaron el mismo comportamiento, sin lesiones aparentes (0); a pesar de esto, el T5 presentó las VI más altas y anchas durante el ensayo; T3 y T4 presentaron menor grado de lesiones (2 y 1, respectivamente) con respecto a T5. En general, los T con la adición de los CE presentaron VI más íntegras, lo que sugiere a un ave con un mejor desempeño intestinal. Esto permite que los nutrientes de la dieta sean destinados a la formación de músculo y no a reparar tejido intestinal dañado. Asimismo, se observó una respuesta clara del bienestar intestinal de las aves al reducir significativamente las lesiones.

En cuanto a las longitudes, T4 y T5 presentaron las VI más altas, anchas y tuvieron el menor número de lesiones y nivel de gravedad; siendo los valores de T5 mejores que T4. La diferencia de la acción enzimática de T3 con respecto a T4 y T5 puede estar relacionada con la procedencia y el procesamiento de la materia prima. Procesamientos como el sobrecalentamiento pudie-

TABLA VI  
**LESIONES PROMEDIOS DEL NIVEL DE GRAVEDAD OBSERVADAS EN LAS VELLOSIDADES A LOS 23 Y 35 DÍAS**

Tratamiento	Congestión	Erosión	Ensanchamiento	Infiltración	Edema
T1	0	0	0	0	0
T2	3	3	3	3	3
T3	2	2	2	2	2
T4	1	1	1	1	1
T5	0	0	0	0	0
Kruskal-Wallis (P)	P<0,0001	P<0,0001	P<0,0001	P<0,0001	P=0,0009

T1: Testigo, alimento a base de maíz-soya; T2: Testigo, alimento a base de sorgo-soya; T3: T2 + enzima 1; T4: T2 + enzima 2; T5: T2 + enzimas 1 y 2. 0: sin lesión aparente; 1: leve; 2: moderado; 3: grave. Tanto la etapa de crecimiento y engorde presentaron el mismo comportamiento.

ron alterar el funcionamiento del CE1 sobre la soya, desnaturando los aminoácidos y limitando su uso, como lo confirman Carew y col. [3]. Por consiguiente, la reformulación de T3 pudo haberse visto limitada en cuanto al número de aminoácidos sintéticos. Este mismo hecho explicaría la respuesta de T5, donde la acción de las enzimas en T3 y T4 se vio limitada por la baja disponibilidad de aminoácidos en la materia prima y su efecto se potenció al aumentar el nivel de aminoácidos en T5. La integridad intestinal se observó mejor en T5 al igual que T1, no presentando lesiones aparentes. T3 y T4 disminuyeron el número y nivel de lesiones, siendo mayor T4. En T2 se evidenció pérdida de la integridad intestinal con respecto a T1 según la escala usada, lo que indica que el sorgo tuvo un efecto negativo al aumentar la presencia de lesiones en las VI.

## CONCLUSIONES

La adición de CE en dietas a base de maíz-soya-sorgo aumentó significativamente ( $P=0,003$ ) la longitud de las VI en dietas con enzimas adicionadas (T4 y T5) durante la etapa de engorde, así como de manera significativa ( $P=0,001$ ) el ancho basal y promedio durante el ciclo productivo.

La reformulación de la dieta con los CE promovió un efecto sinérgico que permitió obtener VI con menos lesiones, evidenciado por su integridad intestinal en la etapa de engorde.

Es viable el uso del sorgo en dietas para pollos de engorde cuando se reformula con CE, permitiendo disminuir el nivel de maíz en la dietas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AVIAGEN GROUP. Manejo del Pollo durante la Crianza. Manual de manejo de pollos de engorde Ross 308. 2009. EEUU. En Línea: [http://es.aviagen.com/assets/Tech\\_Center/BB\\_Foreign\\_Language\\_Docs/Spanish\\_TechDocs/RossManualManejoPolloEngordeRoss-pdf.01/10/2009](http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/RossManualManejoPolloEngordeRoss-pdf.01/10/2009).
- [2] CAMPBELL, G. Utilización de enzimas en granos de cereales: fitasa, glucanasas y pentosanasas. En: **IX Curso**

**de especialización, tecnología y nutrición**. 2da Ed. Noviembre. Barcelona, 07/23. España. Pp 145-157. 2008.

- [3] CAREW, L.; EVARTS, K.; ALSTER, F. Growth and plasma thyroid hormone concentrations of chicks fed diets deficient in essential amino acids. **Rev. Cientif. Poult. Sci.** 76: 1398-1404. 1997.
- [4] FEDERACIÓN NACIONAL DE AVICULTURA VENEZOLANA (FENAVI). Estadísticas. 2008. En línea: <http://www.fenavi.com>. 07/20/2008.
- [5] GARCÍA, M.; LÁZARO, R.; MEDEL, P.; MATEOS, G.  $\alpha$ -Amilase supplementation of broiler diets based on corn. 2003. Departamento de Producción Animal, Universidad Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria Madrid, España. En línea: <http://ps.fass.org/cgi/reprint/82/3/436>. 08/05/2008.
- [6] HONG, K.; LEE, C.; KIM, S. *Aspergillus oryzae* GB-107 fermentation improves nutritional quality of food soybeans and feed soybean meals. 2004. Department of Pathology, Texas Tech University Health Sciences Center, EEUU. En línea: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15671685>. 08/05/2008.
- [7] INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIA). Unidad Agroclimatólogica. Reporte de estación climatológica. Maracay-Venezuela. 1 pp. 2005.
- [8] LÓPEZ, C.; MENOCA, J.; GONZÁLEZ, E. **XII Jornadas de Medicina Avícola. Producción Avícola**. Producción Avícola. Departamento de Producción Animal de la FMVZ-UNAM. 10/ 23-26 2007. En línea: <http://www.bmeditores.com/pdf/avicultores/lae56art3.pdf>. 02/12/2008.
- [9] MACHADO, I. Efectos patológicos en vías digestivas de pollos de engorde inducidos por la ingestión de diferentes niveles de aflatoxina B1. UCV. Tesis de Grado. Maracay. 64 pp. 2002.
- [10] PRIETO, G.; MATAMALA, F.; ROJAS, M. Características morfológicas y morfométricas de la placenta de término, en recién nacidos pequeños para la edad

- gestacional (PEG) en la ciudad de Temuco-Chile. **Int. J. Morphol.** 26 (3):615-621. 2008.
- [11] PROPHET, E.; MILLS, B.; ARRINGTON, L.; SOBIN, L. Hematoxilina y Eosina. En: **Métodos Histotecnológicos**. Instituto de Patología de las Fuerzas Armadas de los Estados Unidos de Norteamérica (AFIP). Mc Graw-Hill Co. 33 pp. 1995.
- [12] SANDHU, B.; SINGH, H.; SINGH, B. Pathological studies in broiler chicks fed aflatoxin or ochratoxin and inoculated with inclusion body hepatitis virus singly and in concurrence. **Vet. Res.** 19: 27-37. 1995.
- [13] STEEL, G.; TORRIE, J.; DICKEY, D. Analysis of variance I: one-way classification. **Principles and procedures of statistics a biometrical approach**. McGraw-Hill Boock Co. 3ª Ed. 666 pp. 1997.
- [14] XU, Z.; HU, C.; XIA, M.; ZHAN, X.; WANG, M. Effects of dietary fructooligosaccharide on digestive enzyme activities, intestinal microflora and morphology of male broilers. Hangzhou, China. 2003; Zhejiang University Animal Sciences. On Line: <http://ps.fass.org/cgi/reprint/82/6/1030>. 04/03/2009.
- [15] WU, Y.; RAVINDRAN, V. Expandiendo el potencial de las enzimas con la liberación de nutrientes: una fitasa microbiana producida por proceso de fermentación en estado sólido. Manual del Usuario. Editorial Alltech. New Zealand. Pp 123-128. 2001.
- [16] YEPEZ, S. Efectos de la presencia de aflatoxina B<sub>1</sub> (AFB<sub>1</sub>) en la dieta sobre parámetros productivos en pollos de engorde, bajo condiciones de estrés térmico. UCV. Maracay. Tesis de Grado. 28 pp. 2008.