

## EFFECTO DE LA ADICIÓN DE ENZIMAS EXÓGENAS Y AFRECHILLO DE TRIGO SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DE POLLOS DE ENGORDE

Effect of Enzyme and Wheat Middling on Broilers Performance

Ramón Álvarez Z.<sup>\*,1</sup>

*\*Instituto de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Apartado. 4579, Maracay 2101 A. Estado Aragua, Venezuela*

Correo-E: [alvarezr@agr.ucv.ve](mailto:alvarezr@agr.ucv.ve)

Recibido: 20/05/04 - Aprobado: 20/10/05

### RESUMEN

Con el fin de evaluar el efecto de la adición de enzimas (E) exógenas y afrechillo de trigo (AT) a dietas de pollos de engorde, sobre el comportamiento productivo, se realizó un experimento durante seis semanas en la Sección de Aves de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela. Se utilizaron 400 pollitos machos *Arbor acres*, de 1 día de edad, distribuidos al azar en 8 tratamientos de cinco réplicas (de 10 aves c/u), mediante un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial de 4x2, en el que los factores eran los niveles de inclusión del AT en la ración (0, 10, 20 y 30%) y de E (0 y 1000 ppm), lo que originó un total de 8 tratamientos o dietas en función de las combinaciones del AT y las E. Las aves por réplicas se asignaron a jaulas metálicas de cuatro pisos (1,40x0,72x0,42 m). Durante los 42 días, se suministraron dos tipos de dietas *ad libitum*: - iniciación los primeros 21 días y - engorde el resto del período. Las mediciones de consumo de alimento (CA) y ganancia de peso (GP) fueron realizadas por réplicas el primer día del ensayo y luego

### ABSTRACT

An experiment was carried out to determine the effects of increasing levels of wheat middling (WM) and enzyme supplementation (ES) in the diet on productive parameters of broilers. A completely randomized design with 8 treatments arranged factorially was used, with four levels of WM (0, 10, 20 and 30 %) and two levels of ES (0 and 1000 ppm). The duration of the trial was 42 days using 400 *Arbor Acres* 1 day-old males. Each treatment was replicated 5 times. Birds were housed 10 per cage in four tier battery cages (1.40x0.72x0.42 m). The two diets were supplied *ad libitum*: - starter from 0 to 21 days and - finisher from 22 to 42 days. Feed intake was similar during the starting and fattening periods ( $P > 0.05$ ), but the inclusion of WM decreased body weight gains in all periods ( $P < 0.001$ ). ES improved daily weight gain during the fattening period ( $P < 0.05$ ). Feed conversion was significantly different in each stage evaluated, being worst with the inclusion of WM ( $P < 0.001$ ) and being improved by the inclusion of ES

<sup>1</sup> A quien debe dirigirse la correspondencia (Corresponding Author).

semanalmente. La conversión alimenticia (C) se determinó a través de la relación entre estas variables, mientras que la mortalidad fue reportada diariamente. La adición de E y AT no afectó ( $P > 0,05$ ) el CA. En cuanto a la GP, la inclusión de niveles crecientes de AT en las dietas provocó disminuciones en todos los períodos, sin embargo éstas fueron significativas ( $P < 0,001$ ) solo en los tratamientos con 20 y 30% de AT. La suplementación enzimática mejoró ( $P < 0,05$ ) la GP durante el período de engorde y su efecto fue mayor en los tratamientos con 20 y 30% de AT que sugieren un mayor nivel de fibra. En cuanto a la C, se observaron diferencias significativas entre los tratamientos en todos los periodos, desmejorándose con la inclusión del AT ( $P < 0,001$ ) y mejorándose con la adición de E ( $P < 0,01$ ). Al igual que la GP, los mayores efectos de ambos factores fueron observados con niveles de igual o mayores de 20%. Se concluye que el AT afecta la productividad de pollos de engorde cuando es adicionado a las dietas en niveles iguales o superiores a 20%, estos efectos es posible reducirlos, con el uso de la suplementación enzimática.

(Palabras clave: Pollo de engorde, enzimas, salvado, producción animal, Aragua)

## INTRODUCCIÓN

En la última década, el empleo de enzimas exógenas en alimentación aviar ha permitido la incorporación de cereales como la cebada, trigo, centeno, triticale y la avena que, por sus componentes antinutricionales, principalmente los polisacáridos no amiláceos y otros tipos de fibra, tenían limitada su entrada en la

( $P < 0.01$ ). It was concluded that ES improved performance of broilers fed on high WM diets. It was concluded that WM affected broiler performance when it was included in diets at levels equal or higher than 20%, which were significantly reduced by enzyme supplementation.

(Key words: Broilers chickens, enzyme, wheat middling, animal production, Aragua)

formulación de las raciones. De este modo, se han revalorizado sus propiedades energéticas haciéndolos mas competitivos con respecto al maíz y se han aumentado sus niveles en las raciones, permitiendo respuestas productivas favorables en las aves (Marquardt *et al.*, 1996; Campbell y Bedford, 1992). De la misma forma, el uso de la alfalfa en las dietas de monogástricos se ha visto limitado por su

elevado contenido de fibra. Sin embargo, Ponte *et al.* (2004) lograron hacer un uso mayor de este cultivo en la ración sin desmejorar la conversión, lo cual además permitió una pigmentación significativa de la canal, debido a la presencia de xantofilas en la alfalfa.

Mucha de la información que se ha generado sobre las enzimas proviene de clima templado, donde los recursos alternativos al maíz no son necesariamente los mismos que disponen los países tropicales. En el caso particular de Venezuela, los subproductos de cereales, tales como el afrechillo de trigo, los afrechos de maíz y arroz, se muestran como materias primas con posibilidades de uso, debido a su alta disponibilidad y bajos costos respecto a ingredientes tradicionalmente utilizados en las dietas para aves. Su principal limitación es el elevado nivel de fibra, sobre los cuales actuarían las enzimas.

En este sentido, el presente estudio pretende evaluar el efecto del uso de enzimas exógenas y afrechillo de trigo en dietas para pollos de engorde sobre los parámetros productivos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en la Sección-Laboratorio de Aves de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, ubicada en Maracay, Estado Aragua y tuvo una duración de 42 días.

### *Diseño experimental y manejo de las aves*

Se emplearon 400 pollitos machos de un (1) día de edad del híbrido *Arbor acres*, los cuales se distribuyeron en 8 tratamientos mediante un diseño experimental completamente aleatorizado con arreglo factorial de 4x2, donde los factores fueron los niveles de inclusión del afrechillo de trigo en la ración (0, 10, 20 y

30%) y la adición enzimática (0 y 1000 ppm).

Cada tratamiento se replicó 5 veces, cada réplica estuvo constituida a su vez por diez aves, las cuales se alojaron en jaulas metálicas de cuatro pisos con dimensiones de 1,40x0,72x0,42 m de ancho, profundidad y altura, respectivamente, lográndose así una densidad de 10 aves/m<sup>2</sup>. Cada piso estaba dotado de una fuente eléctrica de calor de 75 vatios, que se encendía de acuerdo con las necesidades climáticas de los pollos. Así, durante la primera semana sólo se apagaba entre las 12:00 y 16:00 horas, cuando la temperatura sobrepasaba los 32°C.

Hasta el día 21, el alimento fue ofrecido en comederos plásticos lineales colocados en el interior de las jaulas. A partir de este día y hasta el final del experimento, se sustituyen por comederos metálicos igualmente lineales, pero de mayor capacidad que pendían fuera de las jaulas. El agua se ofreció diariamente en bebederos plásticos de galón. Las aves tenían libre acceso al agua y a las dietas experimentales.

### *Dietas experimentales*

Las ocho (8) dietas o tratamiento se ajustaron según los requerimientos energéticos y proteicos de las aves a dos períodos: una de iniciación que se utilizó durante los primeros 21 días, y otra de acabado o engorde para la segunda mitad del ensayo. Las mismas fueron elaboradas incorporando niveles crecientes de afrechillo de trigo (0, 10, 20 y 30%) y balanceadas siguiendo las normas de requerimientos del National Research Council (NRC, 1994) para obtener dietas isoproteicas e isocalóricas. Para esto último, se debió incrementar los niveles de grasa en la medida que se elevaban los porcentajes de AT, lo que a su vez permitió eliminar

el efecto diluyente de la fibra insoluble presente en este tipo de subproducto. Las enzimas se incorporaron según indicaciones de Annison (1992), sin realizar ningún ajuste en la formulación. Este autor opina que la respuesta de las aves indicaría la efectividad de la enzima y que el desequilibrio que se pudiera producir, en el caso de que se mejorara la energía metabólica aparente y no el valor proteico, no originaría una alteración importante en la relación proteína/energía.

Las dietas experimentales para los períodos de iniciación y engorde fueron administradas bajo forma de harina, su composición (porcentual y química) se muestra en las Tablas 1 y 2, respectivamente, donde es importante destacar el ascenso en los niveles de aceite en las dietas en la medida que se incrementaban los niveles de afrechillo de trigo, para garantizar que todas fueran isocalóricas. El análisis químico de las mismas se llevó a cabo utilizando las

Tabla 1. Composición porcentual de las dietas o tratamientos experimentales

Ingredientes									
Período de Iniciación									
Harina de maíz amarillo	53								
Harina de soya	36								
Afrechillo de trigo	0,								
Aceite vegetal	5,								
Fosfato bicálcico	1,								
Carbonato de calcio	1,								
DL-metionina, 99%	0,								
L-lisina HCL, 78%	0,								
Premezcla de microminerales	0,								
(ppm)	0	1000	0	1000	0	1000	0	1000	
(ppm)	0	1000	0	1000	0	1000	0	1000	

Tabla 2. Composición química de las dietas o tratamientos durante los períodos de Iniciación y Engorde

Dietas	AT (%)	E (ppm)	MS
<b>Período de Iniciación</b>			
0	0	0	88,5
1	10	1000	89,3
2	20	0	89,3
3	10	1000	89,3
4	20	0	89,3
5	10	1000	89,3
6	30	0	89,7
7	30	1000	89,7
<b>Período de Engorde</b>			

<sup>1</sup> Valores calculados (kcal/kg).

MS: materia seca, EM: energía metabolizable, PC: proteína cruda, EE: extracto etéreo, FND: fibra neutro detergente, FAD: fibra ácido detergente, Ca: calcio, P: fósforo

siguientes metodologías: humedad, ceniza, proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda, calcio y fósforo, según la Association of Official Analytical Chemists (A.O.A.C.) (1989); fibra neutro detergente, fibra ácido detergente, celulosa y lignina de acuerdo con Van Soest *et al.* (1991), almidón siguiendo el método de hidrólisis ácida, según normas del A.O.A.C. (1989) y la energía metabolizable según Sibbald (1976), utilizando un calorímetro Parr adiabático.

#### Compuesto enzimático

Se utilizó un compuesto enzimático de origen fúngico específico para dietas basadas en trigo y sus subproductos (LUCTAZYME AVIAR T 1699-Z<sup>®</sup>

de la empresa LUCTA, S.A.), proporcionado gentilmente por la empresa. La composición y la concentración de las enzimas fue la siguiente:  $\beta$ -glucanasa fúngica: 60 UBG/g, Endo- $\beta$ -glucanasa: 120 UEG/g, Hemicelulasa: 15 k UHC/g, Pentosanasa: 2000 UPT/g. La dosis utilizada (1000 ppm) fue la recomendada por la casa comercial, quien además garantizó una adecuada actividad enzimática del producto.

#### Mediciones experimentales

Los índices productivos evaluados fueron: consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia acumulada, para los períodos de Iniciación (0-21 días), Engorde (22-

42 días) y Total (0-42 días) y el índice de mortalidad. Los controles de los tres primeros fueron realizados por réplica. El primer control se realizó el día de inicio del ensayo y luego semanalmente hasta el día 42, cuando finalizó el experimento. El consumo se determinó por la diferencia en peso del alimento ofrecido y el dejado en el comedero, la ganancia de peso se estimó mediante el pesaje de los animales, utilizando para esto una balanza digital marca OHAUS con capacidad de 40 kg y una precisión de  $\pm 1$ g y la conversión se estimó a través de la relación entre el consumo y la ganancia de peso. Para el caso de la mortalidad se supervisaban diariamente los animales y se registraban las muertes por réplicas y tratamientos.

Los datos obtenidos por tratamientos se agruparon en los períodos Iniciación (0-21 días), Engorde (22-42 días) y Total (0-42 días), para luego ser analizados y comparados mediante el procedimiento estadístico GLM (SAS, 1991), utilizando el siguiente modelo fijo:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = variable respuesta evaluada de una réplica k, a un nivel de sustitución de afrechillo de trigo  $A_i$  y una adición enzimática  $B_j$

$A_i$  = efecto fijo del nivel de sustitución de afrechillo de trigo i (en porcentaje);  $i = 0, 10, 20$  y  $30$

$B_j$  = efecto fijo de la adición de enzimas j(en ppm);  $j = 0, 1000$

$\varepsilon_{ijk}$  = error experimental de la réplica k a un nivel de sustitución de afrechillo de trigo i y una adición enzimática j.

En los casos donde se encontraron diferencias entre los tratamientos ( $P < 0,05$ ), éstas se separaron a través de pruebas de medias según el test de Tuckey, utilizando el Programa SAS (1991).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Consumo de alimento

El efecto de la adición de AT y E sobre el consumo de las dietas se presenta en la Tabla 3. En general, los consumos promedios por ave fueron de 1.053, 2.503 y 3.556 g para los períodos de Iniciación, Engorde y Total, respectivamente. Durante la iniciación, el consumo resultó ser similar al estándar citado por Arbor Acres (2000); sin embargo, durante los periodos de Engorde y Total, estuvieron ligeramente por debajo, lo cual posiblemente esté relacionado con menores requerimientos cuando las aves se crían en jaulas, tal como se realizó en este estudio.

La literatura no es homogénea al referirse a este aspecto y en estudios recientes algunos autores han encontrado respuestas positivas al usar enzimas exógenas (Lázaro *et al.*, 2003; 2004), mientras que otros no han señalado respuesta sobre el consumo de alimento (Mengs *et al.*, 2005; Ponte *et al.*, 2004). Estos últimos atribuyeron la ausencia de respuesta a la presencia de inhibidores de xilanasas que se encuentran en el grano de trigo durum.

En el presente estudio la ausencia de respuesta no es fácil de explicar, ya que por un lado el sustrato que se empleó es un subproducto del cereal y no el grano entero, tal como el utilizado por otros autores y publicado en la literatura normalmente. Esto significa que la contribución de fibra insoluble, debida principalmente a la mayor incorporación del pericarpio del grano de trigo, es particularmente importante (Tabla 2), lo cual también se pudo apreciar con el efecto diluyente de la energía en las dietas al incrementar los niveles de AT. Algunos experimentos han demostrado que las aves son capaces de incrementar el consumo de alimento cuando los nutrientes de la dieta

Tabla 3. Consumo de alimento acumulado por tratamiento durante los períodos de Iniciación, Engorde y Total

Tratamientos	
0	0%AT x Sin E
1	0%AT x Con E
2	10%AT x Sin E
3	10%AT x Con E
4	20%AT x Sin E
5	20%AT x Con E
6	30%AT x Sin E
7	30%AT x Con E

EEM = error estándar de la media

NS = no significativo

AT: afrechillo de trigo

E: enzimas

han sido diluidos debido al incremento de fibra insoluble por la adición de materias primas bajas en energía, tal como el pericarpio o cascarilla de avena u otro cereal (Hill y Dansky, 1954; Rogel *et al.*, 1987a,b). Sin embargo, en este estudio, ese efecto diluyente fue corregido con la adición de grasa para balancear la energía, que fue el nutriente más afectado, lo que posiblemente contribuyó con la ausencia de respuesta en el consumo a pesar de los incrementos de AT.

Otra razón que complica la explicación de los resultados, es el efecto confundido que se presentó con los dos tipos de fibras (soluble e insoluble) presentes en el AT y cuyos efectos no se separaron en el diseño experimental utilizado. Los efectos de estas fibras son opuestos y mientras que la fibra insoluble, constituida principalmente por

celulosa, arabinosilanos,  $\alpha$ -glucanos, pectinas y lignina, tiende a acelerar la tasa de pasaje de la digesta (Smiths y Annison, 1996), la fibra soluble compuesta mayormente por arabinosilanos presentes en las paredes celulares del endospermo del trigo (Henry, 1987; Mengs *et al.*, 2005), la ralentiza debido al incremento de la viscosidad intestinal del quimo, causada por su efecto antinutricional, que a su vez retarda el tránsito intestinal de los alimentos, disminuyendo la ingestión de los mismos (Campbell y Bedford, 1992; Choct y Annison, 1992; Bühler *et al.*, 1998). Esta situación, que posiblemente neutralizó los efectos de ambas fibras sobre la tasa de pasaje e impidió apreciar efectos de los tratamientos sobre el consumo de alimento.

Respecto a la acción de las enzimas, éstas, al actuar sobre ambos tipos de fibras, posiblemente también afectaron la respuesta hacia ambos sentidos (acelerando y retardando la velocidad de la digesta), lo que igualmente pudo haber neutralizado su efecto sobre el consumo.

#### *Ganancia diaria de peso*

Las ganancias de peso acumuladas (GP) de las aves por tratamientos, mostraron diferencias significativas en todos los períodos evaluados (Tabla 4). A pesar de observarse una tendencia a mejorar las GP con la adición de E, en los períodos de Iniciación y Total, las diferencias se debieron sólo a la adición del AT ( $P < 0,001$ ); mientras que en el Engorde fue debido a ambos factores (AT;  $P < 0,001$  y E;  $P < 0,05$ ). Sin embargo,

en la etapa de Iniciación se nota una clara tendencia de la suplementación a mejorar la GP, sobre todo en los tratamientos con los mayores niveles de AT (20 y 30%). La interacción ATxE no afectó los resultados.

En todos los períodos se observó un comportamiento descendente de la GP en la medida que se incrementan los niveles de AT en las dietas, lo cual se aprecia más claramente en la Figura 1, donde se presenta el comportamiento de la GP versus AT, pero de manera separada para dietas con y sin la adición de E, durante el período Total. A partir de 10% de AT la pendiente de las curvas se hacen más acentuadas, indicando un mayor deterioro de la GP. Sin embargo, se observa también como la pendiente de la curva de los tratamientos con enzimas es menos

Tabla 4. Ganancia de peso acumulada por tratamiento durante los períodos de Iniciación, Engorde y Total

Tratamientos	
0	0%AT x Sin E
1	0%AT x Con E
2	10%AT x Sin E
3	10%AT x Con E
4	20%AT x Sin E
5	20%AT x Con E
6	30%AT x Sin E
7	30%AT x Con E

NS = no significativo

EEM = error estándar de la media



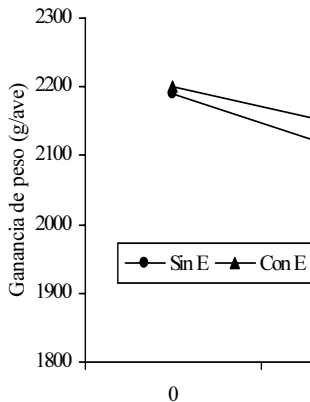


Figura 1. Ganancia de peso promedio durante el período experimental según el nivel de Afrechillo de Trigo (AT) y Enzimas (E), en las dietas

acentuada, lo que sugiere que la adición de E logra reducir el deterioro causado por la fibra sobre este parámetro.

Los resultados no pueden ser atribuidos al consumo de las dietas, ya que estos últimos no mostraron diferencias significativas. Posiblemente, éstos estén más relacionados con el efecto de los factores evaluados sobre la utilización de las dietas por parte de las aves.

Respecto a la fibra, anteriormente se había mencionado el efecto diluyente de la fibra insoluble sobre la dieta, el cual fue eliminado mediante la adición de grasa en las dietas en la medida que se incrementaban los niveles de AT. Sin embargo, es posible que la energía contenida en esta grasa no este totalmente disponible para las aves, ya que posiblemente su digestión se vea afectada por los altos niveles de fibra indigestible (Cherry y Jones, 1982). Los altos niveles de celulosa resultan en una menor digestión de la grasa, posiblemente a través de la formación de complejos de la fibra con sales biliares. Lo que significa que los niveles de energía disponibles posiblemente eran menor en la medida que

se elevaban los niveles de AT en las dietas, pudiendo esto explicar parte de los resultados obtenidos.

El desdoblamiento de esta fibra insoluble por las enzimas exógenas pudo haber reducido su efecto sobre la digestión de la grasa. Sin embargo, en virtud de que no se esperaba mayor acción de las enzimas exógenas sobre este tipo de fibra, ya que además de su presencia son necesarias otras condiciones para que ocurra con éxito el desdoblamiento, tal como la presencia de un tracto digestivo con reservorios más amplios donde los alimentos puedan permanecer más tiempo y permitan la acción efectiva de las enzimas, lo cual no ocurre en el caso de las aves, se piensa que la adición de E no modificó el efecto negativo de la fibra insoluble sobre la digestión de la grasa.

Por otro lado, la grasa de la dieta *per se*, también pudo afectar la GP al reducir la tasa de pasaje del bolo alimentación y esto pudo influir a su vez sobre la digestión general de la dieta (Mateos y Sell, 1981); algunos autores han usado este argumento para explicar el llamado efecto "extrametabólico" de la grasa.

Probablemente, las grasas y aceites inhiben el vaciado del estómago y el movimiento del bolo en el intestino, lo cual sugiere que el bolo tarda más en ponerse en contacto con las enzimas digestivas, cofactores y sitios de absorción, etc. Por lo tanto, la adición de grasa a la dieta pudo haber conducido a un aumento en la digestión de los componentes no grasos de la dieta (Mateos *et al.*, 1982), lo cual posiblemente explica que el efecto negativo sobre la GP no haya sido más acentuado cuando se usaron las más altas proporciones de AT.

En cuanto a la fracción soluble presente en la fibra del AT, también pudo haber afectado la GP debido a su efecto antinutricional asociado con un aumento de la viscosidad intestinal de la digesta que

inhibe la digestión y absorción de nutrientes (Choct y Annison, 1992; Brenes, 1996), reduciendo finalmente las GP de las aves (Bühler *et al.*, 1998). Esto posiblemente explica el menor deterioro de la GP en los tratamientos suplementados con enzimas que muestra la Figura 1 y que fueron señalados anteriormente. Adicionalmente, evidencias recientes sugieren que la respuesta positiva al uso de las enzimas en dietas altas en fibra no siempre está relacionada con una reducción de la viscosidad (Slominski *et al.*, 2000; McCracken y Miller, 2002). Las enzimas añadidas son capaces de degradar las paredes celulares del endospermo, eliminando la acción encapsuladora y exponiendo el almidón y la proteína intracelulares a las enzimas endógenas

Tabla 5. Conversión alimenticia acumulada por tratamiento durante los períodos de Iniciación, Engorde y Total

Tratamientos		( Ini (C
0	0%AT x Sin E	1,
1	0%AT x Con E	1,
2	10%AT x Sin E	1,
3	10%AT x Con E	1,
4	20%AT x Sin E	1,
5	20%AT x Con E	1
6	30%AT x Sin E	1
7	30%AT x Con E	1,
EEM		(

NS = no significativo

EEM = error estándar de la media

(Pettersson y Aman, 1989; Wiseman *et al.*, 2000).

*Conversión alimenticia*

En la Tabla 5, se presenta el efecto del nivel de afrechillo y la adición de enzimas sobre el índice de conversión, donde se observa que, en todos los períodos evaluados, la adición de AT deterioró de manera significativa ( $P < 0,001$ ) esta variable, mientras que la suplementación enzimática causó un efecto mejorador ( $P < 0,01$ ).

En la Figura 2, se aprecia como se deteriora la conversión de alimento en la medida que aumenta el nivel de AT en la ración, siendo este efecto mayor a partir de 20%, donde los tratamientos muestran diferencias estadísticas. Igualmente, se observa como el efecto de la adición de enzimas se hace mayor a medida que el nivel de AT (fibra) en la dieta es mayor, lo cual se distingue mediante la separación de las curvas a medida que se incrementa el contenido de AT. Esto a su vez demuestra una mayor eficiencia que se logra al suplementar con enzimas exógenas dietas que contienen AT, lo cual está

relacionado con el hecho de que los pollos, teniendo consumos de alimentos parecidos, logran GP superiores. Estos resultados coinciden con la mayoría de los estudios, los cuales refieren mejoras significativas en este parámetro cuando se adicionan enzimas a dietas basadas en cebada, centeno, triticale, avena y trigo, dichos resultados fueron atribuidos a la presencia de factores antinutricionales (Choct y Annison, 1992), que disminuyeron con el uso de las enzimas.

Finalmente, respecto a la mortalidad no se reportaron bajas durante el período experimental en ninguno de los tratamientos evaluados, lo que sugiere que los factores evaluados no afectaron el comportamiento de esta variable.

CONCLUSIÓN

Aunque no modificaron significativamente el consumo de alimento ( $P > 0,05$ ), la adición de enzimas exógenas y afrechillo de trigo a dietas de pollos de engorde afectaron significativamente su productividad. El uso de niveles crecientes

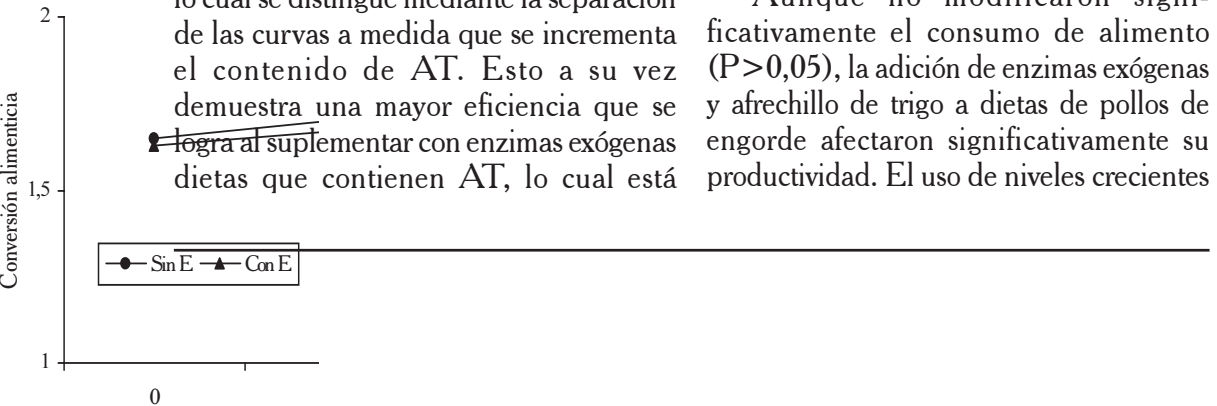


Figura 2. Conversión alimenticia promedio durante el período experimental según el nivel de Afrechillo de Trigo (AT) y Enzima (E), en las dietas

de AT deterioró de manera significativa ( $P < 0,01$ ) la GP y la conversión, sobre todo cuando se empleó en niveles de 20 y 30%. A estos niveles fue cuando el uso de E logró reducir los impactos negativos del AT y mejoró significativamente la GP ( $P < 0,05$ ) y la conversión ( $P < 0,01$ ).

## AGRADECIMIENTO

Al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Central de Venezuela por el financiamiento otorgado para llevar a cabo esta investigación, a través del Proyecto N° 01-36-392097. Al T.S.U. Publio García por el apoyo durante la realización del experimento. A Granjas La Caridad C.A. por la donación de los pollos utilizados en el estudio.

## REFERENCIAS

- Annison, G. 1992. Comercial enzyme supplementation of wheat-based diets raises ileal glycanase activities and improves apparent metabolizable energy, starch and pentosan digestibilities in broilers chickens. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 38:105-121.
- Arbor Acres. 2000. Manual de manejo de pollos de engorde. Arbor Acres Farm, INC. Glastonbury. E.E.U.U. 36pp.
- Association of Official Analytical Chemists. 1989. Official Methods of Analysis, Washington. 13th ed. DC.
- Brenes, A. 1996. Utilización práctica de complejos enzimáticos en avicultura. En: XII Curso de Especialización FEDNA. Avances en nutrición y alimentación animal. Madrid, España. pp.135-151.
- Bühler, M.; Limper, J.; Müller A.; Schwarz, G.; Simon, O.; Sommer, M.; Spring, W. 1998. Las enzimas en la nutrición animal. Editado por: *Arbeitsgemeinschaft für Wirkstoffe in der Tierernährung e.V.* Alemania. 47p.
- Campbell G.L.; Bedford, M.R. 1992. Enzyme applications for monogastric feeds: A review. *Can. J. Anim. Sci.*, 72:449-466.
- Cherry, J.A.; Jones, D.E. 1982. Dietary cellulose, wheat bran, and fish meal in significance. Nutrition Abstract Review. *Poultry Sci.*, 61:1973.
- Choct, M.; Annison, G. 1992. Anti-nutritive effect of wheat pentosans in broiler chickens: roles of viscosity and the gut microflora. *Br. Poultry Sci.*, 33:821-834.
- Henry, R.J. 1987. Pentosan and (1-3), (1-4)- $\beta$ -glucan concentrations in endosperm and wholegrain of wheat barley, oats and rye. *J. Cereal Sci.*, 6:253-258.
- Hill, F.W.; Dansky, L.M. 1954. Studies of the energy requirements of chickens. *Poultry Sci.*, 33:112-119.
- Lázaro, R.; García, M.; Aranibar, M.J.; Mateos, G.G. 2003. Effect of enzyme addition to wheat-, barley- and rye-based diets on nutrient digestibility and performance of laying hens. *Br. Poultry Sci.*, 44:256-265.
- Lázaro, R.; Latorre, M.A.; Medel, P.; García, M.; Mateos, G.G. 2004. Feeding regimen and enzyme supplementation to rye-based diets for broilers. *Poultry Sci.*, 83:152-160.
- McCracken, K.J.; Miller, S. 2002. Effects of diets composition and xylanase on apparent energy value of Canadian wheats. *Br. Poultry Sci.*, 43:S39-140.
- Mateos, G.G.; Sell, J.L. 1981. Influence of fat and carbohydrate source on rate of food passage of semipurified diets for laying hen. *Poultry Sci.*, 60:2114-2119.
- Mateos, G.G.; Sell, J.L.; Eastwood, J.A. 1982. Rate of food passage (transit time) as influenced by level of supplemental fat. *Poultry Sci.*, 61:94-100.
- Marquardt, R.R.; Brenes, A.; Zhang, Z.; Boros, D. 1996. Use of enzyme to improve nutrient availability in poultry feedstuffs. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 60:321-330.
- Mengs, X.; Slominski, B.A.; Nyachoti, C.M.; Campbell, L.D.; Guenter, W. 2005. Degradation of cell wall

- polysaccharides by combinations of carbohydrase enzymes and their effect on nutrient utilization and broiler chicken performance. *Poultry Sci.*, 84:37-47.
- National Research Council. 1994. National Research Council. 9<sup>th</sup> rev. ed. National Academy Press. Washington, D.C. USA.
- Pettersson D.; Aman, P. 1989. Enzyme supplementation of a poultry diet containing rye and wheat. *Br. J. Nutr.*, 62:139-149.
- Ponte, P.I.P.; Ferreira, L.M.A.; Soares, M.A.C.; Aguiar, M.A.N.M.; Lemos, J.P.C.; Mendes, I.; Fontes, C.M.G.A. 2004. Use of cellulases and xylanases to supplement diets containing alfalfa for broiler chicks. Effects on bird performance and skin color. *J. Poultry Appl. Res.*, 13:412-420.
- Rogel, A.M.; Balnave, D.; Bryden, W.L.; Annison, E.F. 1987a. Improvement of raw potato starch digestion in chickens by feeding oat hulls and others fibrous feedstuffs. *Aust. J. Agric. Res.*, 38:629-637.
- Rogel, A.M.; Balnave, D.; Bryden, W.L.; Annison, E.F. 1987b. The digestion of wheat starch in broiler chickens. *J. Agric. Res.*, 38:639-649.
- Sibbald, I.R. 1976. A bioassay for true metabolizable energy values of some feeding stuffs. *Poultry Sci.*, 55:303-308.
- Slominski, B.A.; Gdala, J.; Boros, D.; Campbell, L.D.; Guenter, W.; Jones, O. 2000. Variability in chemical and nutritive composition of Canadian wheat and the potential for its minimization by enzyme use. *Proceedings of the XXI World Poultry Congress*, Montreal, Canada (CD-ROM).
- Smiths, C.H.M.; Annison, G. 1996. Non-starch plant polysaccharides in broiler nutrition – towards a physiologically valid approach to their determination. *World's Poultry Sci. J.*, 42:203-221.
- SAS:Statistical Analysis Systems Institute Inc. 1991. SAS user's guide: Statistical. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Van Soest, P.; Robertson, J.; Lewis, B. 1991. Symposium: Carbohydrate methodology, metabolism and nutritional implications in dairy cattle. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, 74:3583-3597.
- Wiseman, J.; Nicol, N.T.; Norton, G. 2000. Relationship between apparent metabolizable energy (AME) values and in vivo/in vitro starch digestibility of wheat for broilers. *World's Poultry Sci. J.*, 56:381-385.