

# Efecto de un agonista $\beta$ -adrenérgico en la alimentación de pollos de engorda

Oscar Alpízar Salas\*  
Fernando Pérez-Gil Romo\*  
Ernesto Avila González\*\*  
Victoria Valles Sánchez \*\*\*  
Carlos López Coello\*  
Luis Ocampo Camberos\*

## Resumen

Se evaluó como aditivo a un agonista  $\beta$ -adrenérgico (clenbuterol) en la producción de pollos de engorda. Un total de 200 aves de una línea comercial (sexadas, de 28 días de edad), se distribuyeron en 20 grupos en jaulas en batería. Se empleó un diseño factorial 2 x 5 completamente al azar; el primer factor fue el sexo y el otro consistió en la suplementación a la dieta con cinco niveles de clenbuterol (0.0, 0.5, 1.0, 1.5, y 2.0 ppm). Cada tratamiento constó de 2 repeticiones con 10 animales cada una. El clenbuterol se suplementó a dietas de finalización tipo práctico sorgo + soya con 3030 kcal de EM/kg, 20% de proteína, 1% de lisina, 0.77% de metionina + cistina, 0.95% de calcio y 0.47% de fósforo disponible. Se registraron la ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y grasa depositada en abdomen. Los resultados obtenidos a los 48 días de edad, indicaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre sexos para peso corporal; los pesos resultaron más favorables para los machos. En esta variable no hubo efecto del  $\beta$ -adrenérgico. No hubo diferencias entre tratamientos para consumo de alimento y conversión. Sin embargo, se encontraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos en la grasa abdominal; resultó mejor el tratamiento que se suplementó con 1 ppm de clenbuterol tanto en machos como en hembras. De los resultados obtenidos, se concluye que el clenbuterol a 1 ppm en la alimentación de pollos, reduce la deposición de grasa abdominal.

## Introducción

En la producción animal se persiguen diferentes metas, pero la de mayor interés es producir carne en

cantidades suficientes para cubrir su alta demanda. Se utilizan varios métodos para tratar de lograr este fin; por ejemplo, seleccionar animales de acuerdo con sus aspectos fenotípicos. Este caso se utiliza para realizar avances genéticos; lamentablemente, estos aumentos en el peso corporal suelen acompañarse por mayor deposición de grasa.<sup>7,11,12,22</sup> También se han obtenido grandes avances en la alimentación, como modificar el proceso de crecimiento a través de la adición de anabólicos y antibióticos que, mezclados en la dieta de los animales, mejoran la eficiencia alimenticia, así como la calidad de la canal.<sup>1,7,11,12</sup> Sin embargo, las hormonas se dejaron de usar, ya que pueden causar efectos adversos en el consumidor.<sup>14</sup>

El depósito de grasa en los animales para consumo humano es también un problema serio, pues a la vez que genera un mayor costo de producción, tiene implicaciones en la nutrición humana, como predisponer enfermedades cardiovasculares,<sup>10</sup> entre otras. Esto crea mayor resistencia del público hacia su consumo.<sup>8,16,23</sup>

Desde el punto de vista monetario, dichas implicaciones se deben tomar en cuenta para analizar la composición del producto, que es un factor importante para determinar si el valor de la unidad producida y el costo de producción causan un retorno eficiente del producto por unidad de alimento dado.<sup>3</sup>

Los datos planteados son el motivo por el cual se pretende reducir en lo posible la deposición de tejido adiposo y aumentar la producción de carne magra; si se logra esto se mejorará la eficiencia productiva, así como la aceptación y demanda del consumidor.<sup>3,4</sup>

Dentro de los A $\beta$ A se incluyen el isoproterenol, fenoterol, clenbuterol, cimaterol, L-640 033 y BRL35135, sustancias que pueden diferir en la selectividad y afinidad hacia los beta u otros receptores.<sup>4,11</sup> De estos A $\beta$ A, en literatura reciente se informa que el clenbuterol (bencilalcohol, 4 amino -R- (T-butilamino) metil-3, 5 dicloro) ha tenido un efecto favorable sobre el peso, la conversión alimenticia y la carne magra; contribuye, además, a disminuir la grasa en ovejas,<sup>3</sup> pollos de engorda,<sup>6</sup> cerdos<sup>19</sup> y bovinos.<sup>21,24</sup>

Tal información motivó el presente experimento, cuyo objetivo fue evaluar el efecto de la administración oral del clenbuterol sobre peso corporal, consumo de

Recibido para su publicación el 20 de marzo de 1992

\* Departamento de Producción Animal: Aves. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. 04510, México, D.F.

\*\* Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, Campo Experimental Valle de México. Apartado Postal No. 10, 56230, Chapingo, México.

\*\*\* Departamento de Diabetes del Instituto Nacional de Nutrición "Salvador Zubirán". México, D.F.

**Cuadro 1**  
COMPOSICION DE LAS DIETAS EMPLEADAS PARA LOS PERIODOS DE INICIACION Y FINALIZACION

Ingredientes %	Iniciación	Finalización
Sorgo	56.834	58.864
Pasta de soya	35.780	34.100
Carbonato de calcio	1.286	0.924
Ortofosfato de calcio	1.906	1.807
DL. metionina	0.229	0.140
Vitaminas*	0.250	0.350
Minerales*	0.100	
Aceite vegetal	3.200	3.000
Sal	0.400	0.400
Antioxidante	0.015	0.015
Pigmento	—	0.400
Análisis calculado		
Proteína cruda	22.000	20.000
Lisina	1.250	1.000
Metionina + cistina	0.920	0.770
Calcio total	1.000	0.950
Fósforo total	0.480	0.470
EM. kcal/kg	3026	3030

\* = Cuca *et al.*<sup>5</sup>

alimento, conversión alimenticia y grasa depositada en abdomen en pollos de engorda durante el periodo de finalización.

## Material y métodos

El presente trabajo se realizó en las instalaciones avícolas del Campo Experimental "Valle de México", ubicado en Chapingo, México, dependiente del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias de la SARH. Se alimentaron a 300 pollos de engorda (50% hembras y 50% machos) en criadoras eléctricas en baterías inicialmente desde el día uno hasta el 28 con la misma dieta. Al terminar la etapa de iniciación se obtuvo peso corporal de los animales escogiendo 200, los cuales se distribuyeron al azar en 20 lotes.

A los 29 días de edad se distribuyeron aleatoriamente los 20 lotes en 5 tratamientos; cada tratamiento tuvo 2 repeticiones con 10 hembras cada una y 2 repeticiones iguales de 10 machos. Los pollos, en jaulas para aves en finalización, tuvieron a libre acceso agua y alimento, con luz natural.

La dieta preexperimental a base de sorgo + soya para la etapa de iniciación (uno a 28 días) contenía 3026 kcal/kg de alimento, 22% de proteína, 1.25% de lisina, 0.92% de metionina + cistina, 1% de calcio y 0.48% de fósforo disponible (Cuadro 1).

Durante la etapa de finalización, la dieta basal sorgo + soya que se empleó aparece en el Cuadro 1 (29 a 49 días). El contenido de clenbuterol suplementado para el tratamiento uno (T I), o testigo, fue de 0.00 ppm, y para los tratamientos II, III, IV y V de 0.50, 1.00, 1.50 y 2.00 ppm, respectivamente. En todos los casos se

aplicó 3030 kcal/kg de alimento, 20% de proteína, 1% de lisina, 0.77% de metionina + cistina, 0.95% de calcio, 0.47% de fósforo disponible. Las cantidades de nutrimento se determinaron de acuerdo con las sugerencias de Cuca *et al.*<sup>5</sup> y el NRC.<sup>17</sup>

Las diversas variables a medir en los tratamientos durante el periodo experimental fueron: consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y grasa abdominal.

Para determinar la grasa depositada en abdomen (la grasa de la región retroperitoneal), se utilizó una muestra de 8 aves por tratamiento (4 hembras y 4 machos), escogidas al azar.

Las aves se pesaron una por una; el dato se registró para calcular después el porcentaje de la grasa que se extrajo individualmente. Tras sacrificarlas, desplumarlas, y hecha la limpieza de rutina, con las canales sin eviscerar, se les extrajo la grasa y se pesó de la manera señalada por Becker *et al.*<sup>2</sup>

Los resultados de las variables en estudio se sometieron a un análisis de varianza (ANDEVA) conforme el diseño al azar, y los tratamientos a un arreglo factorial al 2 x 5, en donde el primer factor fue el sexo y el otro lo constituyeron los cinco tratamientos, cada uno por duplicado. Dicho análisis permitió evaluar simultáneamente el efecto del tratamiento sobre el sexo y sobre cuatro variables de interés (ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, grasa depositada en abdomen), con un nivel de significancia al 5 por ciento.

## Resultados

En el Cuadro 2 se muestra el análisis de varianza para ganancia de peso corporal, consumo de alimento, conversión alimenticia y grasa depositada en abdomen.

Los resultados, obtenidos a los 48 días de edad de los pollos, indicaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) al comparar el peso promedio de las aves entre sexo; el de los machos fue mayor. Para niveles de clenbuterol no hubo diferencias entre tratamientos.

En el Cuadro 3 se muestran los datos promedio obtenidos; las diferencias en peso corporal final resultaron favorables hacia los machos.

No se observaron diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.05$ ) para consumo de alimento entre sexos, ni entre tratamientos, tampoco en su interacción. Los datos del Cuadro 4 presentan los promedios de este parámetro con valores sin efecto hacia alguna de las comparaciones.

Para la conversión alimenticia al final de este experimento, no se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) cuando se efectuaron las comparaciones entre sexos o niveles (Cuadro 5).

Por último, en lo que respecta a grasa abdominal medida, no hubo diferencias entre sexos. Aunque numéricamente las hembras tuvieron un mayor porcentaje, sólo se encontraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) al comparar el efecto del  $\beta$ -adrenérgico, siendo mejor el tratamiento que se suplementó con 1 ppm de

**Cuadro 2**  
ANALISIS DE VARIANZA PARA PESO CORPORAL (kg), CONSUMO DE ALIMENTO (kg), CONVERSION ALIMENTICIA Y GRASA ABDOMINAL EN POLLOS DE ENGORDA DE 28 A 48 DIAS DE EDAD

Origen de variación	gl.	Cuadros medios			
		peso	consumo	conversión	grasa abd.
Tratamientos	9	0.01044	0.01711	0.01580	0.0199
Error	10	0.00656	0.02296	0.00899	0.0085
Sexo	(1)	0.06647*	0.01721	0.01261	0.0047
Niveles	(4)	0.00630	0.02450	0.00002	0.0678*
S. x N.	(4)	0.00058	0.01516	0.02293	0.0045

\* = Diferencias estadísticamente significativas (P < 0.05) gl = Grados de libertad

**Cuadro 3**  
PESO PROMEDIO (kg) EN POLLOS DE ENGORDA ALIMENTADOS HASTA LOS 48 DIAS DE EDAD CON  $\beta$ -ADRENERGICOS

	Niveles de clenbuterol ppm					Promedio
	0.00	0.50	1.00	1.50	2.00	
Sexo						
Machos	2.098	2.090	2.097	1.985	2.070	2.066a
Hembras	1.988	1.975	1.945	1.900	1.955	1.953b
Promedio	2.043	2.032	2.021	1.942	2.012	

a, b= Valor con distinta literal representa diferencias estadísticamente significativas (P < 0.05)

clenbuterol. En el Cuadro 6 se observan los valores de esta variable; el mejor nivel se presentó con la suplementación en la dieta de 1 ppm.

## Discusión

Se observó de nuevo mejor peso corporal final a las ocho semanas de edad en machos, lo que está apoyado por diversos autores, entre otros, Edwards.<sup>9</sup> Empero, no se encontraron diferencias entre tratamientos a la adición del  $\beta$ -adrenérgico, hecho que está en desacuerdo con los resultados ya obtenidos por Dalrymple *et al.*<sup>6</sup> Estos administraron clenbuterol a los niveles de 0.00, 0.25, 0.50, 1.00, 2.00 y 4.00 ppm en pollos de engorda de 28 a 49 días de edad; encontraron que ganaron mayor peso los pollos que consumieron alimento con los niveles de 0.25 a 2.00 ppm, comparados con los

**Cuadro 4**  
MEDIAS GENERALES PARA CONSUMO DE ALIMENTO (kg) GLOBAL DURANTE LA ETAPA DE 28 A 48 DIAS\*

	Niveles de clenbuterol ppm					Promedio
	0.00	0.50	1.00	1.50	2.00	
Sexo						
Machos	2.71	2.79	2.63	2.64	2.89	2.73
Hembras	2.69	2.77	2.63	2.62	2.60	2.66
Promedio	2.70	2.78	2.63	2.63	2.74	

\* = No se encontraron diferencias estadísticamente significativas (P > 0.05) entre tratamientos

testigos y con el tratamiento en que se usó mayor cantidad del producto. Algunas referencias indican que este efecto también se logra si se utilizan otros  $\beta$ -agonistas adrenérgicos. Tal es el caso de Baker *et al.*<sup>1</sup> en cerdos, Beermann *et al.*<sup>3</sup> en ovejas y Hanrahan *et al.*<sup>13</sup> en bovinos. El no encontrar efecto en el peso corporal en este trabajo a la adición de clenbuterol, coincide con los resultados de Ornelas<sup>18</sup> quien empleó un  $\beta$ -adrenérgico en cerdos. Quizás lo que sucedió en este trabajo se debió al tiempo (20 días) en que se ofreció el beta adrenérgico, de 20 días en comparación con otros estudios, en que se ha ofrecido durante 28.<sup>6</sup>

**Cuadro 5**  
MEDIAS GENERALES PARA CONVERSION ALIMENTICIA DE 28 A 48 DIAS\*

	Niveles de clenbuterol ppm					Promedio
	0.00	0.50	1.00	1.50	2.00	
Sexo						
Machos	2.30	2.44	2.27	2.48	2.57	2.41
Hembras	2.44	2.47	2.42	2.48	2.32	2.42
Promedio	2.37	2.45	2.44	2.48	2.44	

\* = No se encontraron diferencias estadísticamente significativas (P > 0.05) entre tratamientos

En consumo de alimento, la ausencia de diferencias significativas en este estudio coincide con los resultados expuestos por otros autores, tanto en aves como en otras especies.<sup>6,19</sup>

En conversión alimenticia tampoco hubo diferencias estadísticamente significativas; sin embargo, se encuentran resultados contrarios en experimentos de otros autores (Beerman *et al.*,<sup>3</sup> Dalrymple *et al.*,<sup>6</sup> Muir *et al.*<sup>15</sup> y Ricks *et al.*<sup>19</sup>).

Otra variable estudiada en este experimento fue la deposición de grasa, la cual mejoró significativamente en los pollos que consumieron alimento que contenía 1.00 ppm de ABA; en estas aves se redujo en 58% el contenido de grasa en la canal, comparado con la depositada en las aves del tratamiento testigo. Tal respuesta se debe a que el  $\beta$ -adrenérgico actúa directamente sobre el tejido adiposo, facilitando al  $\beta$ -receptor la inducción de lipólisis.<sup>20</sup> La grasa disminuyó confor-

**Cuadro 6**  
**PORCENTAJES DE GRASA ABDOMINAL EN POLLOS DE**  
**ENGORDA DE 28 A 48 DÍAS DE EDAD ALIMENTADOS**  
**CON  $\beta$ -ADRENERGICOS**

	Niveles de clenbuterol ppm					Promedios
	0.00	0.50	1.00	1.50	2.00	
Sexo						
Machos	1.44	1.27	0.80	1.23	1.39	1.23a
Hembras	1.50	1.45	0.62	1.41	1.62	1.32a
Promedios	1.47a	1.36a	0.71b	1.32a	1.50a	

a, b = Valores con distinta literal representan diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ )

me aumentaba el producto en los tratamientos hasta llegar a 1.00 ppm de clenbuterol. Sin embargo, a niveles mayores aumentó la grasa, posiblemente debido a que a nivel celular son inhibidos los beta receptores como señala Cromwell.<sup>4</sup> Este efecto fue inversamente proporcional para los tratamientos con mayor cantidad de A $\beta$ A; esto provocó aumento en el depósito de grasa en canal. Otro dato, aunque no estadísticamente diferente, al igual que lo antes comentado, es informado por Dalrymple *et al.*<sup>6</sup> Las hembras almacenan más grasa que los machos.

De la información obtenida en este estudio, se infiere que el clenbuterol a razón de 1 ppm en la dieta de pollos de engorda de 28 a 48 días de edad reduce significativamente la grasa abdominal, lo que redundará en mejor calidad de las canales.

## Abstract

An experiment was carried out with the aim to evaluate a  $\beta$ -adrenergic agonist (clenbuterol) as an additive in broiler chicken diets. Two hundred, 28 days of age, sexed chicken from a commercial line were distributed in 20 groups in a battery cage. A factorial arrangement, 2 x 5 at random, was designed. One factor was the sex and the other one was the diet supplementation of clenbuterol at five different levels: 0.0, 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 ppm. Every treatment was repeated twice with ten animals each one. Clenbuterol was added to a commercial diet containing a mix of sorghum plus soybean with 3030 kcal ME/kg, 20% protein, 1% lysine, 0.77% methionine plus cystine, 0.95% calcium and 0.47% available phosphorus. Gain weight, feed consumption, feed conversion and abdominal fat deposits were recorded. Results at 48 days of age indicated significant differences ( $P < 0.05$ ) between sexes for body weight, with more gain for males than for females. There were no effect coming from the  $\beta$ -adrenergic compound and no differences for feed consumption or feed conversion among treatments. However, there were significant differences among treatments with regard to abdominal fat deposits. The inclusion of clenbuterol at 1.0 ppm is the best for males and females, as it reduces significantly the fat deposition.

## Agradecimientos

Los autores agradecen al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, Campo Experimental Valle de México, por haber facilitado las instalaciones, material y animales; al Ing. Raúl Kathain, por el apoyo económico que tuvo a bien suministrar para este trabajo; al CONACYT y al MAG de Costa Rica, por su apoyo en la realización de esta investigación. También al Departamento de Nutrición Animal del Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán" por el análisis de las muestras de alimento y, por último, al Departamento de Producción Animal: Aves, de la Facultad de Medicina veterinaria y Zootecnia de la UNAM, por el uso de sus instalaciones y equipo.

## Literatura citada

1. Baker, D.H., Jordan, C.E., Waitt, W.P. and Gouwens, D.W.: Effect of a combination of diethylstilbestrol and methyltestosterone, sex and dietary protein level on performance and carcass characteristics of finishing swine. *J. Anim. Sci.*, 26: 1059-1066 (1967).
2. Becker, W.A., Spencer, J.V., Mirosh, L.W. and Verstrate, J.A.: Prediction of fat and fat free live weight in broiler chickens using backskin fat, abdominal fat and live body weight. *Poult. Sci.*, 58: 835-842 (1979).
3. Beerman, D.H., Hogue, D.E., Fishel, V.K., Dalrymple, R.H. and Ricks, C.A.: Effects of cimaterol and fishmeal on performance, carcass characteristics and skeletal muscle growth in lambs. *J. Anim. Sci.*, 62: 370-380 (1986).
4. Cromwell, G.L., Kemp, J.D., Stahly, T.S. and Dalrymple, R.H.: Effects of dietary level and withdrawal time on the efficacy of cimaterol as a growth repartitioning agent in finishing swine. *J. Anim. Sci.*, 66: 2193-2199 (1988).
5. Cuca, G.M., Avila, G.E. y Pró, M.A.: La Alimentación de las Aves. Boletín I. *Colegio de Postgraduados*, Chapingo, Edo. de México, 1990.
6. Dalrymple, R.H., Baker, P.K., Gingham, P.E., Ingle, D.L., Pensack, J.M. and Ricks, C.A.: A repartitioning agent to improve performance and carcass composition of broilers. *Poult. Sci.*, 63: 2376-2383 (1984).
7. Dalrymple, R.H., Baker, P.K., Doscher, M.E., Ingle, D.L. and Ricks, C.A.: Effect of the repartitioning agent cimaterol on growth and carcass characteristics of lambs. *J. Anim. Sci.*, 61 (Suppl. 1): 256 (1985).
8. Department of Health and Social Security: Committee on Medical Aspects of Food Policy: Diet and Cardiovascular Disease. *Her Majesty's Stationary Office*, London. Report on Health and Social Subjects, No. 28, 1984. Cited by Williams P.E.V. *et al.*<sup>24</sup>
9. Edwards, J.H.: Carcass composition studies. 3. Influences of age, sex and caloric-protein content of the diet on carcass composition of Japanese quail. *Poult. Sci.*, 60: 2506-2512 (1981).
10. Fain, J.N. and García-Sainz, J. A.: Adrenergic regulation of adipocyte metabolism. *J. Lipid Res.*, 24: 945-966 (1983).
11. Fiems, L.O., Decuyper, E. and Boucque, C.V.: A note on the effect of feeding cimaterol on some endocrinological parameters and growth in different types of finishing beef bulls. *Anim. Prod.*, 48: 601-605 (1989).
12. Galbraith, H. and Topps, J.H.: Effect of hormones on the growth and body composition. *Nutr. Abstr. Rev.*, 51: 521-540 (1981).
13. Hanrahan, J.P., Quirke, J.F., Bomann, W., Allen, P., McEwan, J., Fitzsimons, J., Koizian, J. and Roche, J.F.:  $\beta$ -agonists and their effect on growth and carcass quality. In: Recent Advances in Animal Nutrition. Edited by: Haresign, W., Colf, K.J.A., 125-138. *Butterworths*, London, 1986.
14. Lucas, E.W., Wallace, H.D., Palmer, A.Z. and Combs, G.E.: Influence of hormone supplementation, dietary protein level

- and sex on the performance and carcass quality of swine. *J. Anim. Sci.*, 33: 780-786 (1971).
15. Muir, L.A., Wien, S., Duquette, P.F. and Olson, G.: Effect of the beta-adrenergic agonist L-640, 033 on lipid metabolism, growth and carcass characteristics of female broiler chickens. *J. Anim. Sci.*, 61 (Suppl. 1): 263-264 (1985).
  16. National Advisory Committee on Nutrition Education: Proposals for nutritional for health education in Britain. *The Health Education Council*, London, 1983. Cited by Williams, P.E.V. *et al.*<sup>24</sup>
  17. NRC: Nutrient Requirements of Domestic Animals. Nutrient Requirements of Poultry. 8th ed. *National Academy of Sciences*, Washington, D.C., 1984.
  18. Ornelas, J.J.G.: Evaluación del isoproterenol sobre el comportamiento productivo y calidad de la canal de cerdos en finalización. Tesis de maestría. *Fac. de Med. Vet. y Zoot.* Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 1990.
  19. Ricks, C.A., Baker, P.K., Dalrymple, R.H., Doscher, M.E., Ingle, D.L. and Pandavich, J.: Use of clenbuterol to alter muscle and fat accretion in swine. *Fed. Proc.*, 43: 857 (1984) (Abstr.).
  20. Ricks, C.A., Dalrymple, R.H., Baker, P.K. and Ingle, D.L.: Use of a  $\beta$ -agonist to alter fat and muscle deposition in steers. *Fed. Proc.*, 42: 816 (1983) (Abstr.).
  21. Ricks, C.A., Dalrymple, R.H., Baker, P.K. and Ingle, D.L.: Use of a beta-agonist to alter fat and muscle deposition in steers. *J. Anim. Sci.*, 59: 1247-1255 (1984).
  22. Robbins, K.R.: Effects of sex, breed, dietary energy level, energy source, and calorie: Protein ratio on performance and energy utilization by broiler chicks. *Poult. Sci.*, 60: 2306-2315 (1981).
  23. Rosenbrough, R.W., Steele, N.C., McMurtry, J.P. and Plaunik, I.: Effect of early feed restriction in broilers. H. lipid metabolism. *Growth*, 50: 217-227 (1986).
  24. Williams, P.E.V., Pagliani, L., Innes, G.M., Pennie, K. and Garthwaite, P.: Effects of a beta-agonist (clenbuterol) on growth, carcass composition, protein and energy metabolism of veal calves. *Br. J. Nutr.*, 57: 417-428 (1987).