

**EFEECTO DEL USO DE PROMOTORES DEL CRECIMIENTO
(HORMONAS + DEXAMETASONA Y CLENBUTEROL
+ DEXAMETASONA) SOBRE LA CALIDAD DE LA CANAL
EN AÑOJOS PESADOS**

**F. Monsón*, G. Bianchi*, C. Sañudo^{1,*}, J.L. Olleta*,
B. Panea*, P. Albertí**, A. Ariño***

* Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Facultad de Veterinaria, Miguel Servet 177, 50013 Zaragoza, España.

** Unidad de tecnología en Producción Animal, Servicio de Investigación Agroalimentaria. Gobierno de Aragón, Carretera de Montañaña s/n, Zaragoza, España.

*E-mail: csanudo@unizar.es

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo estudiar la calidad de la canal en animales tratados con diferentes promotores de crecimiento. Se utilizaron 12 añojos (machos enteros) de la raza Blonde d'Aquitaine, divididos en tres lotes: un lote testigo, un lote tratado con clenbuterol (+ dexametasona) y un lote tratado con benzoato de estradiol y progesterona (+ dexametasona). Se estudiaron los resultados productivos del cebo de estos animales. se valoraron la conformación, el estado de engrasamiento de las canales, se realizaron medidas morfométricas de las mismas y se procedió a valorar su composición tisular y su despiece comercial. No se han encontrado diferencias significativas en los índices productivos: peso vivo, ganancia media diaria e índice de conversión entre lotes, aunque sí se encontraron diferencias en el rendimiento de la canal y superficie de lomo, algo mayor en los animales tratados con clenbuterol (+ dexametasona), y en el engrasamiento de las canales, algo menor en estos mismos animales. Dentro de las medidas morfométricas sólo se aprecia una ligera diferencia en el perímetro de la pierna, algo mayor en los animales tratados con clenbuterol (+ dexametasona), quienes presentaron un porcentaje ligeramente superior de músculo en la disección de la costilla y menos grasa subcutánea, intramuscular y total que los animales tratados con hormonas (+ dexametasona) y los testigos; con respecto al porcentaje de hueso, los animales tratados con hormonas (+ dexametasona) mostraron los mayores valores. Aunque no existen diferencias entre tratamientos en el porcentaje de carne vendible ni en las relaciones carne/grasa o carne/hueso, se han encontrado diferencias en el porcentaje de carne de segunda categoría, ligeramente inferior en el lote testigo.

Por otra parte, las diferencias entre lotes, aunque significativas, no han sido en general tan importantes como para poder decir que la inspección de las canales pueda servir como método de detección del uso fraudulento de promotores del crecimiento en animales con elevada aptitud carnicera.

Palabras clave: Conformación canal, Despiece, Composición tisular.

SUMMARY

EFFECT OF THE USE OF GROWTH PROMOTERS (HORMONES + DEXAMETHASONE AND CLENBUTEROL + DEXAMETHASONE) ON THE QUALITY OF THE CARCASS IN HEAVY YEARLINGS

The present work has the objective of studying the quality of the animal carcass treated with different growth promoters. Twelve yearlings of the Blonde d'Aquitaine breed were used. They were divided in three groups: a control group, a group treated with clenbuterol (+ dexamethasone) and a group treated with estradiol benzoate (+ dexamethasone). We evaluated the carcasses conformation and fatness, and made morphometric measures. Then, conventional quartering was done. There were no statistically significant differences in the productive indexes live weight, daily gain average and conversion index between groups, although there were differences in the carcass yield and the rib eye area, being higher in the animals treated with clenbuterol (+ dexamethasone), and in the carcasses fatness, smaller in the same animals. Within the morphometric measures, only a slight difference in the perimeter of the leg was appreciated, again higher in the animals treated with clenbuterol (+ dexamethasone). These animals presented a slightly superior percentage of muscle in the rib dissection, and less subcutaneous, intramuscular and total fat than animals treated with hormones (+ dexamethasone) and those of the control group. In the percentage of bone, animals treated with hormones (+ dexamethasone) showed the highest values. Although there were no significant differences in the percentage of commercial meat between treatments and in the relations meat/fat and meat/bone, we found statistically significant differences in the percentage of secondary category meat, slightly inferior in the control group.

Since the differences between groups were no statistically significant overall, it is difficult to say whether the inspection of the carcasses could serve as a method to detect the fraudulent use of growth promoters.

Key words: Carcass conformation, Commercial cuts, Tissue composition.

Introducción

En los años 30 se inició en Europa el desarrollo de la industria de los piensos compuestos y, consecuentemente, la disponibilidad de alimentos equilibrados y ajustados a las necesidades de los animales, lo que condujo en gran parte a la intensificación de la ganadería, en concreto el ganado vacuno de carne (CASTRO y JIMENO, 1997).

Posteriormente, se desarrolló un nuevo concepto, los ganaderos comenzaron a buscar más productividad en sus explotaciones y, a la vez, los consumidores de los países desarrollados demandaban productos caracterizados por ciertos parámetros de calidad

(carne tierna, jugosa y especialmente con muy poco contenido de grasa). Esta búsqueda de mejoras en la producción animal, junto con la búsqueda de resultados económicos, ha llevado a emplear en la alimentación de los animales determinadas sustancias, denominadas genéricamente aditivos.

El término aditivo se refiere a un conjunto de sustancias que no poseen valor nutritivo, pero que son incorporadas en los piensos de los animales con la finalidad de mejorar las producciones, modificar las características de los alimentos, o mejorar la calidad del producto final.

Posiblemente los promotores del crecimiento permitirían obtener ciertas ventajas

para el productor: a) aumento de la ganancia media diaria; b) canales más magras; c) mejor relación costo/beneficio. Pero estos productos están prohibidos en los animales de producción cárnica por diferentes Directivas Comunitarias. Su uso fraudulento, especialmente de los β agonistas, se generaliza a principios de los años 90 sustituyendo a los antitiroideos y a las hormonas (LÓPEZ BOTE *et al.*, 1989), siendo el uso ilegal de estas sustancias un hecho real difícil de detectar, teniendo en cuenta el amplio abanico de sustancias utilizadas, su costosa detección y cuantificación y el explicable desfase existente entre sustancias buscadas y utilizadas (CUBERO, 1998). Además la detección de estas sustancias se hace más difícil cuando se emplean los denominados "borradores", uno de ellos que se ha utilizado con bastante frecuencia es la dexametasona (U.S.D.A., 1998). Como han señalado GROTT *et al.* (1998), el empleo de dexametasona disminuye los niveles de promotores del crecimiento en el hígado y en heces, dos de los varios tipos de muestras analizadas para detectar la presencia de sustancias farmacológicas empleadas en forma ilegal.

La acción de estos compuestos (hormonas y β agonistas) ha sido ampliamente estudiada en animales no especializados en la producción de carne (como razas locales y lecheras) BERGE *et al.* (1993); CHIKOU *et al.* (1993); DAWSON *et al.* (1990); MOLONEY *et al.* (1990); SILLENCE *et al.* (2000), pero su empleo y efecto está menos claro en razas cárnicas. Por todo ello, el objetivo particular de este trabajo ha sido: evaluar el efecto del clenbuterol, estrógenos y progesterona combinados con dexametasona sobre los parámetros productivos y de calidad de la canal en añejos de raza Blonde d'Aquitaine criados en condiciones intensivas.

Este trabajo se engloba dentro de un proyecto del Ministerio de Sanidad y Consu-

mo, cuyo objetivo general es la elaboración y puesta a punto de un protocolo normalizado de inspección en mataderos que permita mejorar el sistema de inspección ante y post-mortem en animales sospechosos de presentar residuos de promotores del crecimiento y sustancias de acción farmacológica.

Material y métodos

Se utilizaron 12 terneros, de raza Blonde d'Aquitaine. La edad media al inicio del cebo era aproximadamente de 9 meses, los animales fueron cebados con pienso (proteína bruta 15,5% y energía metabolizable 3,1 Mcal/kg) y paja a voluntad en las instalaciones experimentales del Servicio de Investigación Agroalimentaria del Gobierno de Aragón durante un promedio de 145 días. Tras un período de adaptación de 22 días los animales fueron pesados siendo $344 \pm 36,4$ kg el peso vivo promedio del grupo al inicio de la experiencia (04/07/01). En este momento los terneros fueron separados en tres lotes experimentales:

El lote 1 fue el testigo y no recibieron tratamiento alguno.

Lote 2 (animales tratados con implante hormonal): recibieron el primer implante en la oreja izquierda a los 28 días de comenzado el experimento (01/08/01), tras 64 días (4/10/01) se les aplicó el segundo implante en la oreja derecha, 31 días más tarde y por un período de 14 días (05/11/01-18/11/01) se les administraron en pienso $7,5 \mu\text{g}/\text{kg}$ de peso vivo de dexametasona (fosfato disódico), siendo suprimida durante los últimos 8 días de cebo. El implante utilizado fue Synovex-S, formulado con 20 mg de benzoato de estradiol y 200 mg de progesterona.

Lote 3 (animales tratados con Clorhidrato de Clenbuterol): Se les comenzó a administrar a los 75 días del inicio de la experiencia y durante 14 días 5 µg/kg de peso vivo; seguidamente se les administró por un período de 35 días 10 µg/kg de peso vivo y finalmente, durante 14 días, 5 µg/kg de peso vivo, con la adición de 7,5 µg de fosfato disódico de dexametasona/kg de peso vivo; estos productos se administraron en el pienso. Posteriormente, y hasta el sacrificio no se administró ningún producto, cumpliendo así con un período de supresión de 8 días.

Los animales fueron pesados periódicamente (cada 7 días) y se controló la ingestión de pienso por lote, calculándose así el índice de conversión del pienso por cada grupo de animales, conjuntamente con la ganancia media diaria por animal. El sacrificio de los animales se realizó en el matadero Mercazaragoza, distante unos 6 km de las instalaciones experimentales. El faenado se realizó siguiendo el procedimiento comercial habitual.

A las 24 horas del sacrificio se evaluaron la conformación y estado de engrasamiento de las canales según el Reglamento CEE nº 2237/91 (la conformación con una escala de 18 puntos y el engrasamiento de 1 a 5 con una escala de 15 puntos; cuadro 1).

Sobre la media canal izquierda se realizó la correspondiente morfometría, tomándose las siguientes medidas: longitud de la canal, ancho de la canal, longitud de la pierna,

espesor máximo de la pierna, perímetro máximo de la pierna y profundidad de la pierna. Se midió la superficie del lomo y las medidas A y B del lomo; todas estas técnicas han sido descritas, por ESPEJO *et al.* (2000). Sobre la 10ª costilla se realizó la correspondiente disección según CARBALLO *et al.* (2000). Además, se calculó el índice de compacidad de la canal (peso canal caliente, kg / longitud de la canal, cm).

Posteriormente se realizó el despiece comercial de la canal según AGÜERA *et al.* (1986): carne de categoría extra, primera, segunda y tercera, cuya suma constituye la carne comercializable y grasa de recorte y hueso, estimándose la relación carne/grasa y carne/hueso. Las piezas comerciales se pesaron y se agruparon en las siguientes categorías:

Extra: solomillo.

Primera: lomo, babilla, tapa, contra, cadera, redondo, aguja, espalda y pez.

Segunda: culata de contra, llana, morcillos y brazuelos.

Tercera: falda y diafragma, filete de rellenar, pescuezo, costillar, pecho, recortes y trapillos.

Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el programa SPSS 11.0 para Windows (SPSS, 2003). El efecto del tratamiento sobre las variables estudiadas se analizó mediante análisis de varianza. Para

Cuadro 1. Sistema SEUROP de clasificación de canales
Table 1. SEUROP system carcass classification

Conformación Nota	P-	P	P+	O-	O	O+	R-	R	R+	U-	U	U+	E-	E	E+	S-	S	S+
Calificación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Engrasamiento Nota	1-	1	1+	2-	2	2+	3-	3	3+	4-	4	4+	5-	5	5+			

estimar la significación de las diferencias entre los distintos tratamientos se utilizó el método de mínimos cuadrados, provisto por el procedimiento GLM, considerando la suma de cuadrados tipo III. La relación entre las diferentes variables fue analizada a través del coeficiente de correlación de Pearson.

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos sobre el peso vivo, ganancia media diaria e índice de transformación se encuentran en el cuadro 2. No se observan diferencias significativas entre tratamientos en los parámetros productivos. En la bibliografía se encuentran trabajos y conclusiones en direcciones opuestas, dependiendo en la mayoría de los estudios del fármaco empleado y su dosis. Así ANDERSON *et al.* (1989), FABRY y SOMMER (1990), empleando β agonistas como la Ractopamina y Cimaterol, demostraron que aumentando la dosis mejoraba la conversión

alimenticia, la ganancia media diaria y el rendimiento de las canales. En cambio BERGE *et al.* (1993) encontraron que los resultados que obtenían por el empleo de clenbuterol dependían del tiempo de administración y del sexo de animal. Sobre vacas Frisonas GARSEN *et al.* (1995), empleando clenbuterol y salbutanol en dietas ricas en proteína bruta (19,8%) y en grasa bruta (19,7%) (siendo ésta un sustituto lácteo), encontraron unos resultados superiores a los demostrados por otros autores, atribuyendo tal diferencia a la dieta empleada.

En los cuadros 3 y 4 se presentan las variables correspondientes a las medidas realizadas sobre la canal, mostrándose en forma general que los animales que recibieron clenbuterol (+ dexametasona) como tratamiento manifestaban una mejora de todas estas variables, presentando los animales implantados con hormonas (+ dexametasona) un comportamiento intermedio. Los resultados hallados en el presente trabajo concuerdan con los realizados sobre el efecto de las hormonas (PATTERSON y SALTER, 1985) los cuales observaron diferencias sig-

Cuadro 2. Peso vivo, ganancia media diaria e índice de conversión en terneros de la categoría "añojo pesado", testigo y tratados con implantes hormonales y clenbuterol + dexametasona. Media (\pm error estándar)

Table 2. Liveweight, average daily liveweight and conversion index in "heavy yearlings", control, hormone implanted and clenbuterol + dexamethasone. Mean (\pm standard error)

	Peso vivo al inicio (kg)	Peso vivo sacrificio (kg)	Ganancia media diaria a 145 días (kg/día)	Índice de conversión en 106 días (kg pienso/kg de peso vivo)
Testigo	346,70	628,50	1,94	4,60
Hormona	334,00	651,00	2,18	4,20
Clenbuterol	353,70	635,50	1,94	4,40
Error estándar	(\pm 19,6)	(\pm 29,5)	(\pm 0,15)	(\pm 0,23)
Tratamiento	ns	ns	ns	ns

(ns) $p > 0,05$.

Cuadro 3. Efecto del tratamiento con compuestos hormonales y clenbuterol + dexametasona sobre las características de la canal en terneros de la categoría comercial añojo pesado.

Media (\pm error estándar)

Table 3. Effect of hormone compounds and clenbuterol + dexamethasone treatments on carcass characteristics of heavy yearlings. Mean (\pm standard error)

	Peso canal caliente (kg)	Peso canal fría (kg)	Rendimiento canal (%)	Conformación (1-18)	Engrasamiento (1-15)	Índice compacidad (kg/cm)	Superficie lomo (cm ²)
Testigo	412,5	404,2	65,6 b	15,3	3,8 a	3,2	52,7 c
Hormona	429,1	420,5	66,0 b	15,5	3,5 a	3,3	60,2 b
Clenbuterol	436,6	427,9	68,7 a	17,5	2,5 b	3,4	66,3 a
Error estándar	(\pm 17,9)	(\pm 17,5)	(\pm 0,54)	(\pm 0,68)	(\pm 0,28)	(\pm 0,10)	(\pm 5,6)
Tratamiento	ns	ns	*	ns	*	ns	**

(ns): $p > 0,05$.

(*): $p \leq 0,05$.

(**): $p \leq 0,01$.

(a, b, c): letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas entre grupos de $p \leq 0,05$.

Cuadro 4. Efecto de los tratamientos con compuestos hormonales y clenbuterol + dexametasona sobre las medidas morfológicas de canales de terneros de la categoría añojo pesado. Media (\pm error estándar)

Table 4. Effect of hormone compounds and clenbuterol + dexamethasone treatments on carcass morphological measurements of heavy yearlings. Mean (\pm standard error)

	Longitud canal (cm)	Ancho canal (cm)	Longitud pierna (cm)	Ancho Pierna (cm)	Perímetro pierna (cm)	Profundidad pierna (cm)	Largo lomo (cm)
Testigo	130,7	62,7	83,1	32,4	130,0 b	48,0	57,9
Hormona	129,2	62,0	83,2	33,4	134,2 ab	48,2	57,3
Clenbuterol	129,1	61,7	82,2	33,6	139,8 a	49,6	57,0
Error estándar	(\pm 1,91)	(\pm 1,22)	(\pm 1,25)	(\pm 0,75)	(\pm 2,17)	(\pm 0,56)	(\pm 0,74)
Tratamiento	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns

(ns): $p > 0,05$.

(*): $p \leq 0,05$.

(a, b): $p \leq 0,05$.

nificativas en cuanto a las medidas de canal de bovinos, teniendo un efecto importante el sexo de los animales. En cuanto a los β agonistas LUÑO (1995) y SANZ (1995) mencio-

naron que estas sustancias inciden de forma significativa en la morfometría de las canales, principalmente sobre las medidas realizadas sobre el cuarto posterior.

En este trabajo el rendimiento de canal resultó afectado significativamente ($p \leq 0,05$) por los diferentes tratamientos. El uso del clenbuterol (+ dexametasona) determinó una mejora de más de 3 puntos porcentuales en el rendimiento de canal con relación a los animales testigos los cuales no difirieron de los tratados con hormonas (+ dexametasona). En otros experimentos realizados por varios autores (FIEMS *et al.*, 1990 y SANZ, 1995) se han señalado variaciones en este parámetro de un 5-8 %, en bovinos tratados con β agonistas, atribuyéndose a una disminución en el peso de la piel, vísceras y órganos como corazón, hígado y pulmones. Otros equipos de investigación (EISEMANN *et al.*, 1988; RISCK *et al.*, 1984) señalan que la mejora en el rendimiento de la canal estaría asociada al aumento registrado en la relación proteína/grasa del tejido magro.

La disminución del estado de engrasamiento ($p \leq 0,05$), significativa solamente en los animales tratados con clenbuterol (+ dexametasona), es coincidente con lo señalado por MILLER *et al.* (1986), quienes obtuvieron disminuciones de hasta un 50% en el porcentaje de grasa de la canal de vacunos de raza Hereford, Charolaise y sus cruzamientos. Tal disminución del engrasamiento no sólo se produciría en el depósito subcutáneo, sino también en los depósitos internos (SANZ, 1995).

La clasificación por conformación no resultó afectada significativamente por los distintos tratamientos evaluados, ($p = 0,08$), aunque existe una tendencia de mejor conformación en las canales de los animales que fueron tratados con clenbuterol (+ dexametasona); siendo estas canales calificadas dentro de la categoría superior (S), lo que mostraría un aumento en su valor comercial. Coincidiendo con GARSSEN *et al.* (1995), LUÑO (1995) y SANZ (1995), esta mejor calificación de los animales tratados con β agonistas sería debida a la acción de estos pro-

ductos sobre la hipertrofia muscular, marcada particularmente en los músculos del miembro posterior y lomo.

Las canales de los animales tratados con clenbuterol (+ dexametasona) presentaron un índice de compacidad de 3,4 algo mayor al obtenido por las canales del lote testigo 3,2; sin embargo estas diferencias no llegaron a ser estadísticamente significativas. Las canales que presentan buena conformación y un alto rendimiento en carne suelen presentar también mayores índices de compacidad (ALBERTÍ *et al.*, 2001).

Algunos autores han descrito que los β agonistas provocan un aumento significativo de la superficie del lomo (GARSSEN *et al.*, 1993, RICKS *et al.*, 1984). Igualmente, en el presente experimento se hallaron diferencias significativas ($p \leq 0,01$) entre los tres lotes de animales, para esta variable.

En relación a las medidas morfológicas, sólo el perímetro de la pierna resultó significativamente afectado por los diferentes tratamientos, siendo los animales tratados con clenbuterol (+ dexametasona) los que obtuvieron valores más altos, significativamente diferentes ($p \leq 0,05$) de los animales testigos. El comportamiento de los animales que recibieron el implante hormonal (+ dexametasona) fue intermedio y no diferente estadísticamente ($p > 0,05$) de los animales testigos o de los que recibieron clenbuterol (+ dexametasona).

Nuevamente se podría encontrar la explicación en la magnitud de la hipertrofia muscular que resulta de la administración de β agonistas (GEESINK *et al.*, 1993, LUÑO, 1995, RISCK *et al.*, 1984), siendo esta acción más notoria sobre el miembro posterior (MARTÍNEZ *et al.*, 1991), debido principalmente a que en esa localización anatómica predominan las fibras blancas, las cuales parece ser que responden a los tratamientos

con un aumento del tamaño de las miofibrillas. Como los cortes comerciales de mayor valor económico se encuentran localizados en el cuarto posterior, esta hipertrofia redundaría en un mayor valor comercial de la canal (LUÑO, 1995 y SANZ, 1995).

En el cuadro 5 se representa el efecto de los tratamientos sobre el despiece comercial. En términos generales se aprecia una ligera tendencia a la mejora en las canales provenientes de los animales tratados con agentes promotores del crecimiento en comparación

Cuadro 5. Efecto de los tratamientos con compuestos hormonales y clenbuterol + dexametasona sobre la composición comercial de las canales de terneros correspondientes a la “categoría añojo” pesado. Media (±error estándar). Los % de cada corte se refieren en relación al total de la categoría a la que pertenece, y el % de las categorías al total del despiece

Table 5. Effect of hormone compounds and clenbuterol + dexamethasone treatments on commercial composition of heavy yearling carcasses. Mean (± standard error). The percentage of each cut is referred to the total of the category that they belong to, and the percentage of the categories is referred to the total of the commercial cuts

	Testigo	Hormonas	Clenbuterol	Error estándar	Tratamiento
Extra (%)	2,7	2,6	2,8	(± 0,11)	ns
Solomillo (%)	100	100	100		ns
Primera (%)	61	62	61	(± 0,63)	ns
Lomo (%)	20,6	21,1	20,6	(± 0,48)	ns
Babilla (%)	8,8	9,7	9,9	(± 0,27)	ns
Tapa (%)	15,0	15,6	15,8	(± 0,31)	ns
Contra (%)	12,8	12,4	13,0	(± 1,09)	ns
Cadera (%)	8,6	8,7	9,1	(± 0,21)	ns
Redondo (%)	4,6	4,6	4,9	(± 0,23)	ns
Aguja (%)	17,0 a	15,4 ab	14,6 b	(± 0,67)	*
Espalda (%)	10,4	10,2	9,8	(± 0,39)	ns
Pez (%)	2,2	2,3	2,3	(± 0,11)	ns
Segunda (%)	9,3 b	10,1 a	10,2 a	(± 0,10)	***
Culata de contra (%)	20,5	21,9	20,7	(± 0,43)	ns
Llana (%)	16,4 a	14,6 b	14,7 b	(± 0,31)	**
Morcillos + Brazuelos (%)	63,1	63,5	64,6	(± 0,55)	ns
Tercera (%)	27,0	25,3	26,0	(± 0,49)	ns
Falda y Diafragma (%)	28,9	28,2	28,9	(± 0,59)	ns
Filete de rellenar (%)	3,7	3,4	3,8	(± 0,16)	ns
Pescuezo (%)	6,9	6,7	6,6	(± 0,49)	ns
Costillar (%)	24,4	26,4	25,7	(± 1,20)	ns
Pecho (%)	11,8	12,3	11,3	(± 0,34)	ns
Recortes + Trapillo (%)	24,3	23,0	23,7	(± 0,91)	ns

(ns): $p > 0,05$.

(*): $p \leq 0,05$.

(**): $p \leq 0,01$.

(***): $p \leq 0,001$.

(a, b): $p \leq 0,05$.

con los animales testigo. Así, los animales que no recibieron ningún tratamiento han presentado porcentajes ligeramente superiores de piezas de tercera categoría. Se han encontrado diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,001$) sólo para la categoría segunda, siendo más altos los valores correspondientes al grupo de los animales tratados, tanto con clenbuterol (+ dexametasona) como con hormonas (+ dexametasona).

La composición tisular (disección de la costilla) en el presente trabajo resultó afectada por los distintos tratamientos (cuadro 6). Los animales que recibieron (clenbuterol + dexametasona) mostraron mayores porcentajes de músculo. Los animales que recibieron implante hormonal (+ dexametasona) fueron los que mostraron mayores porcentajes de grasa y hueso ($p \leq 0,05$), siendo los valores intermedios para los animales testigos.

Sobre el metabolismo de los lípidos, los β adrenérgicos provocan disminución de los depósitos de lípidos corporales y aumento del

gasto energético. Este descenso de los depósitos lipídicos ha sido atribuido tanto a un aumento de la lipólisis como a una disminución de la lipogénesis (MILLER *et al.*, 1988; MOLONEY *et al.*, 1990), aunque el efecto del descenso de la lipogénesis parece ser menor que el aumento de la lipólisis. Tanto la lipólisis como la lipogénesis se darían en menor grado en la grasa intramuscular que en el tejido adiposo subcutáneo (PORTILLO *et al.*, 1992). Además, los β agonistas son sustancias que actúan sobre el metabolismo como repartidores de energía, derivan nutrientes del tejido adiposo hacia el anabolismo muscular, notándose así la disminución en los depósitos de lípidos y el incremento en la síntesis de proteína con la correspondiente formación de músculo (WILLIAMS *et al.*, 1987 y SANZ, 1995). Respecto al desarrollo óseo, los resultados obtenidos concuerdan con los citados por MOLONEY *et al.* (1990) y SANZ (1995), en el sentido de que no se encontraron diferencias apreciables por la administración de β agonistas.

Cuadro 6. Efecto de los tratamientos con compuestos hormonal y clenbuterol + dexametasona sobre la composición tisular de la 6^{ta} costilla de terneros correspondientes a la categoría "añojo pesado". Media (\pm error estándar)

Table 6. Effect of hormone compounds and clenbuterol + dexamethasone treatments on tissue composition of the 6th rib of heavy yearlings. Mean (\pm standard error)

	Grasa subcutánea (%)	Grasa intermuscular (%)	Grasa Total (%)	Hueso (%)	Músculo (%)	Desperdicios (fascia, etc.) (%)
Testigo	1,8 a	7,4 b	9,2 b	13,5 b	71,9 a	3,7
Hormona	1,9 a	8,3 a	10,2 a	16,1 a	68,2 b	3,1
Clenbuterol	1,0 b	5,6 c	6,6 c	14,1 b	74,7 a	1,5
Error estándar	($\pm 0,38$)	($\pm 0,97$)	($\pm 1,20$)	($\pm 0,40$)	($\pm 1,40$)	($\pm 0,70$)
Tratamiento	*	*	*	*	*	ns

(ns): $p > 0,05$.

(*): $p \leq 0,05$.

(a, b, c): $p \leq 0,05$.

En cambio, ha sido demostrado que los compuestos hormonales como la testosterona favorecen el crecimiento del hueso y los estrógenos actúan más específicamente sobre el metabolismo del calcio y fósforo (KOLB, 1976), favoreciendo el desarrollo y la maduración ósea debido al aumento en la producción de matriz por los osteoblastos y a la supresión de la diferenciación celular en osteoclastos (RUCKEBUSCH *et al.*, 1994). Además, se ha demostrado que el uso de compuestos estrogénicos en machos enteros llevaría a que estos animales depositasen más grasa, presentando una relación carne/grasa menor que aquellos que no han recibido hormonas estrogénicas (PATTERSON y SALTER, 1985). Esto sería debido al comportamiento de los diferentes sexos frente a la administración de las diversas hormonas, de modo que las hormonas “masculinas” (testosterona) en las hembras causan un efecto anabolizante aumentando la masa muscular, mientras que en el mismo sexo las hormonas “femeninas” (estrógenos) aumentarían los depósitos de lípidos; generalmente los estrógenos actúan como redistribuidores de los depósitos lipídicos independientemente del sexo y la testosterona es una hormona anabolizante.

Sobre el uso de la dexametasona, HUANG *et al.* (2000) concluyeron que cuando se emplea dexametasona más clenbuterol, el efecto de este último sobre el metabolismo muscular disminuye a causa de que la dexametasona sobre el tejido muscular provoca una disminución del número de β adrenoreceptores (que modifican y alteran el “turnover” o tasa de recambio proteico). Así mismo AGBENYEGA y WAREMAN (1992) demostraron que la dexametasona sobre el tejido muscular posee efecto de tipo catabólico, y a medida que aumentan los niveles de clenbuterol estos efectos disminuyen hasta el punto en que se llega a apreciar un ligero aumento de la masa muscular. También varios grupos de investi-

gadores (YORKE, 1967; BRETHOUR, 1972; DICKE *et al.*, 1974) han analizado el efecto de la dexametasona sobre el metabolismo lipídico, demostrando que los efectos sobre el tejido adiposo son dosis dependientes, y que es el depósito de grasa intramuscular el más afectado; así demostraron que aplicando 10 mg de dexametasona por un período cercano a 90 días, el depósito de grasa intramuscular aumenta significativamente. Pero en nuestro estudio sólo se empleó la dexametasona como sustancia borrador, además que se administró conjuntamente con los promotores de crecimiento y con dosis y periodos de aplicación diferentes a los trabajos comentados anteriormente.

Por otra parte, valorando los efectos sobre la composición tisular de la canal (cuadro 7) los tratamientos aplicados no afectaron de forma significativa ($p > 0,05$) al porcentaje total de carne vendible, grasa de recorte, ni hueso, pero hay que remarcar la tendencia que presentaron las canales de los animales tratados con clenbuterol (+ dexametasona) en cuanto a su composición ($p = 0,06$ y $0,13$, para el porcentaje de carne vendible y grasa de recorte, respectivamente), determinando así un ligero aumento ($p = 0,10$) de la relación carne vendible / grasa de recorte. Estos resultados son consecuentes con la mejora en el valor comercial de la canal, lo que estaría de acuerdo con los resultados de diferentes autores (ANDERSON *et al.*, 1989; BAKER *et al.*, 1984; SCHIAVETTA *et al.*, 1990), que indican disminuciones apreciables en los depósitos grasos de diferentes especies animales tratadas con compuestos β agonistas, como ya hemos comentado anteriormente. En todo caso, también hay que recordar que la raza Blonde d'Aquitaine es una raza netamente especializada en la producción de carne, y sería de esperar que la respuesta al uso de compuestos hormonales y β agonistas sea menor que en las razas doble propósito, o en razas lecheras.

Tabla 7 Efecto del tratamiento con compuestos hormonales y clenbuterol + dexametasona sobre la composición tisular de la canal de terneros pertenecientes a la categoría añojo pesado. Media (\pm error estándar)

Table 7. Effect of hormone compounds and clenbuterol + dexamethasone treatments on tissue composition of the carcass of heavy yearlings. Mean (\pm standard error)

	Total carne vendible (%)	Grasa recorte (%)	Hueso (%)	Relación Carne/grasa	Relación Carne/hueso
Testigo	79.8	5.5	14.7	14.0	5.5
Hormona	79.3	5.8	14.9	13.8	5.3
Clenbuterol	81.7	4.3	14.0	19.0	5.8
Error estándar	(\pm 0.59)	(\pm 0.5)	(\pm 0.41)	(\pm 1.68)	(\pm 0.18)
Tratamiento	ns	ns	ns	ns	ns

(ns): $p > 0.05$.

Conclusiones

En términos generales, los efectos de los diferentes agentes promotores del crecimiento fueron evidentes en la canal, destacándose en algunos parámetros la acción del clenbuterol (+ dexametasona), mientras que los compuestos hormonales (+ dexametasona) en muchos casos no dieron diferencias entre sus canales con las del grupo de animales testigo. Así los animales que recibieron clenbuterol (+ dexametasona) en su dieta tendieron a presentar un mayor rendimiento, un aumento en la cantidad de músculo, una ligera disminución en la cantidad de grasa (particularmente subcutánea) y una tendencia manifiesta a aumentar la superficie del lomo, sobre todo por un incremento en su profundidad.

El uso de promotores del crecimiento + dexametasona en razas cárnicas y en animales de tipo pesado produce un efecto positivo sobre la calidad del producto, más notable en el caso de los β agonistas que en los agentes de tipo hormonal, pero esta mejora de la morfología y la variación de la composición tisular, por si solas difícilmente pueden ser

indicadoras, en la inspección veterinaria, del uso fraudulento de estas sustancias.

Agradecimientos

Al Ministerio de Sanidad y Consumo por su financiación a través de un convenio con la Universidad de Zaragoza.

A Pardos, J.J. y Lahoz, F. por su asistencia técnica.

A Mercazaragoza y los servicios veterinarios de la D.G.A. por su asistencia técnica.

Bibliografía

- AGBENYEGA E.T., WAREMAN A.C., 1992. Effect of clenbuterol on skeletal muscle atrophy in mice induced by the glucocorticoid dexamethasone. *Comp. Biochem. Physiol. Comp. Physiol.* 102 (1): 141-145.
- AGÜERA E., VIVO J., MONTEVERDE C., 1986. Sistemática del despiece de la canal del vacuno: referencias

- anatómicas y piezas cárnicas resultantes. En: "Bases anatómicas, tecnológicas y comerciales de la carnización del vacuno", de Sandoval, J. y col. pp: 109-123. Editado por la Facultad de Veterinaria de Cáceres y la Conserjería de Sanidad y Consumo, Junta de Extremadura.
- ALBERTÍ P., LAHOF Z., TERRA R., JAIME S., SAÑUDO C., OLLETA J.L., CAMPO M.M., PANEA B., PARDOS, J.J., 2001. Producción y rendimiento carnicero de siete razas bovinas españolas faenadas a diferentes pesos. *Informaciones Técnicas* 101: 1-15.
- ANDERSON D.B., VEENHUIZEN E.L., WAGNER J.F., WRAY M.I., MOWREY D.H., 1989. The effect of ractopamine hydrochloride on nitrogen retention, growth performance and carcass composition of beef cattle. *Journal of Animal Science* 67 (Suppl.1): 222 (A).
- BAKER P.K., DALRYMPLE R.H., INGLE D.L., RICKS C.A., 1984. Use of a β -adrenergic agonist to alter muscle and fat deposition in lambs. *Journal of Animal Science* 59 (5): 1257-1261.
- BERGE PH., CULIOLI J., OUALI A., PARAT M.F., 1993. Performance muscle composition and meat texture in veal calves administered a β agonist (Clenbuterol). *Meat Science* 33: 191-206.
- BRETHOUR J.R., 1972. Effects of acute injections of dexamethasone on selective deposition of bovine intramuscular fat. *Journal of Animal Science* 35: 351-360.
- CARBALLO J.A., MONSERRAT L., SANCHEZ L., 2000. Composición de la canal bovina. En: Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes. Ministerio de Ciencia y Tecnología – INIA. Madrid, España. pp: 106-123.
- CASTRO T., JIMENO V., 1997. Aditivos y su problemática pp. 351-366. En: Vacuno de carne: aspectos claves. Ed. Mundi-Prensa.
- CHIKOU F.H., MOLONEY A.P., ALLEN P., QUIRKE J.F., AUSTIN F.H., ROCHE J.F., 1993. Long-term effects of cimaterol in Friesian steers: I. Growth, feed efficiency, and selected carcass traits. *Journal of Animal Science* 71: 906-913.
- CUBERO G., 1998. Sistema de detección de animales sospechosos de residuos en carnes en matadero. XI Jornadas Nacionales de Inspección y Calidad de la Carne. Toledo, Noviembre 1998.
- DAWSON J.M., BUTTERY P.J., GILL M., BEEVER D.E., 1990. Muscle composition of steers treated with the β agonist, cimaterol. *Meat Science* 28: 289-297.
- DICKE B.D., FARLIN S.D., ARTHAUD V.H., 1974. Effect of dexamethasone on intramuscular fat content. *Journal of Animal Science* 39: 168 (abstract).
- EISEMANN J.H., HUNTINGTON G.B., FERRELL C.L., 1988. Effects of dietary clenbuterol on metabolism of the hindquarters in steers. *Journal of Animal Science* 66 (2): 342-353.
- ESPEJO M., GARCÍA S., LÓPEZ M., IZQUIERDO M., ROBLES A., COSTELA A., 2000. Morfología de la canal bovina. En: Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes. Ministerio de Ciencia y Tecnología – INIA. Madrid, España. pp: 69-81.
- FABRY J., SOMMER M., 1990. Effects of cimaterol on growth and carcass composition of culled cows. *Journal of Animal Science* 68 (Suppl.1): 332 (A).
- FIEMS L.O., BUTS B., BOUCQUÉ CH.V., DEMEYER D.J., SOMMER M., 1990. Effect of a β agonist on meat quality and myofibrillar protein fragmentation in bulls. *Meat Science* 27: 29-39.
- GARSSEN G.J., GEESINK G.H., HOVING-BOLINK A.H., VERPLANKE J.C., 1995. Effects of dietary clenbuterol and salbutamol on meat quality in veal calves. *Meat Science* 40: 337-350.
- GEESINK G.H., SMULDERS F.J.M., VAN LAACK H.L.J. M., VAN DER KOLK J.H., WENSING T.H., BREUKINK H.J., 1993. Effects on meat quality of the use of clenbuterol in veal calves. *Journal of Animal Science* 71: 1161-1170.
- GROTT M.J., SCHILT R., OSSENKOPPELE J.S., BERENDE P.L., HAASNOOT W., 1998. Combinations of growth promoters in veal calves: consequences for screening and confirmation methods. *Zentralbl Veterinarmed A* 45 (6-7): 425-440.
- HUANG H., GAZZOLA C., PEGG G.G., SILLENCE M.N., 2000. Differential effects of dexamethasone and clenbuterol on rat growth and on β_2 adrenoceptors in lung and skeletal muscle. *Journal of Animal Science* 78: 604-608.
- KOLB E., 1976. Fisiología general de los músculos y del tejido óseo. In: Fisiología Veterinaria. pp. 873-912. Ed. Acribia, España.
- LÓPEZ BOTE C., VENTANAS J., BURGOS J., 1989. Influencia de los esteroides gonadales y otros agentes anabolizantes, los tireostáticos y los repartidores de energía en la composición de la canal y en la calidad de la carne. *Medicina Veterinaria* 6: 135-151.

- LUÑO M., 1995. Correlación del perfil de textura con las características musculares y de la carne de vacuno tratado con clenbuterol. Tesis de Licenciatura. Universidad de Zaragoza. Facultad de Veterinaria. Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. 150 pp.
- MARTÍNEZ J.A., PORTILLO M.P., LARRALDE J., 1991. Anabolic actions of a mixed β adrenergic agonist on nitrogen retention on protein turnover. *Hormonal Metabolic Research* 23: 590-593.
- MILLER M.F., GARCÍA D.K., COLEMAN M.E., EKEREN P.A., SMITH S.B., 1986. Non-esterified and glyceride-fatty acid synthesis in bovine adipose tissue from heifers and clenbuterol. *Journal of Animal Science* 63 (Suppl 1): 236 (A).
- MILLER M.F., GARCÍA D.K., COLEMAN M.E., EKEREN P.A., LUNT D.K., WAGNER K.A., PROCKNOR M., WELSH JR. T.H., SMITH B.S., 1988. Adipose tissue, longissimus muscle and anterior pituitary growth and function in clenbuterol-fed heifers. *Journal of Animal Science* 66 (1): 12-20.
- MOLONEY A.P., ALLEN P., ROSS D.B., OLSON G., y CONVEY E.M., 1990: Growth, feed efficiency and carcass composition of finishing Friesian steers fed the β adrenergic agonist L-644,969. *Journal of Animal Science* 68: 1269-1277.
- PATTERSON R.L.S., SALTER L.J., 1985. Anabolic agents and meat quality: a review. *Meat Science* 14: 191-200.
- PORTILLO M.P., GRACIA-CALONGE M., MARTÍNEZ J.A., 1992. Estudio del efecto lipolítico de agonistas β adrenergicos con potencial anabolico. Feria Internacional Ganadera. ZAFRA, Mayo 1992.
- RICKS C.A., DALRYMPLE R.H., BAKER P.K., INGLE, D.L., 1984. Use of a β -agonist to alter fat deposition in steers. *Journal of Animal Science* 59 (5): 1246-1255.
- RUCKEBUSCH Y., PHANEUF L.P., DUNLOP R., 1994. Hormonas ováricas. In: *Fisiología de pequeñas y grandes especies*. pp: 699-712. Ed. Manual Moderno, Mexico.
- SANZ PÉREZ B., 1995. Problemas de Salud Pública ocasionados por el empleo en la alimentación animal del clenbuterol y otros agentes promotores del crecimiento. (Primera parte). *Eurocarne* 37: 23-34.
- SCHIAVETTA M.M., MILLER M.F., LUNT D.K., DAVIS S.K., SMITH B.S., 1990. Adipose tissue cellularity and muscle growth in young steers fed the β adrenergic agonist clenbuterol for 50 days and after 78 days of withdrawal. *Journal of Animal Science* 68 (11): 3614-3623.
- SILLENCE, N.M., MATTHEWS M.L., BADRAN T.W., PEGG G.G., 2000. Effects of clenbuterol on growth in underfed cattle. *Australian Journal of Agricultural Research* 51: 401-406.
- SPSS, 2003. SPSS for windows version 11.0. Chicago IL. SPSS Inc.
- U.S.D.A., 1998. Added as doping mask. http://www.mad-cow.org/~tom/bam_on_US_beef.html
- WILLIAMS P.E.V., PAGLIANI L., INNES G.M., PENNIE, K., HARRIS C.I., GARTWAITE P., 1987. Effects of a β agonist (clenbuterol) on growth, carcass composition, protein and energy metabolism of veal calves. *British Journal of Nutrition* 57: 417-428.
- YORKE R.E., 1967. The influence of dexamethasone on adipose tissue metabolism in vitro. *Journal of Endocrinology* 39: 329.

(Aceptado para publicación el 30 de enero de 2004).