

β Agonistas

Cómo afectan a la composición de la canal y la calidad de la carne

María Josefa Lueso Sordo - Aditsic
Miguel Angel Gómez Berzal - Trouw Iberica

Diversas encuestas realizadas por distintos investigadores sobre la actitud de los consumidores ante la presencia de grasa en la canal de los animales, han dado como resultado que el 60 % de los mismos utiliza el criterio «cantidad de grasa» a la hora de escoger las chuletas (Novakofski, 1987); el 40 % opina que el principal problema de la carne de cerdo es el exceso de grasa (Diamant, 1976) y un 75 % recorta la grasa de la carne (NPPC, 1984).

Esto nos da una idea del gusto de los consumidores por carnes poco grasas, debido, en gran parte, a la reconocida influencia del consumo de grasa animal en la presentación de enfermedades coronarias y metabólicas.

Sin embargo, para los productores, la posibilidad de controlar y reducir la deposición de grasa en el animal, sobre todo en vacuno, se ha hecho más difícil desde la prohibición en la CEE del empleo de esteroides anabolizantes.

En este contexto aparecen una serie de compuestos con propiedades químicas y farmacológicas muy similares a la Adrenalina y que son capaces de incrementar el nivel de proteína (15 %) y reducir los depósitos de grasa (18 %) en los animales tratados.

Estos compuestos se conocen con el nombre de « β Agonistas Adrenérgicos» o «Repartidores de Energía».

Los más estudiados son: Isoproterenol, Fenoterol, Clenbuterol, Cima-terol, L640033 y BRL 35135.



El propósito de esta revisión es dar a conocer su funcionamiento y de qué manera modifican las características de la canal en los animales tratados, pasando por alto su influencia en los aspectos zootécnicos.

DEFINICION Y ORIGEN

Agonistas son aquellos compuestos que ocupan un receptor y mimetizan la actividad de un mediador biológico (Fiems, 1987). Los Agonistas Adrenérgicos tienen una acción, estructura química y propiedades farmacológicas semejantes a las Catecolaminas (Adrenalina y Noradrenalina). (Fig. 1.)

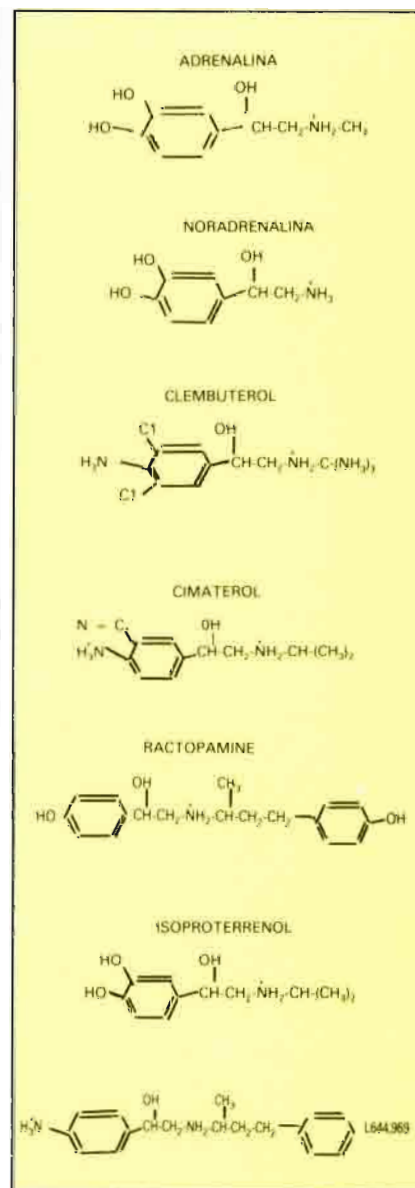


Fig. 1 Agonistas Adrenérgicos.

Los receptores de las Catecolaminas se encuentran localizados a nivel de la membrana celular y son fundamentalmente de dos tipos α y β . Cada uno de ellos tiene unas funciones características y su proporción en los diferentes órganos y en las diversas especies animales es variable.

Los receptores α son de dos tipos 1 y 2 (Mersmann, 1987) y responden a las catecolaminas mediante la contracción de las fibras musculares lisas. Intervienen en la regulación de esfínteres y de las arteriolas de piel y cerebro.

Los receptores β responden a las catecolaminas mediante la relajación de las fibras musculares lisas y son también de dos tipos:

β_1 : responsables de los efectos lipolíticos y del aumento de la fuerza y frecuencia de la contracción cardíaca.

β_2 : responsables de estimular la Glucogenólisis hepática, glucogenólisis muscular y la neoglucogénesis hepática, intervenir en diversas acciones hormonales y dar lugar a una relajación de los músculos lisos de bronquios, vasos sanguíneos, vías genitourinarias y gastrointestinales.

Los compuestos que tratamos en este tema, se conocen como β Agonistas Adrenérgicos porque mimetizan la acción de la Adrenalina sobre los receptores β adrenérgicos de la membrana celular.

La incorporación en la dieta de los animales de estos compuestos (BAA), va a originar en ellos una situación de «estrés controlado» que a continuación vamos a estudiar.

MODO DE ACCION FISIOLÓGICO

Las Catecolaminas son hormonas de emergencia que provocan inmediatamente una adaptación del metabolismo ante situaciones de estrés (calor, frío, huida...), estados emocionales, hipoglucemia, etc., movilizandolos rápidamente en el organismo las reservas de carbohidratos.

La acción es breve y el efecto rápido.

De forma muy general, podemos decir que la noradrenalina centra su acción en las adaptaciones circulatorias, esto es, incremento de la fuerza, frecuencia y amplitud de las contracciones cardíacas, hipertensión, vasoconstricción, etc., mientras que la adrenalina controla los cambios metabólicos.

En situaciones de urgencia fisiológica, el organismo requiere un mayor aporte energético y sanguíneo desde la periferia hasta órganos vitales como son el corazón o el hígado.

Se incrementa la frecuencia cardíaca y la ventilación pulmonar y, por tanto, el gasto de energía. Se aumenta notablemente el consumo de O_2 que se utiliza en el metabolismo del lactato procedente del músculo, por el hígado y el corazón.

Esta serie de reacciones oxidativas y de producción de oxígeno y CO_2

dan lugar a un efecto calorígeno y a la elevación de la temperatura basal.

Se puede decir que todo el metabolismo del animal está trabajando en este sentido.

Así pues, la glucosa no puede ser utilizada en las células del tejido adiposo para formar grasa y en cambio, los ácidos grasos libres serán utilizados por los tejidos para dar lugar a la formación de aminoácidos que actuarán como fuente de energía.

Al final del proceso, vemos que los nutrientes se han empleado en incrementar la proteína a nivel muscular y que ha disminuido el depósito de energía en forma de tejido graso, es por esta razón que los β Agonistas Adrenérgicos se conocen también con el nombre de Agentes Repartidores de Energía (Fig. 2).

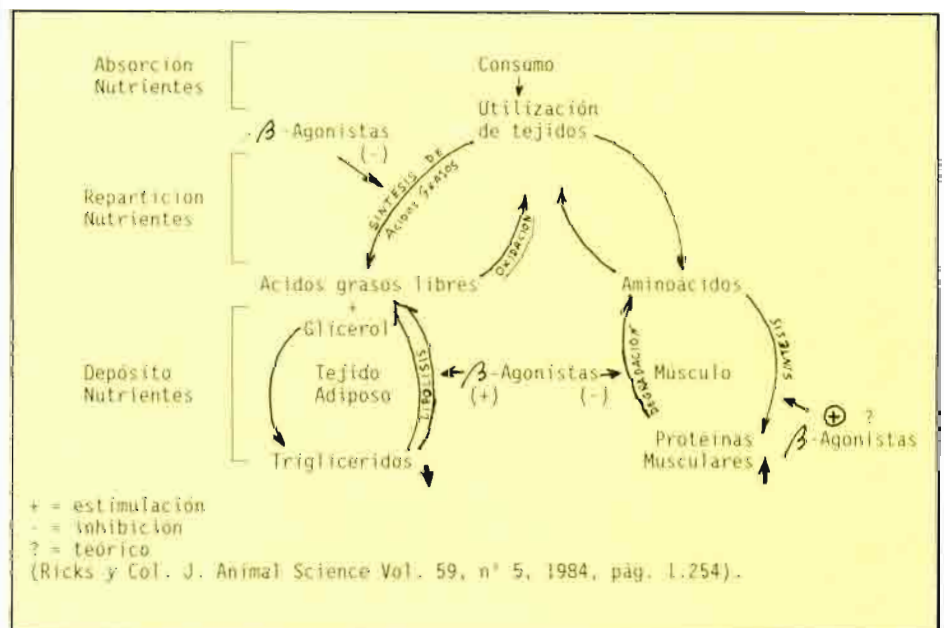


Fig. 2 Modo de acción del BAA propuesto, alterando la deposición de músculo y grasa.

ACCIONES METABOLICAS

De la acción de los β Agonistas sobre el metabolismo de los carbohidratos, podemos decir que en el hígado originan la desintegración de los depósitos de glucógeno hepático por activación de la fosfatasa dando lugar a una glucogenólisis rápida y en el tejido muscular estimulando la degradación de glucógeno a glucosa y de éste a ácido láctico (con gran requerimiento de oxígeno), por la vía de Embden Meyerhof. (Fig. 3.)

En el metabolismo de las grasas el modo de acción de los β Agonistas es difícil de definir; por una parte, se produce un efecto indirecto en la deposición de grasas al aumentar el índice metabólico y el gasto energético en los animales tratados. Por otra parte, se produce un efecto directo basado en el incremento de los niveles de AMP-Cíclico (Fain y García Sáinz, 1983) en el tejido adiposo. (Fig. 4.)

Como se aprecia en el esquema, por mediación del Adenil Ciclasa, el ATP

se transforma en AMP-Cíclico que activa una proteína kinasa y ésta a su vez, por fosforilación, una lipasa intracelular que transforma los triglicéridos en ácidos grasos y glicerol (Fiems, 1987; Mersman, 1987). Así pues, se produce un incremento en la lipólisis (que se puede medir por la liberación de glicerol) y una reducción en la lipogénesis.

Es difícil de cuantificar la importancia relativa de estos efectos, ya que se producen variaciones notables según se trate de pruebas en vivo o «in vitro» y con qué producto específico, a qué dosis y en qué especie animal se esté empleando. (Coleman, 1985, 1986; Miller, 1986; Mersman, 1987; Thornton, 1985; Reeds, 1987; etc...).

En cuanto al metabolismo de las proteínas, se ha observado en los animales tratados con β Agonistas un notable aumento en la retención de nitrógeno (medido por la excreción de creatinina) hasta en 2,5 g/día más que en los animales no tratados (Williams, 1987).

Así como otros efectos debidos a la acción de los β Agonistas son rápidamente compensados, los efectos en el metabolismo de las proteínas son muy persistentes.

Este efecto anabólico está casi reducido al músculo esquelético y se debe a la hipertrofia, más que a la hiperplasia, de las fibras musculares (Reeds, 1986).

La epinefrina y los β Agonistas reducen el catabolismo proteico (Hill y Malamud, 1974; Li y Jefferson, 1977; Tischer, 1981) y tienen al mismo tiempo actividad anabólica (Nutting, 1982).

El mecanismo por el cual se afecta en este sentido el metabolismo, es aún una incógnita. Algunas pruebas sugieren un efecto directo en la síntesis proteica (Williams, 1987), pero otras más rigurosas indican que los efectos a largo plazo se deben a una reducción en la degradación de proteínas (Mac Rae, 1986; Howell, 1987). Según Ricks (1987), el efecto inhibitor de la degradación de proteínas estaría mediado por una disminución de los enzimas proteolíticos lisosomales.

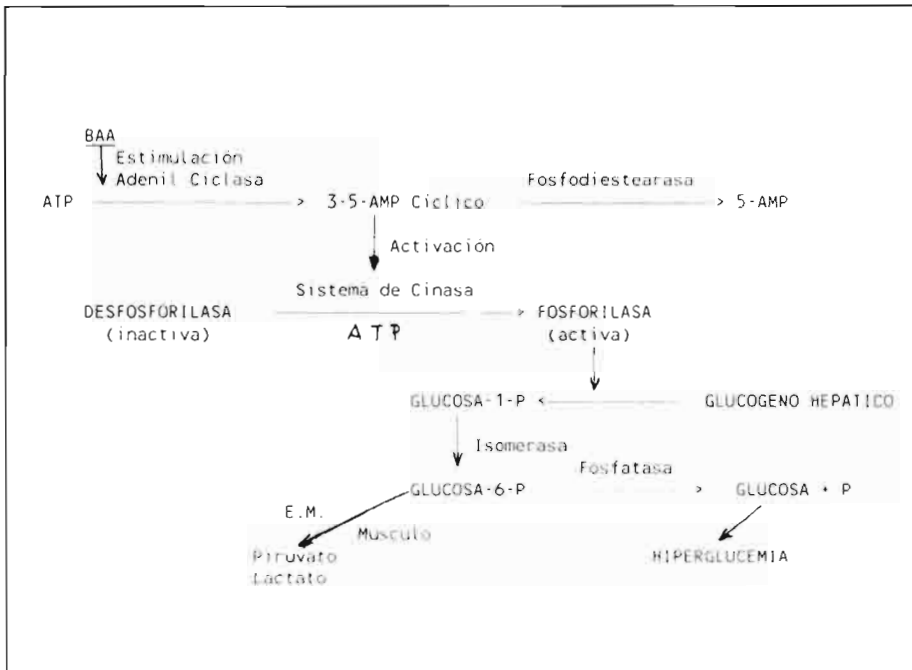


Fig. 3 Acción de los β Agonistas sobre el metabolismo de los carbohidratos.

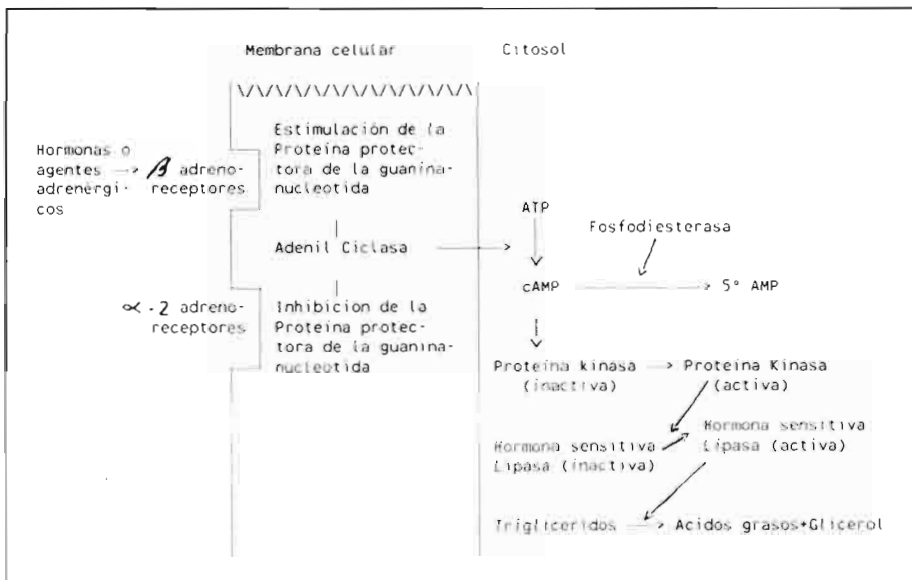


Fig. 4 Regulación de la lipólisis en el tejido adiposo (L.O. Fiems Ann. Zootech., 1987, 36 [3]. 280).

Es importante hacer notar que los efectos del incremento en la retención de nitrógeno se han apreciado fundamentalmente en la canal en fibras de oxidación lenta, mientras que en la piel, intestino y otros órganos internos se produjo el efecto contrario (Williams, 1987).

ACCION HORMONAL

Para algunos autores, los efectos de los β Agonistas son debidos en gran parte a la acción de «release» de otras hormonas, como por ejemplo la hormona del crecimiento o la insulina (Emery, 1984; Ricks, 1984; Berman, 1985; Perkins, 1985). (Ver Tabla I.)

Cabe recordar que entre otras acciones, las catecolaminas originan la inhibición de la secreción de insulina, el incremento del Glucagon (McDowell, 1983) y favorecen la liberación por la hipófisis de ACTH, STH y gonadotropinas.

En los animales tratados con β Agonistas se han observado niveles séricos más altos de Hormona del crecimiento (Ricks, 1984). La estimulación «in vitro» de las células de la pituitaria anterior que liberaban H. del crecimiento en estos animales fue probada por Perkins (1983 y 1985) y Swenen (1985).

Fain y García Sáinz (1983) y Stiles, (1984); advierten la mayor sensibilidad a las hormonas lipolíticas por parte de los animales hipertiroides.

La descarga de ACTH por la hipófisis, da lugar en las suprarrenales a la liberación de glucocorticoides (estimulantes de la gluconeogénesis) que son necesarios para que se produzca el efecto de repartidores de nutrientes que tienen los β Agonistas Adrenérgicos (Sharpe y col. 1986).

Según Ocutt (1986), los β Agonistas reducen la sensibilidad de los adipocitos a la Insulina, de modo que es imposible la utilización por ellos de la glucosa circulante.

Un resumen de estos efectos y la acción en los distintos órganos y tejidos se aprecia en la **figura 5** de Fiems (Ann, Zootech., 1987, 36-3, 283).

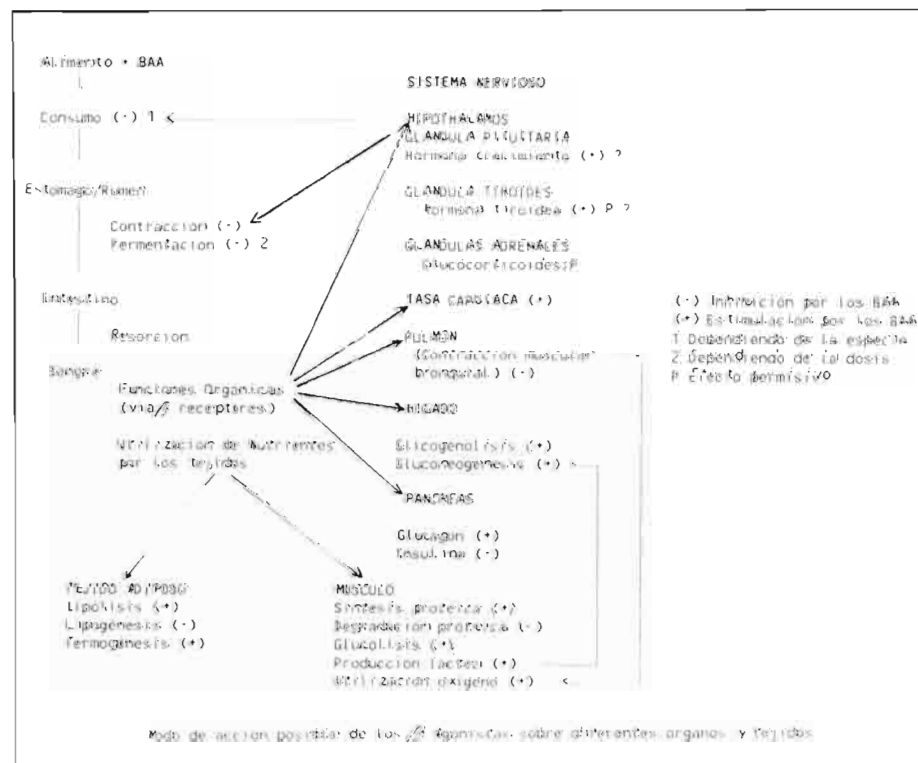
TABLA I
Efectos del Cimaterol sobre la concentración de plasma en hormonas
y metabolitos en corderos castrados. (1)

	Periodo Tratamiento				S _x
	6 semanas		12 semanas		
	Control	Cimaterol	Control	Cimaterol	
Hormonas					
Insulina (μU/ml)	76	34*	72	32*	8,2
Hormona crecimiento (ng/ml)	2,36	5,21*	2,16	2,71*	1,6
Tirosina (μg/100 ml)	5,68	7,12*	7,04	9,07*	0,41
Triiodotironina (ng/ml)	1,23	1,37*	1,17	1,31	0,11
Cortisol (ng/ml)	15,1	13,6	13,2	15,2	1,6
Prolactina (ng/ml)	158,3	181,1	290,9	290,6	71,7
Metabolitos					
Glucosa (mg/dl)	85,4	82,3	73,4	76,2	6,6
NEFA (μeq/L)	328	527*	246	409*	56,1

(1) Las medidas son para muestras recogidas en periodos de 6 h, al suspender la alimentación al principio del muestreo.

(*) Las medias del tratamiento son diferentes del control ($p < .05$).

Modo de acción posible de los β Agonistas sobre diferentes órganos y tejidos.



Las acciones de los β Agonistas se ven modificadas por distintos factores.

La distribución, especificidad y densidad de los receptores β en los tejidos celulares, varía en cada especie animal.

Existe también diferente sensibilidad racial relacionada con:

— La actividad lipolítica potencial de cada raza (Sidhu, 1973; Bocklen, 1986).

— La diferente sensibilidad a la insulina (Gregori, 1977; Michaux, 1982).

— El diferente número y localización de receptores β Adrenérgicos.

En relación con la edad, es bastante discutida la hipótesis de Lai (1981), según la cual el efecto de los β Agonistas sería menor en los animales más jóvenes, ya que en ellos existiría menor número de receptores.

Otra hipótesis para explicar las diferencias según la edad, relaciona ésta con el estatus endocrino del animal. Un incremento en el efecto de los BAA en los animales más viejos puede estar relacionado con la menor secreción de hormona del crecimiento que se produce según avanza la edad.

La influencia del sexo y las hormonas sexuales en la acción de los BAA no está muy clara. En general, podría deducirse un mayor efecto en las hembras, al tener estas mayor tendencia a la deposición de grasa. En aves (Dalruple, 1984) se ha demostrado la reducción de los depósitos de grasa abdominal solamente en las hembras.

Con respecto a la alimentación como modificadora de la acción de los BAA, un trabajo realizado por Beerman (1986) en corderos, plantea la interacción entre BA y la dieta hiperproteica a que se somete a los animales.

Por último, y en cuanto al tiempo de exposición y su relación con la acción BA, para Mersmann (1987), la exposición prolongada de los receptores B a los BAA hace disminuir notablemente su número por saturación y, por tanto, se puede decir que a mayor tiempo de exposición, menor efecto.

MODIFICACIONES EN LA COMPOSICION DE LA CANAL Y EN LA CALIDAD DE LA CARNE

— COMPOSICION DE LA CANAL

Los β Agonistas incluidos en la dieta de los animales domésticos dan lugar a dos efectos fundamentales:

— Incremento en la deposición de proteína en la canal ($\approx 15\%$).

— Reducción de la grasa total ($\approx 18\%$).

Se produce también un aumento en el contenido de agua, asociado siempre al incremento de proteína e inversamente proporcional al contenido de grasa (Jones, 1985).

No se aprecian diferencias significativas en el peso vivo, pero se mejora el rendimiento en canal, al incrementarse en la relación magro/grasa el tejido magro.

Se produce una importante hipertrofia muscular que origina cambios en la conformación que puede llegar a incrementar el valor comercial de la canal hasta en un 35% (Williams, 1987).

Esta hipertrofia muscular está asociada a un incremento de diámetro de las fibras musculares tipo II-glucolíticas (Hamby, 1986; Coleman, 1986; Kim,

1986) y, por tanto, se verán más afectados aquellos músculos en los que este tipo de fibras se encuentran en mayor proporción, como son los músculos del miembro posterior y el lomo, fundamentalmente el Longísimus Dorsi y el Semitendinoso. Es característico de estas fibras un menor contenido en lípidos, que podría ser el responsable del ligero aumento que se aprecia en las fuerzas de Warner-Blatzer (dureza al corte).

El desarrollo muscular de los cuartos traseros es muy evidente en corderos (Baker, 1984). Tabla II.

Se incrementa el área seccional del Longísimus Dorsi a nivel de la 12-13 costilla, en proporción variable, según la especie, el β Agonista empleado y la dosis (8,7% Jones, 11-16% Ricks, 41% Baker), así como también el peso del Semitendinoso y el Biceps Femoris (11,3% y 8,1% respectivamente, Jones 1985).

En cuanto al crecimiento del hueso, no se han encontrado diferencias apreciables en los animales tratados y la longitud de las canales tampoco se ve afectada (Moser, 1986).

El efecto de la reducción de grasa no sólo se produce en el tejido subcutáneo, sino también en los depósitos internos.

TABLA II
Características de la canal en corderos alimentados con Clenbuterol durante 8 semanas

Observación	Clenbuterol en la dieta, ppm		SE
	0	2	
Numero de corderos	10	10	—
• Peso vivo, Kg	53,7	54,0	,7
• Rendimiento canal %	54,6	57,2*	,6
• Peso de la grasa renal y pélvica, g	998	664**	65
• Peso del músculo semitendinoso, g	143,8	176,9**	5,5
• Profundidad de la grasa (12.ª costilla), mm	5,9	3,7**	,4
• Área del músculo longísimus, cm ²	16,85	23,85**	1,0
Engrasamiento (a)	6,6	6,1	,2
Grado conformación USDA (1-12)b	9,0	10,4**	,2
Grado calidad USDA (1-12)b	10,2	10,0	,2
Grado calidad final USDA (1-12)b	9,6	10,1	,2
Grado rendimiento USDA (1-5) ...	3,5	2,5**	,2

(a) Punto subjetivo de 1 a 10, siendo 1 la menor cantidad de grasa.

(b) 12 = Primera clase, 11 = Media de primera clase, 10 = Primera, 9 = elección, etc.

* $P < ,05$, difiere del control.

** $P < ,01$, difiere del control.

Disminuyen los depósitos grasos del riñón, pelvis y corazón (22-33 %) según la dosis (Ricks, 1984), Tabla III, pero la grasa intramuscular aunque se ve afectada (características de las fibras tipo II), lo hace en menor grado. Esto es importante ya que la presencia de esta grasa es necesaria para conseguir una buena palatabilidad de la carne.

Sobre el peso de los órganos internos, podemos resumir diciendo que no se aprecian diferencias significativas en el hígado y en el riñón, aunque Moser, 1986 en sus experiencias con Cimaterol en porcino encuentra una disminución lineal del peso de estos órganos (Tabla IV).

Estudios de Eisen (1988) en ratas, demuestran un incremento en hígado bazo e intestino y una disminución en el peso del corazón y riñón que confirman el trabajo de Jones, 1985 (Tabla V).

CALIDAD DE LA CARNE

El CAE considera la existencia de factores de clasificación de las canales objetivos y subjetivos. Los objetivos son el peso, la edad y el sexo, según los cuales obtenemos los denominados TIPOS de canal. Los subjetivos son: la conformación, que tiene en cuenta el desarrollo de perfiles y musculatura, principalmente de pierna, lomo y delantero; el grado de engrasamiento (grasa de cobertura y en depósitos internos); el color tanto de la carne como de la grasa, la consistencia y el grado de humedad, dan lugar a la clasificación de los tipos de canales en CATEGORIAS comerciales.

Esta clasificación, que pretende darnos una idea aproximada de lo que es la calidad de la carne, no coincide exactamente con lo que por el término CALIDAD entiende el consumidor.

Aunque la apreciación de la calidad de la carne varía según las culturas y los hábitos de consumo, las cualidades de la misma buscadas por el consumidor y que aparecen después de un correcto proceso de maduración, se pueden resumir en: ternera y palatabilidad, incluyen en este último término los conceptos de jugosidad, sabor y olor.

Una vez hechas estas aclaraciones, podemos decir que el empleo de los β Agonistas en el cebo de los animales de abasto, origina modificaciones en la calidad de la carne.

La TERNEZA de la carne, aunque puede ser modificada por diversos procesos tecnológicos, depende en prime-

ra instancia de una serie de factores intrínsecos como son: la longitud del sarcómero, la cantidad de colágeno en enlaces cruzados (tejido conjuntivo) y la composición de la carne en cuanto a proporción agua/grasa.

Si bien podríamos pensar que el empleo de β Agonistas haría aumentar la

TABLA III
Características de la canal en terneros alimentados con Clenbuterol durante 98 días (a)

Observación	Tratamiento					
	Clenbuterol, mg/cabeza ¹ y día ¹					
	0 (b)		10		500	
Características canal						
• Peso vivo, Kg	447	(36)	436	(27)	424	(30)
Peso canal caliente, Kg.c	315	(20)	314	(17)	302	(23)
Peso canal frío, Kg.c	306	(22)	311	(19)	298	(22)
• Grasa en corazón, pelvis y riñones, % corregida del peso canal en caliente	2,52	(,79)	1,93	(,54*)	1,68	(,31**)
• Rendimiento canal % (d)	63,71	(1,64)	64,51	(1,50)	63,52	(1,10)
Profundidad de la grasa (12. ^a costilla), cm ²	1,29	(,35)	,83	(,38**)	,75	(,11**)
Profundidad de la grasa (12. ^a costilla) (e), cm ²	1,25	(,28)	,80	(,28**)	,81	(,29**)
• Area del músculo longissimus (12. ^a costilla), cm ²	79,6	(7,4)	88,1	(6,1*)	92,6	(9,7**)
• Area del músculo(e) longissimus (12. ^a costilla), cm ²	78,3	(5,9)	87,2	(5,9**)	95,0	(6,1**)
• Marmoreado (f)	4,06	(,86)	3,75	(,85)	3,63	(,64)
Grado rendimiento USDA (g)	2,71	(,60)	1,68	(,43**)	1,20	(,21**)

(a) Valores listados son medias (desviación standard).

(b) Animales controlados recibieron oleatos.

(c) Peso de la canal incluida la piel.

(d) Calculado = $\frac{\text{Peso ajustado de la canal en caliente}}{\text{Peso vivo}} \times 100$, suponiendo que el Hereford tiene 8,5% de piel

(e) Análisis de los valores ajustados de covarianza usando el peso de la canal en caliente como factor.

(f) Marmoreado: 1 = prácticamente nada; 9 = abundante.

(g) Grado de rendimiento calculado ajustando el peso de la canal en caliente.

TABLA IV
Efectos de la adición de Cimaterol (CL 263,780) en la dieta sobre los pesos viscerales de los cerdos acabados (a)

Item	Cimaterol, mg/Kg en la dieta				SE ^b	Significación
	0	,25	,50	1,00		
Peso hígado, g	1.295	1.232	1.251	1.220	.21	Lineal*
Peso riñón, g	273	261	266	262	4	Lineal +
Peso grasa abdominal, g	1.767	1.707	1.687	1.695	63	NS

a: Medias de los cuadrados mínimos, promedio de 48 cerdos/tratamiento, peso al sacrificio 105 kg.

b: Media de error standard.

c: NS = No significación ($P > ,10$). Lineal = efecto lineal de la dieta.

+: $P < ,10$.

*: $P < ,05$.

TABLA V
EFFECTOS CIMATEROL EN RATONES

Medias de los cuadrados mínimos del peso de los órganos en porcentaje del peso del cuerpo en ayunas

Efecto principal (a)	Higado	Corazón	Bazo	Riñón	Estómago	Intestino delgado	Intestino grueso
Línea							
ICR	7,30b	,86b	,43b	2,09b	,75b	8,82b	2,70b
M16	8,40c	,81c	,65c	1,77c	,77b	9,58c	3,16c
Cimaterol, ppm							
0	7,82b	,74b	52b	2,00b	,77b	8,09b	2,56b
50	7,80c	,85c	,53b	1,90c	,74b	9,14c	2,82c
200	8,02b	,92d	,57c	1,88c	,77b	10,36d	3,41d
Periodo, semana							
3	8,07b	,84b	,52b	1,92b	,79b	9,85b	3,10b
6	7,69c	,83b	,56c	1,94b	,73c	8,56c	2,25c

(a) Sólo media del efecto principal. La interacción «nivel Cimaterol × Línea» fue significativa para el bazo ($P < .05$); Las interacciones «periodo × línea» fueron significativas para el corazón ($P < .01$) e intestino grueso ($P < .05$); las interacciones «nivel de Cimaterol × periodo» significativas para hígado ($P < .01$) y bazo ($P < .05$).

(b, c, d) Medias dentro de una columna y efecto principal con diferencias comunes ($P < .05$).

terneza de la carne al disminuir la edad al sacrificio de los animales y consiguientemente la proporción de tejido conjuntivo, la realidad (Jones, 1985; Movacofski, 1987) es, que las fuerzas de Warner-Blatzer en los músculos de animales tratados, son similares (3,3-3,6) a las de los no tratados e incluso algo superiores. Esto se debe a que con el empleo de «Repartidores» en algunos casos, disminuye ligeramente la grasa intramuscular y si esta disminución es mayor del 2,5 % pueden aparecer problemas de lubricación entre las fibras y como resultado el músculo se endurece.

Muchas de las propiedades físicas de la carne como color, textura, etc., dependen en parte de su capacidad de RETENCION DE AGUA. Para conseguir una buena palatabilidad y un rendimiento suficiente en peso, es necesaria una adecuada proporción de proteína/agua en la carne. Los factores que influyen en la capacidad de ligar agua de las proteínas son varios. La producción de ácido láctico y caída rápida del pH, originan que exista un menor número de grupos eléctricos dispuestos a ligar agua (efecto de carga neto). El descenso de los niveles de ATP dan lugar a la formación de una red proteica firme de enlaces permanentes, que imposibilita la unión de estas proteínas a las moléculas de agua.

En los animales tratados con β Agonistas, al estar disminuidos los niveles de glucógeno muscular, la caída del pH post-mortem, no alcanza valores tan bajos como en los no tratados, luego se podrían esperar dos efectos que influyen sobre la capacidad de retención de agua. Por una parte, a mayor pH mayor carga neta y, por tanto, mayor porcentaje de agua inmovilizada; por otra parte, si el pH no baja lo suficiente, no se liberan las Catepsinas responsables de la acción proteolítica y el músculo seguirá ligando agua durante su conversión en carne.

En pruebas realizadas con ganado vacuno (Allen, 1986) se observó un incremento significativo del goteo en las canales de animales tratados con Cimaterol, durante los primeros 6 días post-mortem. Los investigadores relacionaron este fenómeno con la elevación que se produce en la temperatura basal de los animales y el consiguiente aumento en el gasto de ATP. Aún existiendo alguna controversia en este punto, podemos decir que, en general, la jugosidad de la carne no se ve afectada por el empleo de β Agonistas o, en todo caso, no significativamente y siempre dependiendo de la dosis, el producto empleado y la especie animal.

El COLOR de la carne viene determinado por los pigmentos existentes en la misma (fundamentalmente la mioglobina), tanto por la cantidad como por el estado químico de los mismos. Según la cantidad de Mioglobina, se clasifican los músculos en blancos y rojos. Su proporción varía con la especie, edad, sexo, tipo de músculo, actividad física, etc.

El estado químico del hierro de la Mioglobina, determina variaciones en el color de la carne. El pigmento en la carne sometida a una actividad enzimática normal se encuentra en forma reducida, lo que da lugar a la coloración rojo púrpura propia de la carne fresca.

En los animales tratados con β Agonistas, al estar el pH y la temperatura aumentados, la actividad enzimática crece y el contenido en oxígeno se reduce rápidamente, con lo que se oscurece la superficie de los cortes de carne (menor cantidad de Mioglobina oxigenada). Este fenómeno unido a la gran capacidad de ligar agua intracelular que tienen estas carnes, también por efecto del pH, origina la aparición de «CARNES DE CORTE OSCURO».

Un trabajo de Allen (1985) en cordeles, demuestra que el pH de los animales tratados con Cimaterol era 0,3 puntos superior al de los no tratados y esto triplica la posibilidad de aparición de carnes de corte oscuro.

Otro aspecto importante que se ve afectado por el empleo de β Agonistas, es la capacidad de enfriamiento de la carne y, por tanto, las características que dependen de la aplicación del frío. En los animales tratados el primer efecto apreciable es la reducción de la cantidad de grasa de cobertura, lo que origina una mayor velocidad de enfriamiento y aumenta las mermas en la refrigeración. Esta mayor velocidad de enfriamiento unida a la dificultad del pH de alcanzar valores normales (5,3), manteniéndose en niveles relativamente altos durante más tiempo, da lugar al fenómeno que se conoce como «COLD SHORTENING» o acortamiento por frío y que consiste en un acortamiento brusco de las fibras que se produce cuando la temperatura en la carne se aproxima a los 10 °C, en tanto que el

pH no ha descendido lo suficiente y se mantiene en valores en torno a 6.

RESUMEN

En términos generales se puede decir que las características de las carnes de los animales tratados con Repartidores de energía se ven alteradas principalmente en dos aspectos:

— Aparición de «carnes de corte oscuro».

— Acortamiento por frío «cold shortening».

Estos aspectos indeseables pueden ser paliados, en cierto modo, mediante el correcto manejo de las canales durante los procesos de carnización y refrigeración, pero fundamentalmente se hace necesario recomendar un período de supresión de los β Agonistas en la dieta de los animales que van a ser sacrificados.

Este período va encaminado por una parte, a que el animal recupere el nivel necesario de glucógeno muscular para que se produzca un descenso adecuado del pH y por consiguiente se mejoren las características que de él dependen. Por otra parte, y aunque la actividad de estos compuestos es corta y rápida, con el período de supresión se trata de evitar, o al menos, minimizar, la presencia de residuos con actividad metabólica que pudieran constituir un peligro para el consumidor humano.

CONCLUSION

Debe hacerse hincapié en el estudio del período de supresión adecuado para cada producto y en cada especie, así como de los metabolitos resultantes y sus posibles efectos en el consumidor, antes de aconsejar la utilización de los β Agonistas Adrenérgicos en el engorde de los animales de abasto.

BIBLIOGRAFIA

E. J. ELISEN, W. I. CROOM Jr., S. W. HELTON. 1988. Different response to the β Adrenergic Agonist Cimaterol in mice selected for rapid gain and muscled controls. *J. Animal Science*, 66: 361-371.

M. E. COLEMAN, P. A. EKEREN, S. B. SMITH. 1988. Lipid synthesis and adipocyte growth in adipose tissue from sheep chronically fed a β Adrenergic Agent. *J. Animal Science*, 66: 372-388.

P. L. HAMBY, J. R. STOUTER, S. B. SMITH. 1986. Muscle metabolism and real-time ultrasound measurement of muscle and subcutaneous adipose tissue growth in lambs fed diets containing a β Agonist. *J. Animal Science*, 63: 1410-1417.

P. K. BAKER, R. H. DARLYMPER, D. L. INGLE, C. A. RICKS. 1984. Use of a β Adrenergic Agonist to alter muscle and fat deposition in lambs. *J. Animal Science*, 59: 1256-1261.

C. A. RICKS, R. H. DARLYMPER, P. K. BAKER, D. L. INGLE. 1984. Use of a β Agonist to alter fat and muscle deposition in steers. *J. Animal Science*, 59: 1247-1255.

R. H. DARLYMPER, P. K. BAKER, P. E. GINGHER, D. L. INGLE, J. M. PENSACK, C. A. RICKS. 1983. A repartitioning agent to improve performance and carcass composition of broilers. *Poultry Science*, 63: 2376-2383.

R. L. MOSER, R. H. DARLYMPER, S. G., CORNELIUS, J. E., PETTIGREW, C. E. ALLEN. 1986. Effect of Cimaterol (CL 263,780) as a repartitioning agent in the diet for finishing pigs. *J. Animal Science*, 62 (1): 21-26.

R. W. JONES, R. A. EASTER, F. K. MCKEITH, R. H. DARLYMPER, H. M. MADDOCK, P. J. BECHTEL. 1985. Effect of the β Adrenergic Agonist Cimaterol (CL 263,780) as the growth and carcass characteristics of finishing swine. *J. Animal Science*, 61: 905-913.

J. P. HAMRAHAN, J. F. QUIRKE, W. BOMANN, P. ALLEN, J. C. Mc EWAN, J. M. ATZ-SINEOUS, J. KOTZIAN, J. F. ROCHE. 1986. β Agonist and their effects on growth and carcass quality. Recent Advances in Animal Nutrition, 1986: 125-138.

L. O. FIEMS. 1987. Effect of β Adrenergic Agonist in animal production and their mode of action. *Ann. Zootech.* 1987, 36: 271-290.

P. E. U. WILLIAMS, L. PAGLIANI, G. M. INNES. 1986. The effect of a β Agonist (Clenbuterol) on the heart rate, nitrogen balance and some carcass characteristics of veal calves. *Livest Prod. Science*, 15: 289-293.

P. E. WILLIAMS. The use of β Agonist as a means of altering body composition in livestock species. 1987. *Nutrition Abstracts and Reviews (B)* Vol. 57, núm. 8: 453-464.

J. M. BROCKWAY, J. C. McRAE, P. E. U. WILLIAMS. Side effect of clenbuterol as a repartitioning agent. 1987. *The Veterinary Record*, 1987, April, 18: 381-383.

R. BLAIR. Nutrition conference provides new insights to animal research. *Feedstuffs*, 1986, May, 19, pág. 40.

KENNETH ENG. Repartitioning agent may hold special beef production niche. *Feedstuffs*, 1987, April, 20, pág. 13.

AIDAN MOLONEY. Application of β Agonist in ruminants explored. *Feedstuffs*, 1988, July, 11, pág. 13.

ROBERT H. BROWN. Repartitioning agents produce positive carcass changes. *Feedstuffs*, 1986, January, 6, pág. 43.

KENNETH ENG. Genetics may have effect on response

to repartitioning agents. *Feedstuffs*, 1988, May, 16, pág. 12.

B. GRISDALE-HELLAND, S. HELLAND, S. NISSEF. Iowa State University. Role of epinephrine and norepinephrine in regulating hormonal and metabolite changes associated with fasting. *J. Animal Science*, 1985, 61 (1): 115.

D. H. BEERMANN, V. K. FISHELL, D. E., HOGUE, C. A. RICKS and R. H. DARLYMPER. Cornell University Ithaca, NY and American Cyanamid Company, Princeton, N. J. Effects of the repartitioning agent Cimaterol (CL 263,780) on skeletal muscle fiber type and fiber hypertrophy in lambs. *J. Animal Science*, 1985, 61 (1): 116.

D. H. BEERMANN, D. E. HOGUE, C. A. RICKS and R. H. DARLYMPER. Cornell University Ithaca, NY and American Cyanamid Company, Princeton, N. J. Effects of the repartitioning agent Cimaterol (CL 263,780) and fishmeal on skeletal muscle and fat action in lambs. *J. Animal Science*, 1986, 61 (1): 117.

D. H. BEERMANN, W. R. BUTLER, D. E. HOGUE, C. A. RICKS and R. H. DARLYMPER. Cornell University Ithaca, NY and American Cyanamid Company, Princeton, N. J. Plasma metabolic hormones, glucose and free fatty acid concentrations in lambs fed the repartitioning agent, Cimaterol (CL 263,780). *J. Animal Science*, 1985, 61 (1): 118.

R. H. DARLYMPER, R. K. BAKER, M. E. DOSCHER, D. L. OINGLE, C. A. RICKS. American Cyanamid Company, Princeton, N. J. Effect of the repartitioning Cimaterol (CL 263,780) on growth and carcass characteristics of lambs. *J. Animal Science*, 1985, 61 (1): 120.

L. A. MUIR, S. WRIEN, D. F. DUGUITTE, G. OSLON. Merck Sharp & Dohme, Research Lab. Rahway, N. J. Effects of the β Adrenergic Agonist 1, 640,033 on lipid metabolism, growth and carcass characteristics of female Broiler chickens. *J. Animal Science*, 1985, 61 (1): 138.

D. H. BEERMANN, U. K. FISHELL, D. E. HOGUE, R. H. DARLYMPER. Cornell University Ithaca, NY and American Cyanamid Company, Princeton, N. J. Effects of Cimaterol (CL 263,780) and fishmeal on post-mortem pH, tenderness and color in lamb skeletal muscle. *J. Animal Science*, 1985, 61 (1): 157.

P. E. U. WILLIAMS, L. PAGLIANI, G. INNES, M. PENICK. The effect of the β Agonist Clenbuterol on the composition of body gain of veal calves. *Nutrition Abstracts and Rev.* 1986, 56 (7): 3,734.

R. F. THORTON, R. K. TUMF, G. PAYNE, T. V. NARSEN, G. W. JOHNSON, M. A. HOHENHAUS. The influence of the β Adrenergic Agonist, Clenbuterol on lipid metabolism and carcass composition of sheep. *Nutrition Abstracts and Rev.* 1986, 56 (8): 4,198.

G. C. WAGHORN, J. E. WOLFE. Theoretical considerations for partitioning nutrients between muscle and adipose tissue. *Nutrition Abstracts and Rev.* 1986, 56 (8): 4,181.

D. H. BEERMANN, D. E. HOGUE, V. R. FISHELL, R. H. DARLYMPER, C. A. RICKS.

Effects of Cimaterol and fishmeal on body composition and skelated muscle growth in lambs. J. Animal Science, 1986, 62 (2): 370-380.

R. H. DARLYMPER, P. K. BABER, C. A. RICKS. *Repartitioning agents to improve performance and body composition.* J. Animal Science, 1984 (Georgia Nut. Conf.).

C. LÓPEZ BOTÍ. (Conferencia). *Curso monográfico Investigación de Residuos en carnes (Master de salud Pública).* Navarra, 1988.

C. LÓPEZ BOTÍ. (Conferencia). *Curso de Inspecciones Técnico Sanitaria de Mataderos y Carnes de Abasto.* (Consejería de Salud-Comunidad de Madrid). 1988.

Curso de Tecnología e Inspección de la carne cárnica. (Consejería de Salud-Comunidad de Madrid). 1988.

J. F. QUIRKE, P. ALLEN, A. MOLONEY, H. HAWEL, J. P. HANRAHAN, W. GIEECHAN, J. F. ROCHE. The Agricultural Institute Grange, Dunsay, Co Meath, Ireland. *Efectos del Cimaterol β Agonista sobre los terrenos frisones al final del ceba.* 1987.

QUIRKE SEAN. The Agricultural Institute Grange, Dunsay, Co Meath, Ireland. *2nd Ireland Symposium Biotechnology Altech's 1986 April.* Lexington, Kentucky, USA.

B. HOFFMAN. Univ. Justuodiebig Giessen,

RFA. *Problemas derivados del empleo de hormonas en los animales de abasto dentro de la CEE.* ONE, 1986. Los mejores temas, pág. 28-41.

DURAN GIMENEZ-RICO, RAFAEL. *Utilización de β Agonistas en la alimentación animal.* (NAN-TA). División de Servicios. Comunicación Marzo 1989.

A. R. PETERS. *β Agonist as repartitioning agents.* A Review the Veterinary Record, 1989 (124), págs. 411-420.

H. J. BRENNINK. *Effect of Clenbuterol on the incidence of abomasal ulcers in real calves.* Veterinary Record, 1989. (125), págs. 109-111.



MINISTERIO DE AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACION

NOVEDADES EDITORIALES

PRODUCCION DE CARNE DE CORDERO

Varios autores, edición 1989, formato 17x24 cm.
PVP 3.000,- Ptas.

FICHAS TECNICAS SOBRE EXPLOTACIONES GANADERAS

Edición 1989 (corregida), formato 17x24 cm.
PVP 1.000,- Ptas.

MANUAL DE NUTRICION Y ALIMENTACION DEL GANADO

Hernández Benedí, J.N., Edición 1989, formato 17x24 cm.
PVP 2.000,- Ptas.

ECOLOGIA Y CULTURA EN LA GANADERIA Y DE MONTAÑA

Ruiz Sanz, J.P., Edición 1989, formato

17x24 cm.
PVP 2.000,- Ptas.

MANUAL SOBRE CABRAS

Varios autores, edición 1989, formato 16x24 cm.
PVP 1.000,- Ptas.

LOS PASTORES DE CAMEROS

Elias, L.V. y Muntiou, C., ed. 1989, formato 17x24 cm.
PVP 1.120,- Ptas.

RAZAS DE GALLINAS ESPAÑOLAS

Orozco Piñán, F., edición 1989, formato 17x24 cm.
PVP 2.000,- Ptas.

CATALOGO DE SEMENTALES BOVINOS

Edición 1989, formato 21x30 cm.
PVP 1.000,- Ptas.

APLICACION DE LA P.A.C. EN ESPAÑA. CAMPAÑA 1989-90

Edición 1990 (ampliada y actualizada), formato 17x24 cm.
PVP 1.500,- Ptas.

EL BUEN GUSTO DE ESPAÑA

Letamendía, A., Plana, L. y Sol, G. Edición 1990, formato 26x34 cm.
PVP 8.000,- Ptas.

MANUAL DE ESTADISTICA AGRARIA 1989

Edición 1989 (español), formato 12x16 cm.
PVP 500,- Ptas.

LA AGRICULTURA, LA PESCA Y LA ALIMENTACION EN 1989

Edición 1989, formato 21x27 cm.
PVP 2.500,- Ptas.

INFORMACION Y VENTA:

Centro de Publicaciones Paseo Infanta Isabel, 1 28071 MADRID Tlf. 347 53 44