

EFFECTO DE LA ADICION DE BILIS SOBRE EL APROVECHAMIENTO DE
LA GRASA INCORPORADA A LAS RACIONES CONCENTRADAS DE
CORDEROS

(EFFECTS OF DRY BOVINE BILIS ON FAT INCORPORATED TO CONCENTRATES
FOR FEEDING LAMBS IN HOT ENVIRONMENT)

por

J. RODRIGUEZ LOZANO*, F. APARICIO RUIZ** y A. VERA Y VEGA***

Introducción y revisión bibliográfica.

En general, se ha demostrado que la grasa añadida a una ración de forraje de alta calidad mejoraba el crecimiento y/o la eficiencia nutricional empleándola hasta ciertos límites. Willey *et al.*, Erwin *et al.*, 1956, Bohman *et al.*, 1957. Brooks *et al.*, 1954, posteriormente confirmado por Davidson *et al.*, 1960, demostraron que la adición de bajos niveles de grasas, aceites y ácidos grasos a los piensos disminuía la digestibilidad de la celulosa.

Al adicionar aceite de maíz desde niveles del 2,6 p. 100 se observó una clara disminución de las ganancias de pesos en corderos por Ward *et al.*, 1957. Cuando Brethour *et al.*, 1958, llegaron a niveles del 15 p. 100 de sebo en las raciones de corderos, no se observaron efectos correctores con la incorporación de calcio extra. Por todo ello se consideró inoportuno incorporar más de un 5 p. 100 de grasa a las raciones de ceba de corderos.

El proceso por el cual las grasas son transformadas en el aparato digestivo de los rumiantes, incluye dos etapas: hidrólisis de las grasas e hidrogenación de los ácidos grasos libres insaturados resultantes.

El proceso lipolítico previo ha sido extensamente revisado por Czerkawski, 1969 y por Lough, 1970. Se sabe que el rumen tiene poderosos sistemas lipolíticos, como los proporcionados por *Anaerovibrio lipolytica* estudiados por diversos autores reseñados en los trabajos de Czerkawski, 1969 y de Lough, 1970.

* Prof. Ayudante de la Cátedra de Producción Animal de la Facultad de Veterinaria. Universidad de Córdoba.

** Profesor Adjunto de Producción Animal de la Facultad de Veterinaria. Universidad de Córdoba.

*** Catedrático de Producción Animal de la Facultad de Veterinaria. Jefe de la Sección de Etnología del Instituto de Zootecnia C. S. I. C. Universidad de Córdoba.

Recibido para publicación el 17-9-76.

RODRIGUEZ LOZANO, *et al.*: BILIS Y APROVECHAMIENTO DE GRASA EN CORDEROS.

Se había demostrado por Kodicek y Worden, 1945, cit. Lough 1970, que los ácidos grasos poliinsaturados de 18 átomos de carbono inhibían el desarrollo de las bacterias metanogénicas, mediante la adsorción de los ácidos grasos insaturados sobre la superficie de los cuerpos bacterianos, cambiando la permeabilidad de las membranas celulares.

Estos efectos perturbadores del crecimiento bacteriano dependían del ácido graso en cuestión y de su concentración; los efectos inhibidores de la producción de metano fueron considerados como posibles mejoradores de la eficiencia energética de los sustratos alimenticios, además, lo son para el mantenimiento de la normal población de bacterias, que junto con los protozoos oligótricos efectúan la función de hidrogenación de los ácidos grasos insaturados de cadena larga. La posibilidad de que las perturbaciones en la función de hidrogenación de los ácidos grasos insaturados puede trastornar el equilibrio de la población microbiana de la que depende el normal aprovechamiento de los restantes nutrientes, ya que, hidrogenación y metogénesis tienen relaciones en alguna etapa metabólica.

En los rumiantes la acción tanto en la lipasa pancreática como de la bilis, es de naturaleza diferente a la "emulsionante", bien conocida en los monogástricos. A pesar de ello, Health y Morris, 1963, han demostrado que tanto la bilis como el jugo pancreático son necesarios para la óptima absorción de los subproductos de la grasa por parte del intestino del ganado ovino. Johson *et al.*, 1974, estudiaron la secreción de la lipasa pancreática del ganado ovino en cuyo duodeno introdujeron suspensiones de aceite de girasol y de coco, observando que ello provocaba una reducción de la cantidad total de secreción (biliar más pancreática) producida en 24 horas. Aunque ya era conocido el bajo nivel de secreciones lipolíticas producidas por los ovinos (Harrison, 1962 y Harrison e Hill, 1962), tal reducción de las secreciones biliares y pancreáticas al recibir el duodeno cantidades adicionales de grasa son difíciles de explicar.

Lough, *ibid.*, considera que el papel de la bilis, en la absorción de los ácidos de cadena larga, que llegan al duodeno de los ovinos y bovinos, es más parecido al de un detergencia, que al de una emulsificación. Los fenómenos de detergencia serían los agentes de separación o descarga de los ácidos grasos que adheridos sobre las partículas formes pasan desde el abomaso al duodeno, disponibles para su absorción intestinal, a nivel del yeyuno de la oveja.

La absorción de los ácidos grasos de cadena larga saturados es más eficaz en los rumiantes que en los no rumiantes, Gartom, 1967, cit. Lough, *ibid.* Ello estaría relacionado tanto con la superior dispersión molecular que ya aportan tanto los ácidos grasos que llegan al duodeno, como son las especiales naturalezas fisico-químicas de los procesos de detergencia y de solubilización micelar atribuibles a la bilis y a las lipasas pancreáticas, a pesar de la inferior dotación secretora de enzimas, pancreáticas y hepáticas.

En los ovinos los ácidos grasos son absorbidos a través de la pared intestinal a nivel del yeyuno, produciéndose una nueva esterificación, mediante una síntesis de triglicéridos, y secundariamente, una integración de monoglicéridos. Posteriormente los triglicéridos resintetizados son acumulados como grasa de reserva.

Los datos expuestos sugieren:

a) La conveniencia de proporcionar grasas a los rumiantes por encima de los niveles actualmente considerados convenientes, incorporando bilis a raciones concentradas.

b) Secundariamente, como en la época en que los experimentos habrían de ser efectuados, era la estival, tratar de obtener datos sobre posibles relaciones entre crecimiento, temperatura rectal y temperaturas ambientales de los corderos incluidos en el experimento.

Material y métodos.

Se han utilizado corderos agrupados en cuatro lotes de machos y otros cuatro de hembras, de 3 a 8 unidades por lote, y con pesos medios de 19 Kg para los machos, y 15 Kg las hembras; eran cruzados con 1/4 Finés x 3/4 manchego, agrupados como se indica en la tabla I.

Las hembras se alojaron en departamentos idénticos en cuanto a superficie (5x6 m.), comederos y bebederos, disponiendo de ventilación mediante extractores. Los albergues de los machos eran cubiertos, pero no estaban totalmente cerrados no disponiendo de ventilación forzada.

Los comederos utilizados en la experiencia eran tipo tolva, para alimentación "ad libitum". Asimismo disponían de bebedero con agua corriente.

Se administraron cuatro tipos de raciones, granuladas, cuya composición consta en la tabla II, diferenciadas solamente en los aportes de los principales proveedores de energía (maíz, cebada, salvado, grasa), y en que los grupos que recibieron grasa tenían unas 217 calorías metabolizables más que los que no tenían grasa incorporada (sebo bovino adicionado a la soja), asimismo, las raciones 2 y 4 llevan bilis pura de buey desecada a nivel de 0.1/100 Kg de ración.

Todos los corderos fueron vacunados contra enterotoxemia hacia 30 días de edad. Al nacer y 10 días antes de comenzar la experiencia recibieron choques vitamínicos que aportaban por dosis, 200.000 U. I. vit. A; 100.000 U. I. vit. D ; 20 mgr vit. E.

RODRIGUEZ LOZANO, *et al.*: **BILIS Y APROVECHAMIENTO DE GRASA EN CORDEROS.**

Los corderos consumieron sus raciones respectivas durante 10 días, como período adaptativo preexperimental. Las pesadas de animales y piensos se efectuaron cada 10 días.

El ensayo duró 40 días (23-6-75 al 2-8-75) determinando los siguientes parámetros: consumo de piensos, aumento de pesos vivos, bajas, análisis de grasa de heces y pienso, así como los registros de temperatura ambiental. Al término del experimento fueron sacrificados, los 13 machos disponibles, tras 24 horas de ayuno, obteniéndose datos de rendimiento a la canal, diámetros de longitud, con cinta metálica, y de anchura, con compás de Broca; pesos de la grasa renal y mesentérica y superficies del músculo "*Longissimus Dorsii*" de la chuleta obtenida entre la 1.^a y 2.^a vértebras lumbares. Los datos fueron posteriormente objeto de análisis estadístico.

La realización de las experiencias, en pleno verano cordobés, obliga a tener en cuenta las posibles influencias de la temperatura ambiental sobre los experimentos. Durante el verano de 1975, las temperaturas ambientales registradas en el aeropuerto de Córdoba fueron, aproximadamente, 2 °C inferiores a la sombra que las registradas por nosotros en el mismo día, en los albergues experimentales, recogiéndose los datos observados en el gráfico 1.

Durante todo el período experimental se puede apreciar la existencia de dos etapas bien diferenciadas: las dos primeras decenas, con una temperatura media a la sombra de 24°C y, las dos últimas con temperaturas medias de 28°C.

Para estimar los desequilibrios térmicos de los corderos se consideraron normales las temperaturas rectales y el número de respiraciones por minuto entre las 8 y las 9 horas. Las descompensaciones se midieron, determinando las temperaturas y respiraciones de cada animal, entre las 18 y las 19 horas y una vez por decena solamente en corderos machos, calculando el incremento habido por diferencia dentro de cada individuo, con respecto a los valores hallados entre las 8 y las 9 horas.

Resultados.

A. Crecimiento, consumo de pienso e índice de transformación.

Los resultados obtenidos son agrupados en la tabla III, que permite examinar conjuntamente los datos obtenidos, reuniendo los 35 corderos (13 machos y 22 hembras) utilizados. Las pruebas de significación estadísticas se incluyen en las tablas IV y V.

RODRIGUEZ LOZANO, *et al.*: **BILIS Y APROVECHAMIENTO DE GRASA EN CORDEROS.**

El crecimiento total medio osciló entre 6,5 y 9,16 Kg en los machos y entre 4,66 y 5,28 en las hembras. Los índices de transformación medios oscilaron entre 4,40 y 6,04 en los machos, y 8,37 en las hembras.

Aunque los resultados estadísticos niegan la existencia de diferencias significativas debidas a los tratamientos, excepto entre sexos, el índice de transformación, es consistentemente más bajo en los dos grupos de corderos que recibieron el pienso que contenía grasa mas bilis. El grupo de corderos machos que recibió tal pienso fue superior en los restantes parámetros considerados en la tabla III, mientras que el grupo de corderas de superiores resultados fue el que recibió el pienso con bilis sola, seguido inmediatamente por el que recibió grasa más bilis.

El grupo de machos que recibió el tratamiento bilis sin grasa adicional, tuvo ya un índice de transformación medio más elevado solamente durante la 4. decena, desconociéndose el motivo de esta elevación que hace aparecer a la bilis como aditivo inoperante al perturbar el índice de transformación medio.

Finalmente, se puede observar que en las hembras el mejor índice de transformación se obtiene con la asociación grasa más bilis (6,60) y el peor con grasa sola (8,37), ocupan posiciones intermedias el tratamiento testigo (7,63) y el que sólo lleva bilis, sin grasa adicional (7,56).

B. Datos de sacrificio, rendimiento a la canal y depósito de grasa.

Los datos medios obtenidos en los distintos grupos experimentales pueden observarse en la tabla VI. Su análisis estadístico consta en la tabla VII y no arroja diferencias significativas entre los resultados observados, respecto al peso de la grasa (mesentérica mas de riñonada).

A pesar de que el análisis estadístico sugiere que no existen diferencias significativas entre los datos fundamentales, comparados, vuelve a surgir como contraste el hecho de que el grupo de corderos que recibió el pienso que contenía 7,69 p. 100 de grasa mas un 0,1 p. 100 de bilis, fue el que acumuló más grasa (507 g, un 3,94 p. 100 con respecto a la canal) seguido inmediatamente por el grupo que recibió solamente bilis con 440 g de grasa, lo que representaba un 3,67 p. 100 del peso de la canal.

Parece como si la bilis fuese un factor de interés en la acumulación de grasa, tanto si se proporciona grasa adicional (lote 2), tratamiento grasa – bilis, como si se trata de aprovechar mejor la del pienso testigo (lote 4).

C. Relaciones entre los incrementos de peso vivo y los consumos de pienso con las temperaturas ambientales y los incrementos térmicos de los corderos según tratamientos nutricionales.

Los valores de las temperaturas rectales normales, observadas, pueden situarse entre 40,0 y 40,1 C; las respiraciones se descompensaban antes, pareciendo normales los valores próximos a 110 respiraciones por minuto entre las 8 y 9 horas.

En la tabla VIII, se muestran las relaciones entre los desequilibrios térmicos y los crecimientos medios decenales observados según tratamientos nutricionales en cada cordero. Se observa cómo en el grupo que recibió el tratamiento de grasa más bilis aparece el máximo crecimiento medio 2'29 Kg por decena, y la mínima descompensación térmica, 0,28° C. El análisis de varianza de las descompensaciones térmicas de las temperaturas rectales no permite considerar significativas las diferencias entre estos valores. (Tabla X-b).

En la tabla IX, se muestran las relaciones entre temperaturas medias ambientales según decenas y los crecimientos decenales medios y entre tales temperaturas ambientales y los incrementos de temperaturas medias rectales.

Como tampoco se han observado diferencias significativas entre los valores hallados debido a los tratamientos, se estimó razonable considerar como única población los pares de valores constituídos por los incrementos totales individuales en Kg de peso vivo y los incrementos de temperaturas rectales individuales en 0° C, sobre la temperatura normal, arrojando un coeficiente de correlación de -0'35 y la ecuación de regresión $Y = 9'21 - 4'02 X$. El coeficiente de correlación entre los pares de valores constituídos por el consumo de piensos, según decenas y lotes, y sus respectivos incrementos de temperaturas rectales fue 0'63 y relacionadas por la ecuación de regresión $Y = 28'2 + 13'54X$.

En el gráfico 2, se muestran conjuntamente ambas rectas de regresión, que indican que al descompensarse las temperaturas rectales medias van disminuyendo las ganancias totales individuales y que, al propio tiempo, se incrementan los consumos decenales de piensos cualquiera que fuese el tratamiento nutricional experimental, durante los 40 días de ceba

D. *Digestibilidad de la grasa en las raciones experimentales.*

En la tabla XI constan los resultados de doce pares de determinaciones del extracto etéreo de los piensos y se observa que la digestibilidad media de la grasa en las raciones con grasa incorporada (56'7 y 58'3) es claramente superior a las raciones testigo (11'4 y 14'0).

La adición de bilis sola, no pareció ocasionar ninguna modificación en la digestibilidad de la grasa del pienso que sólo tenía un 2'21 p. 100 de grasa.

E. *Resultados economicos de las raciones experimentales.*

En la tabla XII, puede apreciarse el cálculo del coste de la alimentación por Kg de peso vivo ganado, aplicando a las raciones experimentales los precios que consta en la tabla II, y los índices de transformación medios procedentes de la tabla III.

Los costes de alimentación por Kg de peso vivo ganado son mínimos, tanto en machos como en hembras con el pienso que llevaba grasa más bilis; el máximo

GRAFICO 1

TEMPERATURAS CORDOBA AEROPUERTO

TEMPERATURA 0° C

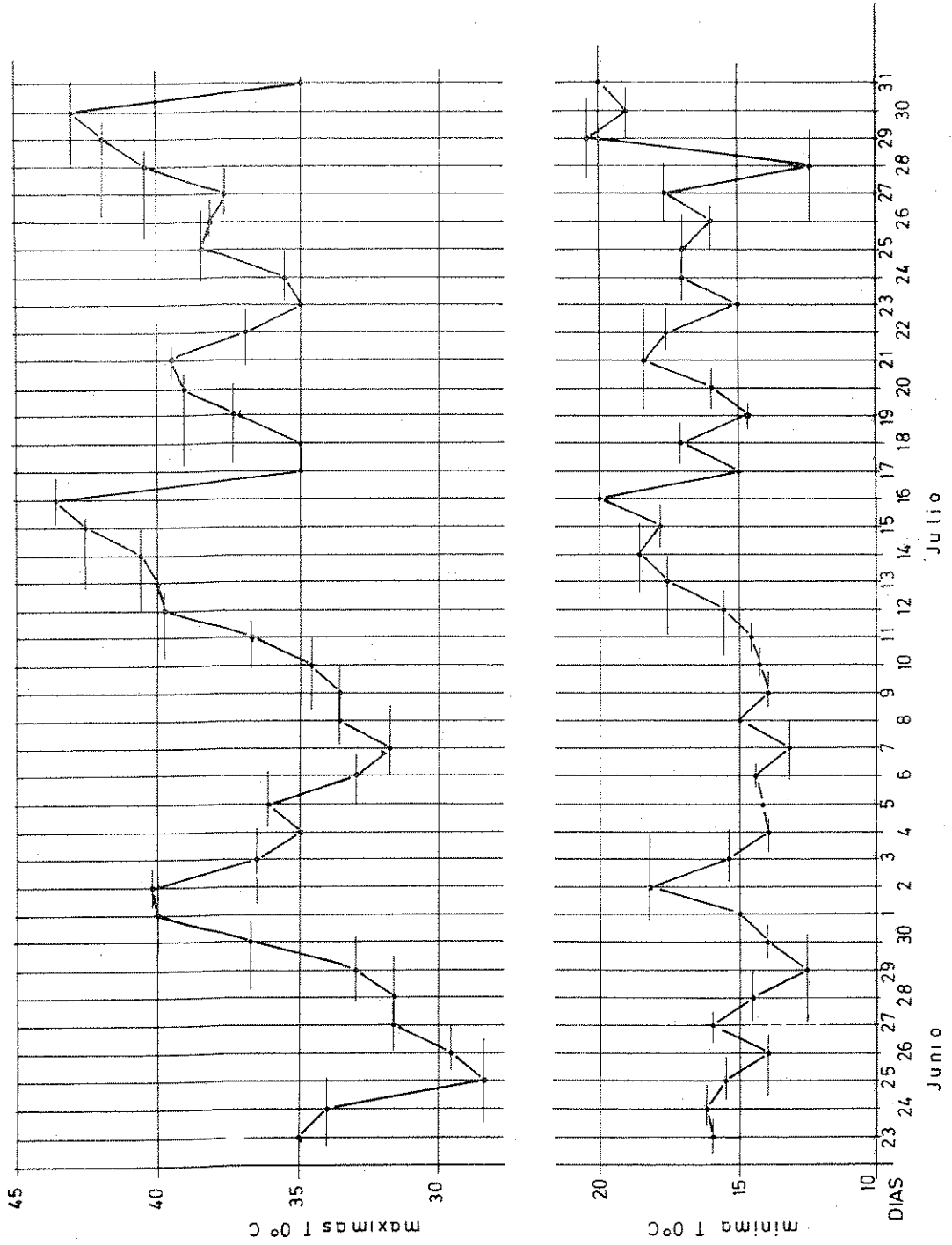


GRAFICO 2

RELACIONES ENTRE LOS INCREMENTOS TOTALES INDIVIDUALES DE PESO VIVO Y LOS CONSUMOS DE PIENSO DECENALES POR TRATAMIENTO CON LOS INCREMENTOS DE TEMPERATURAS RECTALES SOBRE LAS NORMALES EN CORDEROS MACHOS

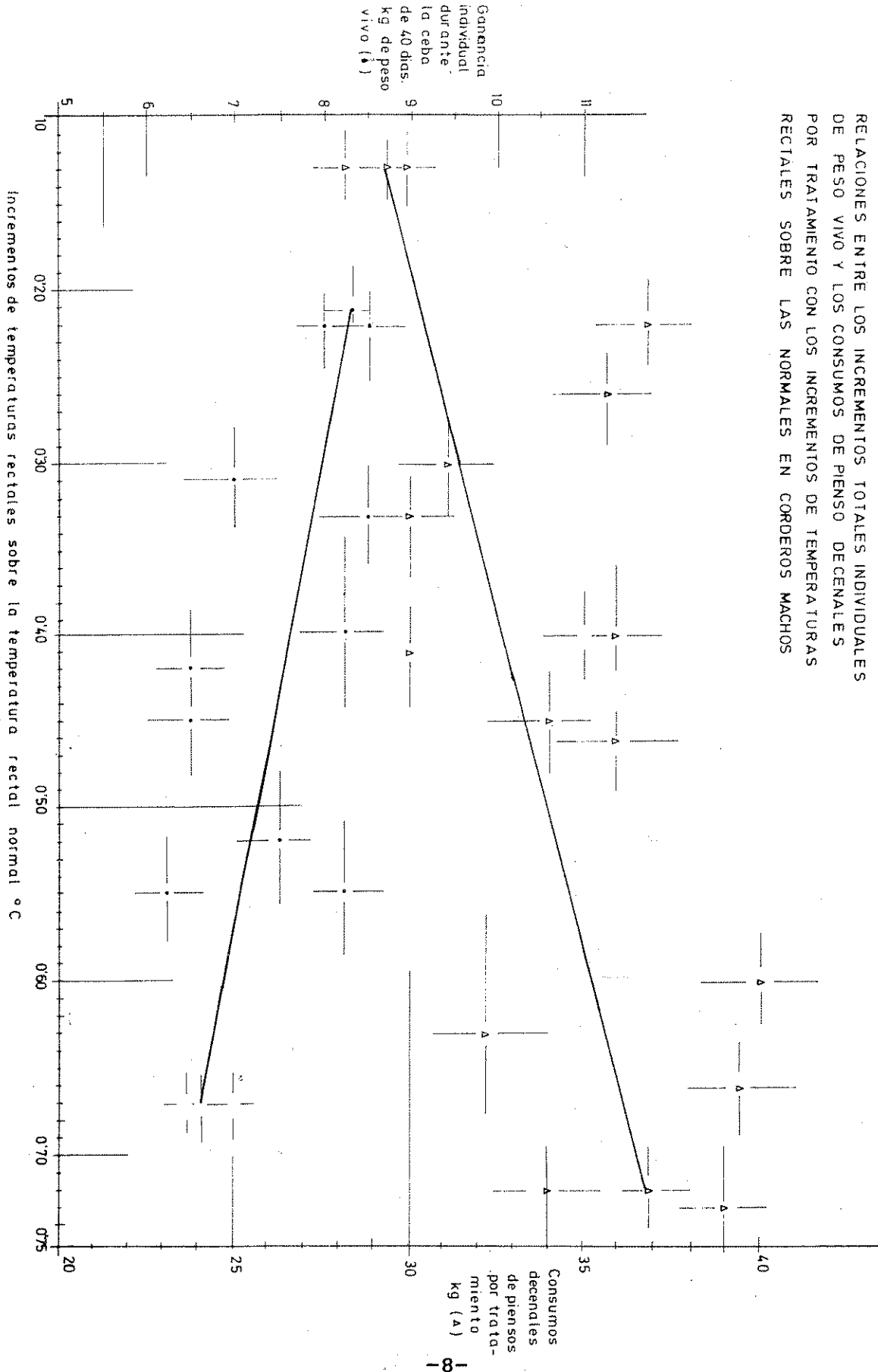


TABLA I. Número de animales asignados a los tratamientos experimentales.

Ensayo	ANIMALES	1 Pienso base Testigo	2 Pienso base más grasa extra más 0,1 p. 100 de bilis bovina desechada	3 Pienso base más grasa extra	4 Pienso base más 0,1 p. 100 de bilis bovina seca
1	Machos	4	4 (1)	3	3
2	Hembras (2)	4	8	3	8 (1)
	TOTAL	8	12	6	11

(1) Una baja.

(2) Las hembras del tratamiento 2 y 4 proceden de dos ensayos.

coste es ocasionado por el incremento de grasa en las raciones sin bilis como aditivo, ocupando las raciones Testigo (1 y 4) un lugar intermedio.

En este sentido la diferencia entre las raciones de grasa más bilis frente a la ración testigo fue de 8 pesetas/Kg de peso vivo ganado.

El coste de la adición de bilis, en pesetas/Kg, no se incluye por considerarse insignificante.

Discusión.

Realmente el problema planteado en el experimento que constituye el núcleo de este trabajo, es averiguar si la bilis representa un aditivo útil para incrementar el porcentaje de grasa en las raciones de los rumiantes por encima de los valores hasta aquí considerados como límites máximos recomendables. No es, por ello, de extrañar que las comparaciones efectuadas entre ambos sexos hayan demostrado diferencias significativas.

Creemos encontramos ante una de esas circunstancias en las que los resultados de análisis estadísticos de cada uno de los criterios comparativos utilizados parecen estar en oposición a la consideración conjunta de la totalidad de los hechos. Si nos atenemos a los resultados del análisis estadístico y llegamos a la conclusión de que el tratamiento de grasa más bilis no ofrece diferencias dignas de consideración con respecto a los demás tratamientos, tendríamos que aceptar que ello es

TABLA II. Formulación y composición nutritiva de las raciones experimentales.

TRATAMIENTO	1 Pienso base testigo	2 Pienso base, grasa extra y bilis	3 Pienso base grasa extra	4 Pienso base más bilis
<i>Formulaciones.</i>				
Cebada, Kg.	40,2	50,2	50,2	40,2
Maíz Kg.	25	—	—	25
Salvado, Kg.	—	9,6	9,6	—
Alfalfa deshidratada, Kg.	4	4	4,0	4
Garrofa, Kg.	4	3,6	3,6	4
Soja 44 p. 100, Kg.	24	—	—	24
Soja reengrasada al 20 p.100	—	30	30	—
Sal, Kg.	0,8	0,8	0,8	0,8
Fosfato, Kg.	0,8	0,3	0,3	0,8
Carbonato, Kg.	1	1,3	1,3	1
Corrector, Kg.	0,2	0,2	0,2	0,2
Bilis, Kg.	—	0,1	—	0,1
<i>Composición nutritiva:</i>				
Proteína, p. 100	17,79	17,82	17,82	17,79
Fibra, p. 100	5,83	6,88	6,88	5,83
Grasa, p. 100	2,21	7,69	7,69	2,21
Cal. Met/Kg.	2.625	2.842	2.842	2.625
U. A. / 100 Kg.	98	109	109	98
Kg T.D.N./100 Kg.	74,74	79,94	79,94	74,74
Calcio p. 100	0,746	0,744	0,744	0,746
Fósforo, p. 100	0,534	0,529	0,529	0,534
Bilis p. 100.	—	0,1	—	0,1
<i>Precio (Pesetas/Kg)</i>	8,94	9,53	9,53	8,94

TABLA III. Crecimiento total medio (CTM), consumo de piensos medio diario (CPDM), crecimiento medio diario (CMD) e índice de transformación medio (ITM) según tratamientos en machos y hembras.

Tratamientos	T E S T I G O				Grasa más bilis				Grasa sin bilis				No grasa más bilis							
	Cor- deros N.º	CTM Kg	CPDM Kg	CMD g	ITM	Cor- deros Nº	CTM Kg	CPDM Kg	CMD g	ITM	Cor- deros N.º	CTM Kg	CPDM Kg	CMD g	ITM	Cor- deros N.º	CTM Kg	CPDM Kg	CMD g	ITM
Machos	4	6,5	0,950	162,5	5,84	3	9,16	1,008	229	4,40	3	7,08	1,041	177,1	5,88	3	7,66	1,115	191,7	6,04
Hembras	4	4,68	0,893	117,2	7,62	8	5,06	0,835	126	6,60	3	4,66	0,977	116,7	8,37	7	5,28	0,945	132,1	7,16
Totales	8					11					6					10				
Promedios		5,59	0,912	139,8	6,59		6,18	0,971	154,5	5,71		5,87	1,009	146,9	6,87		6	1,010	150	6,73

TABLA IV. Análisis de varianza de los incrementos totales de peso en Kg en corderos machos y hembras.

F. V.	G. L.	Desvianzas	Varianzas	F.
Entre sexos	1	51,39	51,39	24,71 (*)
Entre grasas	2	4,16	2,08	—
Entre bilis	4	10,09	2,52	1,58
Dentro de bilis	27	43,10	1,60	—

Entre sexos.

F. (obtenido) = 24,71 para el 0.05.

F. (tabulado) = 18,51 para el 0.05.

Entre grasas:

No significación.

Entre bilis

F. (obtenido) = 1,58 para el 0.05.

F. (tabulado) = 2,73 para el 0.05.

(*) Significativo.

RODRIGUEZ LOZANO, *et al.*: BILIS Y APROVECHAMIENTO DE GRASA EN CORDEROS.

así a pesar de que el índice de transformación es 0,88 Kg inferior al del pienso testigo y 1,16 Kg inferior al que recibió grasa pero no bilis.

A favor de la idea de que las raciones tienen entre sí diferencias, abogan los siguientes hechos: a) Los aumentos de digestibilidad observados en las raciones con grasa (56,7-58,3) respecto a las que no la tienen (11,4-14,0) (Tabla XI). b) La superior retención de grasa total acumulada en las raciones que llevaban grasa más bilis tanto si se mide en términos absolutos como en porcentaje de grasa con respecto a la canal en peso. c) El hecho de que los resultados económicos de la asociación de grasa más bilis permiten obtener costes de producción del Kg de peso vivo, 8 pesetas más barato que el tratamiento inmediato inferior. El efecto amplificador de las diferencias de coste como criterio de los efectos de los tratamientos no dejaría de ser apreciado por quienes trabajen en la industria de piensos compuestos. De hecho con grasa sola el coste fue el más elevado de todos los tratamientos, y el de grasa más bilis el más reducido. d) No se puede negar el hecho de que se han utilizado niveles de grasa total en raciones de rumiantes casi 2-4 p. 100 más elevados de lo que es comúnmente recomendado, *sin obtener resultados claramente negativos*; esto nos parece interesante, aún cuando no hubiese nada más. Pero además, se observa que cuando se incorpora grasa extra sin la adición de bilis los resultados tienen tendencia a empeorar, cualquiera que sea el sexo de los anima-

TABLA V. Análisis de varianza de los incrementos totales de peso en Kg en corderos machos.

F. V.	G. L.	Desviaciones	Varianzas	F.
Entre grasas	1	4,16	4,16	—
Entre bilis	2	8,84	4,42	2,9
Dentro de bilis	9	13,75	1,53	—

Entre bilis.

F. (obtenido) 2,9 para el 0.05.

F. (tabulado) 4,26 para el 0.05.

TABLA VI. Rendimientos, características de las canales y chuletas en corderos machos y sus relaciones con el peso canal enfriada.

Tratamiento	C A N A L			Peso de la grasa (g)			Peso y superficie del "m.l.d."		Relación entre distintas variables/peso canal p. 100		
	Peso canal enfriada (Kg)	Rendimiento biológico (p. 100)	Peso chuleta enfriada (g)	Peso grasa mesen-térica (g)	Peso grasa-rhona-da (g)	Peso grasa total (g)	Peso (g)	Superficie (cm ²)	Grasa total/peso canal	Peso chuleta/peso canal	Peso longisimus dor-si/peso canal
Testigo	11,93	50,21	76,61	225	193,75	418,75	25,42	12,81	3,50	0,64	0,21
Grasa + bilis	12,84	49,38	74,78	216	291	507	25,93	12,57	3,94	0,58	0,20
Grasa sin bilis	12,53	48,58	75,00	203,33	204,66	408	29,12	12,0	3,25	0,60	0,23
No grasa más bilis	11,97	45,71	81,73	258,33	181,66	440	29,97	11,20	3,67	0,68	0,24

TABLA VII. Análisis de varianza de la cantidad en Kg de grasa de riñonada más mesentérica en corderos machos.

F. V.	G. L.	Desvianzas	Varianzas	F.
Entre grasas	1	0,002	0,002	—
Entre bilis	2	0,015	0,008	2
Dentro de bilis	9	0,039	0,004	—

Entre bilis:

F. (obtenido) 2 para el 0.05.

F. (tabulado) 4,26 para el 0.05.

les, o el criterio utilizado para diferenciar los tratamientos (crecimiento o índice de transformación. e) La inexistencia de efectos desfavorables de la incorporación de grasa a los niveles por nosotros estudiados con unas temperaturas ambientales tan altas como las del verano cordobés, hacen aún más sólido este razonamiento, si es que hay que temer a los efectos negativos de la acción dinámica específica de los alimentos grasos en tiempo cálido.

Aún cuando las raciones con grasa incorporada tienen unas 217 calorías más por kilo de pienso que las que no la llevan, sólo un 8 p. 100 más de energía, las diferencias y comentarios que previamente se hacen, siguen poniendo de relieve la tendencia a la superioridad de la ración que incluía grasa más bilis sobre la que solamente llevaba grasa, que ocasionó algún deterioro en los criterios de crecimiento y de índice de transformación, en concordancia con los antecedentes bibliográficos respecto a las inconveniencias de incorporar grasa a las raciones de corderos por encima del 5 p. 100.

En contra de la aceptación de la idea de que los tratamientos tienen efectos diferentes, cuentan, en primer lugar, los resultados de los análisis de varianza negativos, (salvo que los tratamientos hayan dado diferencias no significativas justamente porque las pruebas cubren sólo el 95 p. 100 de probabilidad) y, ciertamente el reducido número de animales utilizados.

TABLA VIII. Relaciones entre desequilibrios térmicos y crecimientos medios decenales según tratamientos nutricionales en corderos.

Tratamientos	Cordero Núm.	Crecimiento medio decenal (Kg)	Crecimiento medio por tratamiento (Kg)	Incrementos medios térmicos (0 C)	Incrementos térmicos por tratamiento (0 C)	Incrementos de Rpm medios	Incrementos de Rpm por tratamiento
Testigo	190	1,62	1,68	0,67	0,48	32,5	36,53
	192	1,25		0,45		32,6	
	138	2		0,31		36,2	
	127	1,87		0,52		41,25	
Grasa más bilis	191	2,75	2,29	0,40	0,28	32,5	33,5
	184	2		0,22		31,75	
	179	2,12		0,22		36,25	
Grasa sin bilis	178	2,06	1,93	0,40	0,42	33,25	32,33
	327	1,62		0,45		31,25	
	434	2,12		0,42		32,5	
No grasa más bilis	133	2,06	1,89	0,55	0,47	42,0	37,33
	163	2,06		0,33		32,5	
	169	1,56		0,55		37,5	

TABLA IX. Relaciones entre temperaturas medias, según fechas, crecimientos decenales e incrementos térmicos medios decenales, según tratamientos nutricionales en corderos machos.

FECHA	Tratamiento	Índice de transformación media por decena	CreCIMIENTO medio (Kg)	CreCIMIENTO medio por decena (Kg)	Temperatura media (decenas) (°C)	Incremento temperat. medias rectales (°C)	Incremento temperat. medias rectales por decena (°C)	Incremento de temperatura local (°C)
23-6 al 3-7	Testigo		1,25			0,22		
"	Grasa + bilis	5,75	2,33	1,81	24,8	0,13	0,22	14,5
"	Grasa sin bilis		1,33			0,20		
"	No grasa + bilis		2,33			0,33		
3-7 al 13-7	Testigo		1,75			0,40		
"	Grasa + bilis	4,84	1,66	1,87	24,7	0,13	0,27	19
"	Grasa sin bilis		1,91			0,30		
"	No grasa + bilis		2,16			0,26		
13-7 al 23-7	Testigo		1,81			0,73		
"	Grasa + bilis	4,74	2,83	2,34	28	0,41	0,46	13,2
"	Grasa sin bilis		2,58			0,63		
"	No grasa + bilis		2,16			0,71		
23-7 al 2-8	Testigo		1,93			0,60		
"	Grasa + bilis	5,90	2,33	1,79	27,8	0,45	0,54	18,4
"	Grasa sin bilis		1,91			0,46		
"	No grasa + bilis		1,00			0,66		

TABLA X. Relación entre algunas variables a partir de los datos obtenidos en corderos machos.

Variabes	Número de datos	Ecuaciones de regresión $Y = a + bX$	Coefficientes de correlación	Desviaciones $S_y \ x$
Crecimiento total en Kg de peso vivo individual/incrementos de temperaturas rectales individual en °C sobre temperatura normal	13	$Y=9,21-4,02x$	-0,35	4,61
Consumo de piensos por decena y lote en Kg/incremento de temperaturas rectales medias por lote sobre la temperatura normal. °C	16	$Y=28,02+13,54x$	0,63	15,95

$N = 13 - 2 = 11$ (G. L.)

r (obtenido) = 0,35 para el 0.05.

r (tabulado) = 0,55 para el 0.05.

$N = 16 - 2 = 14$ (G. L.)

r (obtenido) = 0,63 para el 0.05.

r (tabulado) = 0,49 para el 0.05.

TABLA X-B Análisis de varianza de los incrementos medios de temperaturas rectales sobre la normal en °C, en corderos machos.

F. V.	G. L.	Desvianzas	Varianzas	F.
Entre grasas	1	0,06	0,06	6
Entre bilis	2	0,02	0,01	—
Dentro de bilis	9	0,13	0,012	—

Entre grasas:

F. (obtenido) 6 para el 0.05.

F. (tabulado) 18,11 para el 0,05

La impresión final es que el reducido número de corderos por lote impuesta por la escasez de medios en la que nos debatimos es la verdadera causa de que no sea posible interpretar con claridad los resultados observados. Pero la tendencia general parece esperanzadora; un experimentador que repitiese el trabajo con más animales, llevando los tratamientos a diferencias más acusadas (por eje., con 8-10 p. 100 de grasa) acaso puede encontrar una respuesta a la hipótesis de trabajo sobre la que nosotros hemos trabajado. Posiblemente la continuación de la experiencia más allá de los 40 días de ceba con que nosotros trabajamos contribuyese también a acentuar las diferencias entre tratamientos.

Resumen.

El estudio efectuado ha consistido en la alimentación con inclusión de grasa a altos niveles, (7,69 p. 100 conjuntamente con la adición de bilis a un 0,1 p. 100, en un conjunto de corderos de ambos sexos (13 machos y 22 hembras) 1/4 de Finés por 3/4 de manchego con un peso medio inicial de 19 Kg en machos y 15 Kg en hembras. Para ello, los animales fueron agrupados en cuatro lotes de machos y cuatro de hembras, de 3 a 8 animales por lote, según los siguientes tratamientos: (1) testigo, (2) grasa más bilis, (3) grasa sin bilis y (4) no grasa más bilis. La experiencia fue realizada en Córdoba, durante 40 días (23 de junio al 2 de agosto).

TABLA XI. Análisis de grasa en heces y pienso en corderos machos.

Análisis	Tratamientos	Análisis de pienso en (p. 100)	Análisis de heces en (p. 100)	Diferencia	Digestibilidad en (p. 100)
1.º	Testigo	4,30	3,45	0,85	19,76
	Grasa más bilis	6,65	2,60	4,05	60,90
	Grasa sin bilis	7,40	2,60	4,80	64,86
	No grasa más bilis	3,75	3,25	0,50	13,33
2.º	Testigo	4,92	4,34	0,58	11,78
	Grasa más bilis	7,01	2,90	4,11	58,63
	Grasa sin bilis	7,32	4,04	3,28	44,80
	No grasa más bilis	3,79	3,57	0,22	5,80
3.º	Testigo	3,75	3,37	0,38	10,13
	Grasa más bilis	6,69	3,16	3,53	52,76
	Grasa sin bilis	6,95	2,49	4,46	64,17
	No grasa más bilis	3,02	2,79	0,23	7,61
Media	Testigo	4,3	3,7	0,6	14
	Grasa más bilis	6,7	2,9	3,8	56,7
	Grasa sin bilis	7,2	3,0	4,2	58,3
	No grasa más bilis	3,5	3,1	0,4	11,4

TABLA XII. Costes de alimentación, según tratamientos. (Ptas./Kg de peso vivo ganado).

Tratamiento	Testigo	Grasa + bilis	Grasa sin bilis	No grasa más bilis
Machos	52,2	41,9	56	54
Hembras	68,1	62,9	79,8	68,2
Media	60,2	52,4	67,9	61,1

RODRIGUEZ LOZANO, *et al.*: BILIS Y APROVECHAMIENTO DE GRASA EN CORDEROS.

El crecimiento total de machos y hembras a lo largo de los 40 días es de 6,18 Kg (grasa más bilis); 5,87 y 6 Kg (grasa sin bilis y no grasa más bilis) y 5,59 Kg (testigo), respectivamente.

Hay diferencias significativas de crecimiento entre machos y hembras, siendo el crecimiento medio total para los machos 9,16 Kg (tratamiento 2); 7,08 Kg y 7,66 Kg (tratamiento 3 y 4) y 6,5 Kg (tratamiento 1). En el mismo orden las hembras alcanzaron los siguientes aumentos medios de peso vivo: 5,06, 4,66, 5,28 y 4,68 respectivamente.

El consumo medio diario es 0,971 Kg para el tratamiento 2; 1,0 y 1,01 Kg para el 3 y 4 y, 0,921 Kg para el testigo, 1.

Los valores encontrados respecto a la grasa mesentérica más grasa de riñonada son, 3,94 p. 100 de la canal (tratamiento 2); 3,67 p. 100 (tratamiento 4), siendo 3,25 y 3,50 p. 100, tratamientos 3 y 1 respectivamente.

El conjunto de corderos machos presenta un coeficiente de correlación de -0,35 entre los incrementos de peso y los incrementos térmicos rectales, y reflejados por la ecuación de regresión

$$Y = 9,21 - 4,02 X.$$

El consumo de pienso según decenas y lotes y sus respectivos incrementos de temperaturas rectales, presenta asimismo, una correlación de 0,63 y una ecuación de regresión $Y = 28,02 + 13,54 X$.

Las temperaturas medias rectales normales de los corderos de 8 a 9 horas, fueron de 40 ° C y el número de respiraciones/minuto sobre 114.

Los coeficientes medios de digestibilidad de la grasa son 56,7 y 58,3 (tratamientos 2 y 3) y, 14 y 11,4 para los tratamientos 1 y 4.

El coste de la alimentación, según tratamientos, es 52,3 pesetas/Kg de peso vivo ganado para el tratamiento 2; 67,9 pesetas para el tratamiento 3, alcanzando los tratamientos 4 y 1,61,1 y 60,2 pesetas. Los valores económicos relativos expresados, tomando como base 100 al lote 2, fueron respectivamente: control (115,10), grasa + bilis (100); grasa sin bilis (129,8) y bilis sola (116,8).

Conclusiones generales

La no observación de resultados negativos al incluir raciones de grasa a niveles del 7,69 p. 100, en las pocas idóneas condiciones ambientales de altas temperaturas del verano cordobés, parecen interesantes a pesar de la aparente contradicción entre los resultados económicos y los análisis estadísticos encontrados.

Summary

In very hot dry summer months of Souths Spain four lots of male lambs were creep fed (3-4 lambs per lot, with 19 k av. live weight) and four lots of female lambs (3-8 animals per lot, with 15 k av. live weight) for 40 days with four types of comparable concentrate pelleted rations; 1. Control, no additional fat, no extra bilis; 2. Added fat, plus 0,1 p. 100 bilis. 3. Added fat, without bilis. 4. No additional fat, plus 0,1 p. 100 extra bilis. Rations 1 and 4 had 2,21 p. 100 total fat; rations 2 and 3 had 7,69 p. 100 total fat.

Average lambs total growth were 5,59, 6,18, 6,00 and 4,00 for lots 1 to 4, respectively, no significant differences were detected among treatments, but sexes performed significantly different. Feed conversion was 6,59, 5,71, 6,87 and 6,37 K/k for the lots 1 to 4, respectively.

Mesenteric plus renal fat were 3,50, 3,94, 3,25 and 3,67 p. 100 of carcass weight of male lambs in the four lots, no significantly different.

Pooling data of male lambs, a correlation coefficient of $-0,35$ was calculated between the live weight and the rectal thermic increment of lambs, being both numerical series relate by the regression equation $Y = 9.21 - 4.02X$. The regression equation of decenal feed consumption by lots on average rectal thermic increment was $Y = 28.2 + 13.54 X$, being the correlation coefficient between both series 0.63.

The digestibility of the fat was in lots 1 to 4, respectively, 14.0, 56.7, 58.3, and 11.4 p. 100.

Feeding costs by live weight increment in pesetas per k was: lot 1, 60,20; lot 2, 52,30; lot 3, 67,90 and lot 4, 61,10. Relative cost indexes are: Control, 115,10; Fat + bilis, 100,00; Fat, no bilis, 129,80; No fat, adde bilis, 116,80.

Despite the apparent non significant differences of treatments the promising economic results suggest to repeat the experiment with more lambs by lots and to extreme differences among treatments, a new experiment is now in progress.

Bibliografía.

- Bohman, V. R., Wade, M. A. and Hunter, J. E. 1957.—The effect of chlortetracine, stilbestrol and animal fat on fattening steers. *J. Anim. Sci.* 16: 833.
- Bohman, V. R., Marvin, A., Wade and Clark Torrell, 1959.—Effect of animal fat and protein supplements on range cattle. *J. Anim. Sci.* 16: 833.
- Brethour, J. R., Sirny, R. J. and Tillman, A. D. 1958.—Further studies concerning the effects of fats in sheep rations. *J. Ani. Sci.* 17: 171.

RODRIGUEZ LOZANO, *et al.*: *BILIS Y APROVECHAMIENTO DE GRASA EN CORDEROS.*

- Brooks, C. C., Gerner, G. B., Gherke, C. W., Muhrer, M. E. and Pjander, W. H. 1954.—The effects of added fat on the digestion of cellulose and protein by ovine rumen microorganisms. *J. Ani. Sci.* 13: 758.
- Church, C. H. 1971.—Metabolism lipidic in the rumen. Digestive physiology and Nutrition of ruminants. Oregon State University.
- Czerkawski, J. W., K. L. Blaxter and F. W. Wainman, 1966.—The metabolism of oleic, linoleic and linolenic acids by sheep with reference to their effects on methane production. *Brit. J. Nutrition* 20: 349.
- Czerkawski, J. W. and G. Breckenridge, 1969.—The metabolism of sugar beet pulp and sucrose in an artificial rumen and the effect of linseed oil fatty acids on the fermentation. *Brit. J. Nutrition* 23: 51.
- Davidson, K. L. and W. Woods, 1963.—Effects of calcium and magnesium upon digestibility of a ration containing corn oil by lambs. *J. Anim. Sci.*, 22: 27.
- Erwin, E. S., Dyer, L. A. Ensminger, 1956.—Effects of chlortetracycline inedible animal fat, stilbestrol and high and low quality roughage on performance of yearling steers. II. Feed consumption and rates of gain. *J. Anim. Sci.* 15: 710.
- Gartom, G. A. 1967.—*World Rev. Nutr. Diet.* 7: 225. Cit. Lough, A. K.
- Heat, T. J. and B. Morris, 1963.—The role of bilis and pancreatic juice in the absorption of fat in ewes and lambs. *Brit. J. Nutr.* 17: 465-474.
- Kodicek and A. N. Worden, 1945.—*Biochem. J.* 39, 78. Cit. Lough, A. K.
- Lough, A. K. 1970.—Aspects of lipid digestion in the ruminant. Phillipson, A. T. *Physiology of digestion metabolism in the ruminant.* Oriell Press, Newcastle.
- Snedecor, G. W. 1956.—Statistical methods applied to experiments in agriculture and biology. Iowa State College Press, Amer.
- Ward, J. K., C. W. Tefft, R. J. Sirney, H. N. Edward and A. D. Tillman, 1957.—Further studies concerning the effect of alfalfa ash upon utilization of low-quality roughages by ruminants animals. *J. Anim. Sci.* 16: 633.
- Willey, N. B., J. K. Ris, R. W. Colby, O. D. Butler and R. Reiger, 1952.—The influence of fat and energy in the ration upon feedlot performance and carcass composition of fattening steers. *J. Anim. Sci.* 11: 705.