

EFECTO DE LA INCLUSION DE GRASA O PROTEINA DE ESCAPE RUMINAL EN EL COMPORTAMIENTO DE TORETES BRAHMAN EN ENGORDA^a

Ricardo Basurto Gutiérrez^b
Juan de Dios Garza Flores^b

RESUMEN

Basurto G R, Garza F J de D. *Téc. Pecu. Méx.* Vol 36 No.1 1998. 35-47. Cincuenta y nueve toretes Brahman (234 ± 18 kg. peso vivo) fueron alimentados durante 121 días (d), con dietas basadas en grano de maíz, grano de sorgo y pollinaza, para determinar el efecto de la inclusión del 2% de harina de carne y hueso (HCH), y(o) del 1% de grasa animal protegida (GAP) en el consumo diario de materia seca (CMS), el comportamiento en corral, y el rendimiento en canal caliente. Previo al experimento, todos los animales recibieron el mismo manejo sanitario, y fueron implantados con acetato de trenbolona. Posteriormente los toretes fueron pesados y distribuidos en 12 corrales de acuerdo a un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial, donde recibieron uno de los siguientes tratamientos: DB= Dieta basal (59.3% mezcla de grano de maíz y sorgo, 20.2% de rastrojo de sorgo, 11.0% de pollinaza y 9.5% de melaza, urea y sal), DBH= DB + HCH, DBG= DB + GAP y COM= DB + HCH + GAP. Los animales que consumieron HCH, GAP ó su combinación tuvieron menores CMS (9.8 vs 9.2, 8.7, 9.2 kg/d para DB, DBH, DBG y COM; $p < 0.07$), respecto al grupo DB. Independientemente del tratamiento, el CMS disminuyó ($p < 0.01$) a partir del día 80 hasta el final (121 día) de la prueba. La inclusión de HCH mejoró las ganancias diaria de peso (1.07, 1.23, 0.84 y 1.35 kg/d para DB, DBH, DBG y COM; $p < 0.05$), y las conversiones alimenticias (8.7, 6.4, 8.8 y 6.2 para DB, DBH, DBG y COM; $p < 0.10$) durante la fase inicial (0-23 d) del experimento. No obstante esto, los animales del grupo testigo tuvieron mejores GDP (1.4 vs 1.2, 1.2 y 1.3 kg para DB, DBH, DBG, COM; $p < 0.06$) al finalizar el estudio (0-121 d). Comparados con los animales alimentados con HCH o GAP, los toretes que consumieron la dieta COM mejoraron ($p < 0.05$) la GDP (0-121 d), sin afectar ($P > 0.10$) la conversión alimenticia. La HCH, GAP ó su combinación no afectó el peso de la canal caliente (240 vs 232, 229 y 235 kg para DB, DBH, DBG y COM) ni el rendimiento en canal (58.4 vs 58.0, 58.1 58.3% para DB, DBH, DBG y COM; $p > 0.10$). Los resultados indican una buena respuesta a la inclusión de proteína (HCH) durante la etapa inicial de la engorda, sin embargo, el comportamiento animal (0-121 d) no se mejoró con los niveles utilizados de GAP ó HCH.

PALABRAS CLAVE: Bovinos Brahman carne, Comportamiento corral, Harina carne hueso, Grasa animal protegida.

INTRODUCCION

Cada año, en la zona central del estado de Querétaro se engordan aproximadamente 60,000 bovinos con dietas basadas en grano de maíz, niveles elevados de pollinaza y rastrojo de sorgo.

En este tipo de dietas, la proteína de escape

ruminal puede representar entre un 14 a 15% de la proteína total, la cual proviene principalmente del grano de maíz; por el contrario, la pollinaza casi no aporta proteína de escape (1). Esto significa que con estas dietas, la proteína microbiana podría representar en ocasiones hasta el 80% de la proteína que llega al duodeno. No obstante el alto valor biológico de la proteína microbiana, esta no puede cubrir las necesidades de aminoácidos en animales con crecimiento rápido (2).

^a Recibido para su publicación el 21 de Agosto de 1997.

^b Centro Nacional de Investigación en Fisiología y Mejoramiento Animal.

Parcialmente financiado por el Patronato de Apoyo a la Investigación y Experimentación Pecuaria en México. A.C.

La estrategia más factible para modificar el suministro de aminoácidos (AA) a nivel posruminal es la utilización de alimentos protéicos de baja degradación ruminal (3). Cuando una parte de la proteína degradable en el rumen es substituida por fuentes de proteína de escape ruminal, la ganancia de peso y la conversión alimenticia de los animales engordados en corral mejora (4,5,6). La substitución de urea o pasta de soya por fuentes de proteína de baja degradabilidad ruminal (gluten de maíz, harina de plumas, harina de carne y hueso, harina de sangre, entre otros) aumenta el flujo de AA al duodeno (7,8).

Otro aspecto que influye al pobre comportamiento productivo de los animales alimentados con este tipo de dietas, es el bajo contenido de energía de las raciones, debido a la baja proporción utilizada de grano (entre el 40 al 50% de la ración).

Es obvio que la substitución de altos porcentajes de pollinaza por granos en las raciones, se deba al costo diferencial entre estos; sin embargo, la ganancia de peso y la eficiencia alimenticia se relacionan linealmente con el nivel de energía de la ración (9).

Una alternativa desde el punto de vista económico, podría ser la inclusión de grasa animal, debido a su alto valor energético (5.78 y 4.61 Mcal/kg de ENm y ENg, respectivamente) en dietas para ganado en finalización (10). No obstante, cuando se incluyen altos porcentajes de grasa en las raciones de bovinos, se puede afectar el consumo de alimento (11), la fermentación ruminal (12,13) y la digestibilidad de la fibra (14). El uso de

grasas protegidas disminuye estos efectos negativos (15,16), pero el alto costo limita su inclusión en niveles elevados en la ración.

El incremento en el nivel de proteína y/o energía de la ración mejora el comportamiento animal (17); sin embargo, la combinación de fuentes de proteína de baja degradabilidad ruminal y grasa animal protegida, manteniendo el mismo nivel de proteína de la ración ha sido poco estudiada.

Con estos antecedentes, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la adición de harina de carne y hueso y/o de grasa animal protegida en el consumo de alimento, la ganancia de peso, la conversión alimenticia, el peso de la canal caliente y el rendimiento en canal de toretes Brahman, alimentados con dietas basadas en grano de maíz y de sorgo, rastrojo de sorgo y pollinaza.

MATERIAL Y METODOS

El trabajo se realizó en las instalaciones del Centro Nacional de Investigación en Fisiología y Mejoramiento Animal, ubicado en el municipio de Colón, Querétaro. Se utilizaron 59 toretes de la raza Brahman (234 ± 18 kg peso vivo inicial), los cuales fueron alojados en 12 corraletas (11 grupos de 5 y un grupo de 4), con bebedero y comedero de cemento, sin sombra y piso de tierra.

Previo al experimento, los animales fueron alimentados con ensilajes de excreta de cerdo o de bovino durante 39 días (d). En esta etapa, el comportamiento animal fue limitado debido al bajo consumo de los ensilajes.

Al inicio del período de adaptación (13 d), los animales fueron desparasitados internamente con levamisol, se vacunaron contra pasteurelisis, carbón sintomático y edema maligno y recibieron una dosis intramuscular única (5 ml) de vitaminas (A, D y E). Los toretes fueron implantados en la cara posterior de la oreja con 140 mg de acetato de trenbolona y 28 mg de 17 β estradiol. Para el control de los parásitos externos se utilizó deltametrina. Los grupos de animales fueron distribuidos a los corrales de acuerdo a un diseño de bloques completos al azar, con un arreglo factorial 2x2 (18). Los factores fueron dos niveles de grasa animal protegida* (0 y 1%) y dos niveles de inclusión de harina de carne y hueso (0 y 2%). El nivel del 1% de grasa animal protegida incluido en la ración, corresponde a la dosis recomendada para ganado de engorda por el fabricante. El criterio de bloque fue el peso vivo inicial (pesados, medianos y ligeros).

Las dietas se ofrecieron durante 121 d, a libertad, una vez al día (9:00). El contenido de proteína y energía de las raciones variaron ligeramente con la inclusión de grasa animal protegida, y harina de carne y hueso (Cuadro 1). La composición de materia seca, proteína cruda y proteína soluble de los principales ingredientes utilizados en la elaboración de las raciones se muestran en el Cuadro 2.

Para aumentar la densidad energética de las raciones, los niveles de grano se incrementaron durante el experimento, sin afectar el nivel de grasa o de harina de carne. La mezcla de los granos de maíz y sorgo se incrementó al 65% y al 69% de la ración total (base seca) los días 72 y 87

del experimento, respectivamente. A partir del día 87 se incluyó bicarbonato de sodio al 1 % del total de la ración. Todos los cambios se realizaron sustituyendo principalmente al rastrojo de sorgo.

Las raciones fueron calculadas como dietas integrales, sin embargo, el rastrojo de sorgo, molido con una criba 1 ½", fue pesado diariamente y se mezcló manualmente en el comedero con el resto de la ración al momento de ofrecer el alimento .

El alimento ofrecido se ajustó diariamente, de tal forma que el rechazo de alimento no fuera mayor al 5% de lo servido. El alimento rechazado se devolvió al comedero inmediatamente después de su registro.

Cada 14 días se elaboró una muestra compuesta de alimento rechazado por corral. Los animales fueron pesados sin previo ayuno de agua o alimento en dos días consecutivos, los días 0, 23, 51, 79, 107 y 121 de la prueba. Cada peso corresponde a la media de los pesos del día señalado y del día siguiente; el peso promedio se utilizó para realizar los análisis estadísticos.

Debido a que al término del experimento (día 121) habían animales con distintos pesos, los toretes se mantuvieron dentro de los tratamientos hasta el momento del sacrificio, para poder evaluar la respuesta de peso al sacrificio, peso de la canal caliente y rendimiento en canal. Antes del sacrificio los animales fueron pesados en forma individual, sin previo ayuno de agua o alimento. Posteriormente, todos los animales se sacrificaron en el rastro municipal de Querétaro, localizado a 60 km del CENIFMA. El peso de la canal caliente (sin cabeza, piel, patas y tubo

* Carolac plus

gastrointestinal e hígado) fue registrado sumando el peso de las medias canales; para calcular el rendimiento en canal, se dividió el peso de la canal caliente entre el peso al sacrificio.

El modelo estadístico incluyó los efectos de bloque, HCH, GAP y la interacción. La unidad experimental fue el corral, y se realizó un análisis de varianza dentro cada período de medición para el consumo de materia seca (CMS), la ganancia diaria de peso (GDP), y la conversión alimenticia (CA). Las medias fueron comparadas por contrastes ortogonales. Para analizar el efecto del período sobre el CMS, el período se incluyó dentro del modelo. En el modelo estadístico se incluyó el peso al sacrificio como covariable para analizar el peso de la canal y el rendimiento en canal. El nivel de significancia fue $p < 0.10$. Se utilizó el procedimiento de modelos lineales generales del paquete estadístico de SAS (19).

RESULTADOS

Al disminuir el porcentaje de urea en las raciones en las cuales se incluyó la HCH, el contenido calculado de proteína degradable en rumen (PDR) disminuyó entre 0.6 a 0.8 unidad porcentual. Asimismo, las raciones con GAP contenían un mayor porcentaje de extracto etéreo (Cuadro 1).

Al analizar los datos de consumo de materia seca (CMS; Cuadro 3) durante los 121 días de engorda se detectaron diferencias (9.80 vs 9.15, 8.74, 9.16 kg. MS/ día ; $p < 0.07$) entre los animales del grupo testigo y los toretes que consumieron HCH, GAP ó su combinación. La inclusión de HCH en la ración redujo ($p < 0.10$) el consumo de materia seca (CMS) en los

animales entre los días 80 y 107 de la prueba; y la GAP disminuyó el CMS desde el día 80 hasta el final del estudio. El efecto de HCH y GAP en el CMS en estos períodos también se reflejó en el consumo de proteína cruda, (1.03, 0.88, 0.87, y 0.82; EEM=0.04; y 0.93, 0.81, 0.75, 0.72 kg d-1; EEM=0.04 para DB, DBH, DBG y COM de los períodos 80-107 d y 108-121 d, respectivamente).

Independientemente de los tratamientos el CMS se comportó en forma cuadrática (7.40, 9.56, 10.47, 9.58 y 8.23 kg animal-1 d-1, respectivamente; $p < 0.001$) durante las distintas fases de engorda, comenzando a declinar a partir del día 80 del estudio. Las ganancias diarias de peso (GDP) en las distintas etapas del experimento se muestran en el Cuadro 4. Comparados con los animales que recibieron la HCH, GAP, ó su combinación, los animales del grupo testigo, tuvieron mejores GDP (1.36 vs 1.24, 1.20 y 1.29 kg./día; $p < 0.06$) durante los 121 días de prueba.

La inclusión de HCH mejoró (0.16 kg d-1; $p < 0.05$) la GDP de los animales en los primeros 23 días del experimento. Sin embargo, a partir del día 80 hasta el día 107 hubo una disminución ($p < 0.05$) en la GDP de los animales alimentados con la HCH. Durante esta etapa se detectó una interacción ($p < 0.10$) entre la HCH y la GAP en la GDP de los animales. Asimismo, esta interacción se registró al analizar los datos de todo el estudio (0-121 d; $p < 0.05$), donde la combinación de HCH y GAP tendió a mejorar la GDP, pero sin superar la GDP de los toretes en el grupo testigo.

La suplementación de HCH solo mejoró (8.71 vs 6.37, 8.77 y 6.24; $p < 0.10$) la CA

INCLUSION GRASA O PROTEINA COMPORTAMIENTO TORETES

durante los primeros 23 días de engorda (Cuadro 5). En el resto de los períodos de medición la HCH no afectó la CA por fase, ni la CA total (0 -121 d). La adición de GAP en la ración no modificó la CA de los animales en la prueba.

En el Cuadro 6 se muestran los pesos iniciales, finales (121 d) y al sacrificio, el peso de la canal caliente y el rendimiento en canal de los animales. No se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos para ninguna de las variables de estudio.

Cuadro 1. Composición de las dietas experimentales (% B S). (Periodo 0 - 71 d)

	<u>NIVEL DE INCLUSION (% BS)</u>			
	0	2	0	2
CARNE Y HUESO	0	2	0	2
GRASA	0	0	1	1
Ingredientes				
Grano de maíz	37.68	37.21	37.51	37.22
Grano de sorgo	21.49	21.13	21.41	21.19
Pollinaza	11.13	10.28	10.53	9.32
Rastrojo de sorgo	20.15	20.26	20.05	20.19
Melaza	7.18	7.09	7.15	7.05
Premezcla mineral ^a	0.75	0.71	0.73	0.71
Urea	0.82	0.54	0.82	0.54
Sal	0.80	0.78	0.80	0.78
H.de carne y hueso	0.00	2.00	0.00	2.00
Grasa protegida ^b	0.00	0.00	1.00	1.00
Análisis realizado				
Materia seca, %	87.63	87.73	87.87	87.85
Materia orgánica, %	90.57	89.93	90.69	91.05
Proteína cruda, %	9.86	9.62	9.36	9.19
Análisis calculado				
PDR, % ^c	7.72	6.99	7.57	6.77
ENm, Mcal/kg. ^c	1.75	1.75	1.80	1.80
ENg, Mcal/kg. ^c	1.12	1.12	1.16	1.16
Calcio, %	0.55	0.76	0.61	0.82
Fósforo, %	0.43	0.54	0.42	0.52
Potasio, %	0.95	0.93	0.93	0.91
Extracto etéreo, %	3.22	3.45	4.31	4.54

^{a)} Ca 3.42%, Cl 47.19%, Cu 2200 ppm, Se 25 ppm, Mg 0.27%, Fe 25500 ppm, S 3.3%, Co215 ppm, Sodio 25.02%, Mn 571 ppm, Zn 28500 ppm, I 100 ppm.

^{b)} Carolac Plus (98% grasa animal protegida, B caroteno y vitamina E).

^{c)} PDR=Proteína degradable en rumen; ENm=Energía neta mantenimiento; ENg=Energía neta de ganancia.

Cuadro 2. Composición química porcentual de los ingredientes.

	Materia Seca	Proteína Cruda	Proteína Soluble
		<u>Base seca</u>	
Pollinaza	89.0	19.6	12.0
Harina de carne y hueso	93.4	45.3	7.3
Grano de maíz	87.4	8.1	3.3
Grano de sorgo	87.0	7.5	0.8
Rastrojo de sorgo	90.0	3.6	1.7

Cuadro 3. Efecto de la inclusión de proteína o grasa en el consumo de alimento de toretes brahman alimentados en corral ^a.

		<u>NIVEL DE INCLUSION (% BS)</u>					
CARNE Y HUESO	0	2	0	2			
GRASA	0	0	1	1	EEM ^b	EFFECTO ^c	
Período (d) ^d	kg. animal-1 d-1						
0 - 23	7.22	7.55	7.17	7.68	0.36		
24 - 51	9.81	9.35	9.19	9.89	0.36		
52 - 79	11.06	10.57	9.72	10.54	0.49		
80 - 107	10.83	9.40	9.14	8.94	0.41	p, G	
108 - 121	9.44	8.06	7.63	7.78	0.46	g	
0 - 121 ^e	9.80	9.15	8.74	9.16	0.39		

^{a)} Medias de cuadrados mínimos.

^{b)} EEM= Error estándar de la media.

^{c)} Efecto: proteína (P), Grasa (G), Interacción (P*G)
Mayúsculas (p < 0.05); Minúsculas (p < .10)

^{d)} Efecto cuadrático entre períodos (p < 0.001)

^{e)} Dieta testigo difiere del resto de las raciones (p < 0.07).

INCLUSION GRASA O PROTEINA COMPORTAMIENTO TORETES

Cuadro 4. Efecto de la inclusión de proteína o grasa en la ganancia diaria brahman alimentados en corral ^a.

CARNE Y HUESO	NIVEL DE INCLUSION (% BS)				EEM ^b	EFECTO ^c	BLOQUE ^d p < X
	0	2	0	2			
GRASA	0	0	1	1			
Período (d)	kg animal ⁻¹ d ⁻¹						
0 - 23	1.07	1.23	0.84	1.35	0.13	P	0.01
24 - 51	1.68	1.60	1.67	1.65	0.11		0.29
52 - 79	1.57	1.26	1.28	1.27	0.11		0.10
80 - 107	1.23	1.05	1.13	1.11	0.03	P, p*g	0.03
108 - 121	1.04	0.83	0.83	0.84	0.14		0.97
0 - 121 ^e	1.36	1.24	1.20	1.29	0.04	P*G	0.01

^{a)} Medias de cuadrados mínimos.

^{b)} EEM= Error estándar de la media.

^{c)} Efecto proteína (P), Grasa (G); Interacción (P*G).
Mayúsculas (p < 0.05); Minúsculas (p < .10).

^{d)} Efecto de Bloque (Peso inicial).

^{e)} Dieta testigo difiere del resto de las raciones (p < 0.06).

Cuadro 5. Efecto de la inclusión de proteína o grasa en la conversión alimenticia de toretes brahman alimentados en corral ^a.

CARNE Y HUESO	NIVEL DE INCLUSION (% BS)				EEM ^b	EFECTO ^c
	0	2	0	2		
GRASA	0	0	1	1		
Período (d)						
0 - 23	8.71	6.37	8.77	6.24	1.16	p
24 - 51	5.83	5.85	5.52	6.01	0.25	
52 - 79	7.05	8.44	7.83	8.46	0.63	
80 - 107	8.82	8.94	8.04	8.12	0.44	
108 - 121	9.44	10.09	9.89	9.28	1.57	
0 - 121	7.21	7.40	7.26	7.17	0.25	

^{a)} Medias de cuadrados mínimos.

^{b)} EEM= Error estándar de la media.

^{c)} Efecto proteína (p < .10).

Cuadro 6. Efecto de la inclusión de proteína o grasa en el peso y rendimiento de la canal de toretes brahman alimentados en corral ^a.

CARNE Y HUESO	NIVEL DE INCLUSION (% BS)				EEM ^b
	0	2	0	2	
GRASA	0	0	1	1	EEM ^b
Peso inicial, kg.	233.8	232.3	235.7	233.9	2.8
Peso final, kg. ^c	398.3	382.4	380.8	389.5	7.1
Días al sacrificio ^d	14.5	15.7	15.5	15.9	0.5
Peso sacrificio, kg.	410.6	401.2	393.1	403.9	9.7
Peso canal, kg.	239.9	232.3	229.0	235.4	5.8
Rendimiento, %	58.4	57.9	58.1	58.3	0.6

^{a)} Medias de cuadrados mínimos.

^{b)} EEM= Error estándar de la media.

^{c)} Peso a los 121 días.

^{d)} Días Final prueba (121 d) a la fecha de sacrificio.

DISCUSION

Es probable que al incrementar el nivel del grano de la reacción (69%), se haya aumentado la necesidad de proteína degradable en el rumen (PDR), lo que se manifestó en una reducción en el CMS entre el día 80 - 107 del estudio, sin embargo, de acuerdo a la estimación propuesta por Shain *et al* (20) para calcular la proteína degradable en el rumen, $PDR = TND * 0.081$, la PDR de las raciones fue adecuada; pero los animales que recibieron la HCH con un menor contenido de PDR mostraron un menor CMS en comparación al resto de los animales durante este período. La respuesta en el CMS a la sustitución de pollinaza (nitrógeno no proteico) por HCH ha sido variable. Rivera y Garza (21) indican una disminución en el CMS con la inclusión de niveles crecientes (0, 3, 6 y

9%) de HCH por pollinaza, lo cual podría estar relacionado a un menor contenido de PDR; en contraste, la sustitución del 25 y 50% de la proteína de la pollinaza por proteína de la HCH, incrementó el CMS de toretes (4). Resultados de otros estudios (5,6,22) sugieren que la inclusión de fuentes protéicas no modifica el CMS de los animales, pero mejora la GDP o la conversión alimenticia. Aparentemente, cuando la PDR es adecuada, existen otros factores (nivel del forrajes, tipo de animal, gustosidad, peso inicial, entre otros) que pudieran afectar el CMS de los animales.

Respecto a la inclusión de GAP, aún cuando se considera (23) que la baja gustosidad de las sales de calcio de ácidos grasos de cadena larga (AGCL-Ca) puede disminuir el consumo de las dietas donde se incluyen,

es poco probable que esto explique el efecto en el CMS con los niveles utilizados en el presente estudio. Aunque, la inclusión de AGCL-Ca incrementó ligeramente el porcentaje del extracto etéreo de las raciones, es difícil que esto haya afectado el CMS. La mayoría de los estudios señalan que el CMS se disminuye cuando se incluye grasa en niveles mayores al 4% de la ración total (23,24). El efecto de la GAP en el CMS no se explica fácilmente.

La disminución en el CMS hacia el final de la fase del periodo de finalización, es un fenómeno que se observa normalmente en los corrales de engorda. El CMS de ganado Brahman engordado en condiciones comerciales (25) muestra una tendencia similar. Con ganado europeo, este cambio en el consumo se ha relacionado con la composición corporal del animal, ya que cuando aproximadamente el 31 % del peso vacío lo constituye la grasa corporal, los animales no consumen más de lo que requieren para su mantenimiento (26). Desafortunadamente, existe poca información que documente estos cambios en la composición corporal del ganado Brahman alimentado en corral.

El incremento en la GDP por la inclusión de la HCH al inicio de la prueba coincide con otros estudios (5,6,22). La suplementación de una mezcla de distintas fuentes proteicas de baja degradabilidad ruminal proporcionada al 2% en la ración de novillos en crecimiento, mejoró la GDP en 0.21 kg. d⁻¹ en los primeros 28 d de la fase de engorda (6).

El beneficio de la inclusión de fuentes de proteína de escape ruminal, durante la fase inicial de la engorda se ha relacionado a

los bajos niveles de consumo de alimento que se manifiesta en esta etapa, lo que puede limitar la producción de proteína microbiana (27) o bien, aumentar el requerimiento de proteína metabolizable por el estado nutricional previo (28). En el presente estudio, es factible que la respuesta a la inclusión de HCH en la ración está mas relacionada con el estado nutricional previo de los animales, y no con el CMS (0-23 d), puesto que se considera que el CMS observado, expresado como porcentaje del peso corporal fue adecuado (2.97%).

La eficiencia en la conversión alimenticia (CA) se mejoró en la etapa inicial de la engorda (0-23 d), al incrementarse la GDP sin modificarse el CMS. De acuerdo al NRC (29), en dietas deficientes en proteína, la inclusión de proteína mejora la eficiencia de la ganancia en un 95% de las veces al incrementarse el CMS y/o la GDP. Sin embargo, en dietas con niveles adecuados de nitrógeno, cuando se substituye nitrógeno no protéico por nitrógeno protéico, la respuesta animal se refleja en una mayor GDP ó se manifiesta en una disminución de la cantidad de alimento consumido, sin que se altere la GDP; pero este efecto disminuye a través del tiempo (22). La substitución del 33 y 67 % del N de la urea por pasta de soya en dietas para ganado en finalización alimentado con grano de maíz, mejora la GDP y la CA (30); pero cuando la HCH substituye el 25 y 50% del N de la pollinaza, la GDP aumentan sin cambios en la CA (4). En condiciones similares al presente estudio (21), la adición de distintos niveles de HCH tendió a mejorar linealmente la CA aparentemente por una disminución en el CMS.

En la segunda etapa de engorda (día 24 a día 51), se observaron GDP de 1.6 kg d⁻¹ en todos los tratamientos. Es posible que, el mejor comportamiento de los animales durante esta fase haya sido un reflejo del aumento en el CMS (>3.3% del peso vivo).

La respuesta en GDP a la inclusión de GAP ha sido variable. Esta variación se ha atribuido a factores como la densidad energética de la ración, calidad de la grasa y a la composición de los ingredientes, entre otros (10). El efecto más constante de la suplementación de grasa es un aumento en la GDP, cuando se incluye entre el 4 al 5% de la ración (10,17,31). Esto sugiere que mayores niveles de GAP debieron utilizarse en el presente estudio. Cuando el comportamiento de los animales está limitado por dietas bajas en energía, un incremento de la densidad energética de la ración por la suplementación de grasa, podría incrementar el consumo de energía y consecuentemente la GDP (10). Esto explica en parte las tendencias observadas en la GDP entre los 80-107 días del experimento; donde los animales que recibieron la HCH mostraron menores GDP, comparados con los animales alimentados con GAP (1.13 vs 1.05 kg.).

Se detectó una interacción entre la HCH y la GAP en la GDP de los períodos 80-107 d y 0-121 d, aunque no es claro como interactuaron.

Con excepción de la primera fase (0 - 23 d) del estudio, la conversión alimenticia no se afectó por los tratamientos, lo que sugiere que el uso de la energía fue similar entre los tratamientos durante el resto del estudio.

De acuerdo al comportamiento observado durante todo el estudio, y utilizando las formulas para calcular la $EN_m = 0.077BW^{0.75}$ (32) y la $EN_g = 0.0557BW^{0.75} * GDP^{1.097}$ (29) de las raciones, se estima que la concentración de EN_g de las raciones fue similar entre los tratamientos (0.89, 0.86, 0.89 y 0.91 Mcal/kg, para DB, DBH, DBG y COM; $EEM = 0.04$). Sin embargo, es claro que el valor estimado de EN_g de las raciones es inferior al valor tabular utilizado para la formulación de las raciones experimentales (Cuadro 1). Esta discrepancia pudiera ser explicada porque los contenidos de energía de los ingredientes nacionales son más bajos a los valores tabulares informados en el NRC(29) o bien porque el ganado *Bos indicus* puede requerir menos energía neta para mantenimiento, por lo que las expresiones sugeridas (29,32) subestimen los requerimientos de energía para este tipo de ganado.

La mayoría de los estudios demuestran que el nivel de proteína en la dieta no afecta el peso de la canal caliente (PCC), (5,17,33); sin embargo, el efecto de la sustitución del tipo de fuente de proteína ha sido poco estudiado. Sindt *et al* (34) mencionan que, animales alimentados con una mezcla de fuentes de proteína y grano rolado de maíz, tuvieron mayores PCC en comparación con animales alimentados con urea y grano de maíz alto en humedad. En el presente estudio, aún cuando los animales que recibieron GAP consumieron menos al final del experimento, no se detectaron diferencias en el PCC. El efecto de la GAP en el peso de la canal (PCL) ha sido poco consistente. Aparentemente, este efecto es más dependiente del CMS y de la densidad

energética de la ración, que del nivel de inclusión o de la fuente de grasa utilizada. Cuando la suplementación de grasa disminuye el consumo total de energía, el PCC tiende a ser menor (23,24,35), mientras que en raciones con alta densidad energética, donde el consumo de energía no esta comprometido, el PCC no se afecta (36) o se incrementa (28). En el presente estudio, los PCC siguieron la misma tendencia que el CMS de los animales. El mejor comportamiento productivo en los animales del grupo testigo, sugiere que esta respuesta se debió al mayor CMS que tuvieron los toretes durante toda la prueba. Sin embargo, por los resultados de este estudio, la inclusión de fuentes de proteína de baja degradación (como la harina de carne y hueso) mejoran la GDP al inicio de la fase de finalización (23 d), pero el efecto se diluye a través del tiempo.

La inclusión individual de HCH o GAP tendió a disminuir la GDP de los animales, pero cuando estos ingredientes se combinan en la ración, la GDP (0-121 d) se mejora (interacción).

Comparado con los niveles de AGCL-Ca u otro tipo de grasa que han sido utilizados en otros estudios, es sorpresiva la reducción en el CMS de los toretes en el presente experimento.

EFFECT OF ADDED PROTECTED FAT OR BYPASS PROTEIN ON PERFORMANCE IN FINISHING BRAHMAN BULLS

SUMMARY

Basurto G R, Garza F J de D. *Téc. Pec. Méx.* Vol 36 No.1 1998. 35-47. Fifty nine Brahman bulls (234 ± 18 kg BW) were fed a corn-milo-poultry litter based diet

in a 121-d experiment, to study the effect of added 2% of bone and meat meal (MBM) and (or) 1% of protected animal fat (PAF) on performance, and hot carcass yield. Animals were assigned in 12 pens of 5 bulls each, in a complete randomized block design with a 2X2 factorial arrangement of the following treatments: BD= basal diet (59.3% corn and sorghum grain mix, 20.2% sorghum stover, 11.0% broiler litter and 9.5% molasses, urea and salt), BDH= BD + MBM, BDG= BD + PAF y COM= BD + MBM + PAF. Addition of PAF reduced (p < 0.10) daily dry matter feed intake (DMI) from 79 to 121 d of the experiment, without altering DMI over the 121 d trial. Compared to the animals not receiving the MBM, bulls fed the MBM gained more weight during the initial phase (0-23d) of the trial. Addition of MBM improved (p < 0.05) ADG (0-121 d) of animals fed GAP. The DMI/ADG, hot carcass weight (HCW) and yield unshrunk at slaughter were not affected by treatments. Results suggest that MBM improved ADG during the initial phase of finishing. However, animal performance during the whole trail was not improved by inclusion of MBM o PAF.

KEY WORDS: Beef cattle, Brahman, Meat and bone meal, Protected animal fat.

REFERENCIAS

1. Zinn R A, Barajas R, Montaña M, Shen Y. Protein and energy of dehydrated poultry excreta in diets for feedlot cattle. *J. Anim. Sci.*1996; 74 2331.
2. Wilkerson V A, Klopfenstein T J, Britton R A, Stock R A, Miller PS. Metabolizable protein and amino acid requirements of growing cattle. *J. Anim. Sci.*1993; 71 :2777
3. Merchen N R, Titgemeyer E C. Manipulation of amino acid supply to the growing ruminant. *J.Anim.Sci.* 1992;70: 3238.
4. Magaña C A, Rodríguez G F. Efecto de la sustitución parcial de la pollinaza por harina de carne y hueso en dietas para toretes en engorda en corral. *Tec. Pec. Mex.* 1986; 26 (2): 148.
5. Sindt M H, Stock R A, Klopfenstein T J, Shain D H. Effect of protein source and grain type on finishing calf performance and ruminal metabolism *J. Anim. Sci.*1993a; 71: 1047.
6. Zinn R A, Owens F N. Ruminal escape protein for lightweight feedlot calves. *J. Anim. Sci.*1993; 71:1677.

7. Cecava M J, Parker J E. Intestinal supply of amino acids in steers fed ruminally degradable and undegradable crude protein sources alone or in combination. *J. Anim. Sci.* 1993;71: 1596
8. Kerry C M, Amos H E, Froetschel M A. Effects of supplemental protein source on intraruminal fermentation, protein degradation, and amino acids absorption. *J. Dairy Sci.* 1993;76: 514
9. Peterson L A, Hatfield E E, Garrigus U S. Influence of concentration of dietary energy on protein needs of growing-finishing cattle. *J. Anim. Sci.* 1973; 36: 772.
10. Zinn R A. Influence of level and source of dietary fat on its comparative feeding value in finishing diets for steers: Feedlot cattle growth and performance. *J. Anim. Sci.* 1989; 67: 1029.
11. Gramlich S M, Brandt R T Jr, Nagaraja T G, Harmon D L, Towne G. Performance and ruminal microbial adaptation in finishing steers supplemented with increased levels of tallow (Abstract). *J. Anim. Sci.* 1991; 69 (suppl 1): 532
12. Kalczyk J, Orskov E R, Robins n J J, Stewart C S. Effect of fat supplementation on voluntary food intake and rumen metabolism in sheep. *Br.J.Nutr.* 1977; 37: 251.
13. Chalupa W, Rickabaugh B, Kronfeld D S, Sklan D. Rumen fermentation *in vitro* as influenced by long chain fatty acids. *J. Dairy Sci.* 1984; 67: 1439.
14. Jenkins T C, Palmquist D L. Effect of fatty acids or calcium soaps in rumen and total nutrient digestibility of dairy rations. *J. Dairy Sci.* 1984; 67:978.
15. Jenkins T C. Lipid Metabolism in the Rumen. In: Symposium Advances in Ruminant Lipid Metabolism. *J. Dairy Sci.* 1993; 76: 3851
16. Haaland G L, Matsushima J K, Johnson D E, Ward G M. Effect of replacement of corn by protected tallow in a cattle finishing diet on animal performance and composition. *J. Anim. Sci.* 1981; 52: 696.
17. Engstrom D F, Goonewardene L A, Grimson R E, McKinnon P J, Stilborn R p, Volek R. Effects of feeding added protein and fat on feedlot performance and carcass quality in large frame steers. *Can. J. Anim. Sci.* 1994; 74: 547.
18. Steel R G D, Torrie J H. Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach. Singapore. 2a. ed. McGraw-Hill International Book Co. 1981: 234
19. SAS Institute Inc SAS/STAT Guide for personal computers. Version 6 Ed. Cary, NC., USA. 1988.
20. Shain D H, Stock R A, Klopfenstein T J, Huffman R P. Level of ruminal degradable nitrogen in finishing beef cattle diets (Resumen). *J. Anim. Sci.* 1994; 72 (suppl 1) : 239.
21. Rivera U P, Garza F J D. Comportamiento productivo de toretes Brahman alimentados con sorgo, pollinaza y niveles crecientes de harina de carne. Memorias de Asociación mexicana de especialistas en nutrición animal, A. C. Noviembre 1995; 198.
22. Ludden P A, Jones J M, Cecava M J, Hendrix K S. Supplemental protein sources for steers fed corn-based diets: II Growth and estimated metabolizable amino acid supply. *J. Anim. Sci.* 1995; 73: 1476
23. Ngidi M E, Loerch S C, Fluharty F L, Palmquist D L. Effects of calcium soaps of long-chain fatty acids on feedlot performance, carcass characteristics and ruminal metabolism of steers. *J. Anim. Sci.* 1990; 68: 2555.
24. Krehbiel C R, McCoy R A, Stock R A, Klopfenstein T J, Shain D H, Huffman R P. Influence of grain type, tallow level, and tallow feeding system on feedlot cattle performance. *J. Anim. Sci.* 1995; 73: 2921.
25. Zinn R A. Programming feed intake to optimize performance of feedlot cattle. In: Owens F N, Gill D, Lusby K. (eds) Feed Intake Conference Proceedings. Okla. Agr. Exp. Sta. MP-121: 1987:290.
26. Hicks B, Owens F, Gill D. Feed intake by feedlot beef steers: Impact of initial weight and time on feed. In: Owens F N, Gill D, Lusby K. (eds) Feed Intake Conference Proceedings. Okla. Agr. Exp. Sta. MP-121: 1987:238.
27. Coomer J C, Amos H E, Froetschel M A, Ragland K K, Williams C C. Effects of supplemental protein source on ruminal fermentation, protein degradation and amino acid absorption in steers and on growth and feed efficiency in steers and heifers. *J. Anim. Sci.* 1993; 71: 3078.

INCLUSION GRASA O PROTEINA COMPORTAMIENTO TORETES

28. Zinn R A. Comparative feeding value of supplemental fat in finishing diets for feedlot steers supplemented with and without monensin. *J. Anim. Sci.* 1988; 66: 213.
29. National Research Council. The Nutrient requirement of beef cattle. 6th ed. National Academy Press, Washington D.C. 1984: 90.
30. Healy B J, Brandt R T Jr, Eck T P. Combinations of non-protein nitrogen and natural protein affect performance of finishing steers fed flaked corn diets (Resumen). *J. Anim. Sci.* 1995; 73 (suppl 1): 258.
31. Brandt R T Jr, Anderson S J. Supplemental fat source affects feedlot performance and carcass traits of finishing yearling steers and estimated diet net energy value. *J. Anim. Sci.* 1990; 68: 2208.
32. Lofgreen G P, Garrett W N. A system for expressing net energy requirements and feed for growing and finishing cattle. *J. Anim. Sci.* 1968; 27: 793.
33. Braman W L, Hatfield E E, Owens F N, Lewis J M. Protein concentration and sources for finishing ruminants fed high-concentrate diets. *J. Anim. Sci.* 1973; 36: 782.
34. Sindt M H, Stock R A, Klopfenstein T J, Vieselmeyer B.A. Protein sources for finishing calves as affected by management system. *J. Anim. Sci.* 1993a; 71: 740.
35. Huffman R P, Stock R A, Sindt M H, Shain D H. Effect of fat type and forage level on performance of finishing cattle. *J. Anim. Sci.* 1992; 70: 3889.
36. Krehbiel C R, Stock R A, Shain D H, Richards C J, Ham G A, McCoy R A, Klopfenstein T J, Britton R A, Huffman R P. Effect of level and type of fat on subacute acidosis in cattle fed dry-rolled corn finishing diets. *J. Anim. Sci.* 1995; 73: 2438.