

Efecto de la frecuencia de la suplementación y la concentración de proteínas en los suplementos sobre el rendimiento y las características de digestión del ganado de carne que consume forrajes de baja calidad.

J. L. Beaty, R. C. Cochran, B. A. Lintzenich, E. S. Vanzant⁴, J. L. Morrill, R. T. Brandt, Jr. y D. E. Johnson

Departamento de Ciencias e Industria Animal, Universidad Estatal de Kansas, Manhattan 66506

RESUMEN: Tres experimentos evaluaron si los efectos de la frecuencia alterada de la suplementación sobre el uso de forraje y el rendimiento de la vaca dependían de la concentración de PC del suplemento y (o) el tipo de grano cuando se alimentaba a ganado que consumía forrajes de baja calidad. Todos los experimentos incluyeron la frecuencia de la suplementación (diaria = 7x; tres veces a la semana = 3x) como un factor en una disposición factorializada de tratamientos. En Exp. 1 y 2, el segundo factor fue la concentración de PC del suplemento (10, 20, 30 y 40% de PC), alterada al cambiar la proporción de harina de soja a grano de sorgo en los suplementos.

Los suplementos se administraron a 13,9 y 14,1 kg de DWwk para Exp. 1 y 2, respectivamente. En Exp. 3, el segundo factor fue el tipo de grano del suplemento (sorgo o maíz) y los suplementos que contenían 21% de PC se administraron a 14,8 kg de peso seco por semana. En Exp. 1, ocho novillos fistulados ruminalmente (456 kg) consumieron paja de trigo ad libitum. Las vacas de carne preñadas que pastan praderas de pastos altos inactivos se utilizaron en Exp. 2 (475 kg; n = 128) y 3 (504 kg; n = 120). En Exp. 1, la reducción de la frecuencia de suplementación disminuyó ($P < .01$) la ingesta de paja pero aumentó ($P < .03$) la digestión de MS y FDN. A medida que aumentaba la concentración de PC en los suplementos, el DMI de la paja ($P = .06$) aumentó de forma cuadrática, mientras que la digestión de MS y FDN aumentó linealmente ($P < .01$). En Exp. 2, el aumento de la concentración de PC en los suplementos mejoró la capacidad de las vacas para mantener el peso corporal y la condición hasta el parto, con una magnitud

decreciente de diferencia entre los tratamientos a concentraciones más altas de PC ($P < 0,01$). El aumento de la PC en los suplementos alimentados a las madres linealmente ($P = .05$) aumentó el peso al destete de los terneros en Exp. 2. En Exp. 2 y 3, la reducción de la frecuencia de suplementación aumentó ($P < .02$) la pérdida de peso durante el invierno durante el parto. El tipo de grano no afectó significativamente a la mayoría de las variables de rendimiento. En resumen, la respuesta a la frecuencia de la suplementación no dependió de la concentración de PC del suplemento o del tipo de grano. La suplementación diaria maximizó la ingesta de forraje y el rendimiento de la vaca, aunque la magnitud de las diferencias de rendimiento no fue grande.

Palabras clave: ganado vacuno, frecuencia, suplementos, digestibilidad.

Introducción

Se ha demostrado que proporcionar suplementos con concentraciones relativamente altas de PC a rumiantes que consumen forrajes de baja calidad mejora el uso de forrajes y el rendimiento del ganado (McCollum y Galyean, 1985; Guthrie y Wagner, 1988; DelCurto et al., 1990a).

Sin embargo, la suplementación diaria a menudo requiere un compromiso significativo de mano de obra y equipo cuando el ganado se mantiene en condiciones de pastoreo extensivo. Si se puede reducir la frecuencia de la suplementación sin afectar negativamente al rendimiento, se pueden lograr ahorros mediante la reducción de los costos de mano de obra y equipo.

Varios investigadores han informado que los suplementos ricos en proteínas (p. Ej., Harina de semilla de algodón, harina de soja) pueden administrarse con menos frecuencia que a diario sin efectos negativos significativos sobre el rendimiento del ganado (Melton et al., 1960; McIlvain y Shoop, 1962; Wallace, 1988). . Hay menos investigación disponible con respecto al impacto de alterar la frecuencia de alimentación de suplementos que contienen concentraciones de PC de moderadas a bajas (por ejemplo, granos de cereales, mezclas de granos con derivados). La información disponible sugiere que la suplementación menos frecuente ha tenido menos éxito con alimentos que contienen PC baja a moderada que con alimentos ricos en proteínas (Kartchner y Adams, 1982; Wallace, 1988). Además,

No está claro si los granos con diferentes características de digestibilidad (Oltjen et al., 1967) modificarían el efecto de alterar la frecuencia de la suplementación.

El objetivo de estos experimentos fue determinar si la respuesta a la frecuencia de suplementación alterada se vio afectada por la concentración de PC o el tipo de grano en los suplementos alimentados a ganado de carne que consume forrajes de baja calidad.

Materiales y métodos

Experimento 1. Se estratificaron por peso ocho novillos Angus x Hereford fistulados ruminalmente (peso medio = 456 kg) y se asignaron aleatoriamente a tratamientos en un arreglo factorial de 2 x 4, que se llevó a cabo utilizando dos cuadrados latinos de 4 x 4 concurrentes. Los novillos de un cuadrado latino recibieron 1,98 kg de suplemento de DM por día (1x1), mientras que los novillos del otro cuadrado latino recibieron 4,62 kg de suplemento de DM tres veces por semana (3x). Los novillos del tratamiento 3x recibieron suplemento los lunes, miércoles y viernes. Ambos cuadrados recibieron la misma cantidad de suplemento MS semanalmente (13,9 kg). Se evaluaron cuatro tratamientos de suplementación dentro de cada cuadrado latino. Los suplementos contenían grano de sorgo enrollado (SG) y harina de soja (SBM) y se formularon para contener 10, 20, 30, o 40% CP (CP real = 12, 20, 30 o 39%, respectivamente). Los porcentajes (en base a la alimentación) de SG y SBM en cada uno de los suplementos fueron los siguientes: 12% = 100,0% SG, 0% SBM; 20% = 77.2% SG, 22.8% SBM; 30% = 54.0% SG, 46.0% SBM; 39% = 30.4% SG, 69.6% SBM. La paja de trigo (3.1% CP, 82% NDF) fue ofrecido al 150% de la ingesta media anterior de 7 días.

La paja se cortó en trozos grandes y tenía una longitud de partícula promedio de 10 a 20 cm. A las 07:00 cada día, se pesaron los huevos para determinar la ingesta de forraje del día anterior, después de lo cual se administró el suplemento. Inmediatamente después del consumo del suplemento (aproximadamente 25 min), se alimentó con paja de trigo. Los novillos se alojaron en un establo totalmente cerrado en puestos de amarre individuales de 1,2 m x 1,8 m con acceso libre al agua y bloques de sal con minerales traza⁶. La temperatura en el establo promedió aproximadamente 15 ° C durante el experimento, y el patrón de iluminación proporcionó aproximadamente 16 h de luz y 8 h de oscuridad al día. Cada período de los cuadrados latinos estuvo compuesto por 13 d de adaptación, 7 d de medición de ingesta voluntaria, 7 d de recolección fecal total, 2 d de evacuación ruminal y 2 d de períodos de medición de fermentación. Las

evacuaciones ruminales y el muestreo de fluidos se realizaron en los días en que solo se suplementó el grupo 7x y en los días en que se suplementó tanto el grupo 7x como el 3x.

Los novillos fueron equipados con bolsas de recolección fecal para la recolección total de materia fecal. Se vaciaron las bolsas fecales, se pesaron las heces y se recolectaron submuestras (aproximadamente de 600 a 700 g de peso húmedo) a las 06:00 y a las 17:00 diariamente. En cada uno de los 2 días, las evacuaciones ruminales se llevaron a cabo inmediatamente antes de la alimentación (0 h) y 4 h después de la alimentación. El contenido ruminal se pesó, mezcló y muestreó (aproximadamente 500 a 700 g de peso húmedo) por triplicado, y el resto se devolvió al rumen. Las muestras de alimento, heces y digesta ruminal se secaron a 50 ° C en un horno de aire forzado y se almacenaron para análisis posteriores.

En ambos días del período de medición de fermentación ruminal de 2 días, los novillos se dosificaron por pulsos intrarruminal con .97 g de Cr (como Cr: EDTA, Binnerts et al., 1968) en 400 ml de solución para determinar la tasa de dilución del líquido. Las dosis de marcador se administraron justo antes de la alimentación. Cromo: Se inyectó EDTA mediante una jeringa de repetición en varios sitios del rumen. Las muestras de líquido ruminal se extrajeron mediante un colador de succión de varios lugares del rumen antes de la dosificación (0 h) y a las 4, 8, 12 y 24 h después de la dosificación (las muestras de 24 h y 0 h coincidieron al final de la primera perfil de fermentación e inicio del segundo perfil de fermentación). Inmediatamente después del muestreo, se determinó el pH ruminal utilizando un medidor de pH portátil con un electrodo combinado (Orion Research, Boston, MA). Se congeló una muestra de 20 ml de líquido ruminal para el análisis posterior de Cr y se añadió 1 ml a 4 ml de HCl 0,1 N y se congeló para el análisis posterior de amoníaco (NH₃) N.

Las muestras de alimento seco, ort, fecal y digesta ruminal se molieron para pasar una pantalla de 1 mm con un molino de muestras Cyclotec (Tecator, Herndon, VA) y se almacenaron en bolsas de plástico selladas. Las muestras fecales fueron compuestas por novillos para cada período, y las muestras de evacuación ruminal fueron compuestas por tiempo de evacuación dentro del novillo para cada período. Las muestras de pienso y ortiga se combinaron de modo que resultaron dos conjuntos de compuestos. Un conjunto de compuestos incluyó compuestos de alimento y un compuesto de ortas correspondiente a las recolecciones fecales (las muestras de alimento y ort para el período de recolección fecal comenzaron el día antes de la primera recolección fecal y

terminaron el día antes de la última recolección). El otro conjunto de compuestos incluyó compuestos de alimento y un compuesto de ords correspondiente a las evacuaciones ruminales. Estos últimos compuestos se utilizaron para el cálculo posterior del paso de IADF ruminal y consistieron en los recogidos durante los 7 días anteriores a las evacuaciones.

La concentración de MS y Kjeldahl N (solo alimento) en muestras de alimento, ort, fecal y digesta ruminal se determinó mediante procedimientos estándar (AOAC, 1984). Las muestras se analizaron en busca de NDF como describen Van Soest et al. (1991) con la adición de 50 μ l de amilasa (Sigma Chemical, St. Louis, MO) a las muestras del suplemento como coadyuvante de filtración. La ceniza insoluble en solución detergente neutra se restó de los valores de NDF (NDF sin cenizas). Se analizaron muestras de alimento, ortos y digeridos ruminales para determinar el ADF no digerible (con pretratamiento con aciapepsina) como describen Sunvold y Cochran (1991). Las tasas de pasaje ruminal del ADF indigerible se determinaron dividiendo el ADF indigerible consumido por la cantidad de ADF indigerible en el rumen (Waldo y Smith, 1972).

Después de descongelar, las muestras de líquido ruminal se centrifugaron a 39.000 x g durante 20 minutos antes del análisis. Las concentraciones de amoníaco N se determinaron utilizando el método de fenol-hipoclorito descrito por Broderick y Kang (1980). Las concentraciones de cromo en el líquido ruminal se determinaron mediante espectrometría de absorción atómica con una llama de hidrógeno. Los logaritmos naturales de los valores de Cr se retrocedieron contra el tiempo para determinar las tasas de dilución del fluido (Warner y Stacy, 1968).

Todas las variables dependientes fueron analizadas por los procedimientos GLM de SAS (1988). La ingesta, la digestibilidad y la producción fecal se analizaron utilizando un modelo que incluía términos de frecuencia (es decir, cuadrado), novillo dentro de la frecuencia, período, concentración de proteína y frecuencia x concentración de proteína. La dirección dentro de la frecuencia se utilizó como término de error para probar el efecto de frecuencia. El llenado ruminal, el pH y las concentraciones de NH₃ N se analizaron mediante análisis de medidas repetidas en GLM. El modelo incluyó los mismos efectos enumerados anteriormente con la adición de los efectos de tiempo (día y hora de muestreo) y las interacciones asociadas. La respuesta al aumento de la

concentración de PC se caracterizó mediante el cálculo de los contrastes lineal, cuadrático y cúbico.

Experimento 2. Ciento veintiocho vacas de carne preñadas Angus x Hereford se estratificaron por condición corporal, edad y peso. Las vacas se formaron en grupos de ocho según su estratificación y se asignaron aleatoriamente dentro del grupo a los tratamientos en un experimento de suplementación con una disposición factorial de tratamientos de 2 x 4. Los factores eran los mismos que en Exp. 1. Los grupos de ocho (aún estratificados desde los más viejos y pesados hasta los más jóvenes y livianos) fueron luego asignados al azar a cada uno de los cuatro pastos de pradera de pastos altos de 122 ha. Cada tratamiento estuvo igualmente representado dentro de cada pastizal y las vacas pastorearon estos pastos durante todo el experimento. Los suplementos alimentados en este experimento se formularon para contener 10, 20, 30 o 40% de PC (PC real = 12, 21, 31 o 41%, respectivamente). Los suplementos se componían (en base a la alimentación) de SG y SBM: 12% = 100,0% SG, 0% SBM; 21% = 77,2% SG, 22,8% SBM; 31% = 54,0% SG, 46,0% SBM; 41% = 30,4% SG, 69,6% SBM. Los grupos 7x y 3x recibieron 2,01 y 4,69 kg de suplemento DWfeeding, respectivamente. El ganado en el tratamiento 3x se complementó los lunes, miércoles y viernes. Ambos grupos consumieron la misma cantidad de MS semanalmente (14,1 kg). Los suplementos de tratamiento proporcionaron el 33, 58, 86 o 113% del requerimiento de PC para vacas maduras, gestantes y no lactantes (454 a 499 kg) en el último tercio de la gestación (NRC, 1984). Los suplementos proporcionaron EM igual y se administraron desde el 20 de noviembre de 1991 (d 0) hasta el parto (fecha promedio de parto = 4 de marzo de 1992, d 105). Cuando la capa de nieve limitó el acceso al forraje de pastoreo (total de 2 días), se alimentó con 4.5 kg de heno de pradera (tal como se alimentó) / vaca. Las vacas tuvieron acceso ad libitum a una mezcla 50/50 (peso: peso) de sal mineralizada⁷ y fosfato dicálcico durante todo el experimento y recibieron una inyección de vitamina A (1 x 10 UI) al comienzo del experimento. El promedio de peso y condición inicial fue de 475 kg y 5.2 (escala de 1 a 9; Lemenager et al., 1991), respectivamente, y el rango de edad de las vacas fue de aproximadamente 3 a 9 años.

Las vacas se pesaron a los 0, 30, 58, 86 d, parto (promedio = d 105), inicio de la cría (d 166) y destete (d 321) después de reposar durante la noche sin alimento ni agua y se calificaron para la condición corporal (cuerpo condición puntuada en unidades enteras en una escala de 1 a 9; Lemenager et al., 1991) al mismo tiempo por cuatro individuos.

Los terneros se pesaron al nacer y al destete (d 321). Para monitorear la respuesta a la frecuencia de suplementación alterada per se, sin confundir los tratamientos por el proceso de recolección, todas las vacas en cada pastura fueron recolectadas diariamente sin importar el tratamiento. Después de la recolección, las vacas se clasificaron en grupos de tratamiento y se alimentaron en grupo con sus respectivos suplementos. Como resultado, el grupo de tratamiento dentro del pasto se consideró la unidad experimental. En los días en que solo las vacas 7x recibieron suplemento, las vacas 3x se mantuvieron en un corral adyacente mientras que las vacas 7x consumieron sus suplementos. El tiempo de pastoreo se midió con vibracorders (Argo Instruments, Winchester, VA) durante un período de 6 días en enero para un bloque de pasto. Durante este período de medición, las vacas que llevaban los vibracorders (tres vacas / tratamiento) se alimentaron individualmente. El tiempo de pastoreo se estimó a partir de los gráficos de vibracorden descritos por Adams et al. (1986). Después del parto, las vacas se retiraron de los tratamientos de suplementación y se alimentaron con 4,1 kg de alfalfa MS. Cow-l.d-l mientras pastaban en praderas de pastos altos hasta que hubo suficiente pasto verde disponible en la primavera (finales de abril).

Todos los datos, excepto la tasa de embarazo, se analizaron utilizando los procedimientos GLM de SAS (1988). La declaración del modelo incluía términos para los efectos principales de la frecuencia y la concentración de proteínas y su interacción, pasto (es decir, bloque) y la interacción frecuencia x proteína x pasto. La frecuencia, proteína, frecuencia x proteína y pasto se evaluaron utilizando frecuencia x proteína x pasto como término de error. La respuesta al aumento de la concentración de PC se caracterizó mediante el cálculo de los contrastes lineal, cuadrático y cúbico.

La tasa de embarazo se analizó mediante el procedimiento CATMOD de SAS (1988).

Experimento 3. Ciento veinte vacas de carne preñadas Angus x Hereford fueron asignadas a tratamientos en una disposición factorial 2 x 2 de tratamientos de la misma manera que se describe para Exp. 2. Los factores fueron los siguientes: 1) frecuencia de suplementación (diaria = 7x, o tres veces a la semana = 3x) y 2) tipo de grano en el suplemento (maíz o SG). Los suplementos se formularon (como se alimentaron) para contener 20% de PC (real = 21% de PC para ambos suplementos) y consistieron en aproximadamente 74% de grano, 23% de SBM y 3,0% de melaza. Los tratamientos con suplemento 7x y 3x recibieron 2,11 y 4,93 kg de alimentación suplementaria Dw, respectivamente (14,8 kg / semana para ambas frecuencias). El ganado en el tratamiento

3x se complementó los lunes, miércoles y viernes. Los suplementos de tratamiento proporcionaron el 61% del requerimiento de PC para vacas maduras no lactantes (500 kg) en el último tercio de la gestación (NRC, 1984). Cuando el acceso al forraje de pasto estaba limitado por la capa de nieve (un total de 21 días), todas las vacas recibieron 4.5 kg de heno de pradera. El peso corporal inicial promedio y el puntaje de condición fueron 504 kg y 5.4, respectivamente, y el rango de edad de las vacas fue aproximadamente de 3 a 9 años. Los pesos y las puntuaciones de condición se obtuvieron como en Exp. 2 en los días 0, 28, 56 y 84 y en el parto (promedio = día 111).

Las vacas pastaban en los mismos cuatro pastos de pradera de pastos altos que en el Exp. 2. En un intento de permitir la máxima expresión del comportamiento en respuesta a la frecuencia alterada de suplementación, las vacas del tratamiento 7x se asignaron a dos pastos y las vacas del tratamiento 3x a dos pastos. Las vacas que recibieron suplementos a base de maíz y SG estuvieron representadas por igual en cada pastura. Las vacas del tratamiento 7x se recogieron diariamente, mientras que las del tratamiento 3x se recogieron solo los lunes, miércoles y viernes. Después de la recolección, las vacas fueron clasificadas y alimentadas en grupo con el suplemento a base de maíz o SG. Debido a que los suplementos fueron alimentados en grupo, el grupo de tratamiento dentro de un pastizal se consideró la unidad experimental. El área de alimentación estaba ubicada en el centro en la unión de los cuatro pastos. Se demarcó un área dentro de cada pastizal dentro de .40 km del área central de alimentación. La presencia o ausencia de la mayoría del ganado en un pastizal dentro de esta área antes de recolectar el ganado cada mañana se registró diariamente durante el período de suplementación. El tiempo de pastoreo se midió usando vibracorders en tres vacas seleccionadas al azar por tratamiento dentro de cada pasto (es decir, sidpasture) durante dos períodos de medición de 4 días a principios de febrero. Cada período abarcó 2 d cuando todos los grupos fueron suplementados y 2 d cuando solo se suplementaron los grupos 7x. Las vacas equipadas con vibracorders fueron alimentadas individualmente durante los períodos en los que se midió el tiempo de pastoreo.

Los suplementos se administraron en las frecuencias designadas desde el 30 de noviembre de 1992 hasta el 24 de febrero de 1993, cuando las condiciones de tormenta invernal prohibieron la continuación de los regímenes de tratamiento. Durante el período de tormenta invernal (aproximadamente 4 días), no fue factible recolectar ganado o alimentar los suplementos en el pasto debido a los fuertes vientos y la fuerte

capa de nieve. Como resultado, todas las vacas fueron cambiadas a un programa de alimentación con heno y recibieron 9,1 kg de heno de alfalfa cow-l.d-l (como alimentadas) durante este período. Aunque los tratamientos de frecuencia no se reiniciaron durante el período desde la tormenta de invierno hasta el parto (tiempo promedio = 17 días), las vacas continuaron recibiendo la asignación de 7x de su respectivo suplemento a base de granos hasta el parto. Después del parto, todas las vacas pastorearon praderas de pasto alto y recibieron 4.1 kg de hierba seca de alfalfa hasta que estuvo disponible suficiente pasto verde en la primavera (finales de abril).

El peso corporal de la vaca y el cambio de condición y los datos del peso al nacer de los terneros se analizaron con un análisis de varianza de parcelas divididas utilizando los procedimientos GLM de SAS (1988). La frecuencia de suplementación fue el factor de la parcela completa, mientras que el tipo de grano y la interacción entre el tipo de grano y la frecuencia estuvieron en la subparcela. El pasto dentro de la frecuencia sirvió como término de error para la frecuencia, y el pasto dentro del tipo de grano x término de frecuencia sirvió como término de error para el tipo de grano y el tipo de grano x efectos de frecuencia. El análisis del tiempo de pastoreo se realizó utilizando un modelo similar con la adición del componente de tiempo (es decir, período). La frecuencia con la que la mayoría de los bovinos estaban presentes en las proximidades del área de alimentación se analizó con los procedimientos CATMOD @ de SAS (SAS, 1988).

Resultados

Experimento 1. No se detectaron interacciones ($P > .20$) entre la frecuencia de suplementación y la concentración de PC en los suplementos para la ingesta, la digestibilidad de la MS y la tasa de dilución del líquido. Se detectaron tendencias ($P > .05$) para las interacciones de concentración de CP x frecuencia para la digestión de NDF y la tasa de paso de IADF, principalmente debido a una variación menor en la magnitud de las diferencias entre los tratamientos. Debido a que la magnitud de tales diferencias no fue grande y las direcciones de los efectos del tratamiento fueron similares, se presentan comparaciones de efectos principales para la digestión de NDF y el paso de IADF. La ingesta de paja de trigo tendió ($P = .06$) a aumentar de forma cuadrática con el aumento de la concentración de PC en el suplemento (Cuadro 1); Se observó una ingesta máxima para el grupo que recibió el suplemento del 30%. La suplementación diaria del ganado en comparación con la suplementación 3x también aumentó ($P < 0,01$) la ingesta de paja. Debido a que todos los novillos recibieron la misma cantidad de suplemento

semanalmente, la ingesta total siguió estos mismos patrones. La digestibilidad total de la DM en el tracto aumentó linealmente ($P < .01$) con el aumento de la concentración de PC en el suplemento y con el triple de suplementación ($P < .01$). El producto de la digestibilidad de la DM y el DMI total, DMI digestible, aumentó cuadráticamente ($P = .01$) con una mayor concentración de CP del suplemento y fue mayor con la suplementación 7x que con 3x ($P = .03$). Se observó el valor máximo de DMI digestible para el grupo que recibió el suplemento que contenía 30% de PC. La digestibilidad de NDF libre de cenizas respondió linealmente ($P = .02$) para complementar la concentración de PC y aumentó ($P = .03$) con la suplementación 3x. El paso de ADF no digerible (IADF) también tendió a aumentar linealmente en respuesta al aumento de PC en los suplementos ($P = .07$) y en respuesta a la suplementación diaria ($P = .17$). La tasa de dilución del líquido no se vio afectada ni por la concentración de proteína en el suplemento ni por la frecuencia de la suplementación y promedió 6.6% k.

Aunque la concentración de PC y la concentración de PC x frecuencia de los efectos de la suplementación no se detectaron para el pH ruminal ($P \geq .75$), el día x hora de muestreo x frecuencia de la interacción de la suplementación fue significativa (Figura 1). En general, el pH ruminal en los novillos suplementados al 3% se mantuvo más alto durante todo el día en aquellos días en los que sólo se suplementó el grupo 7x. En contraste, en los días en que ambos grupos fueron suplementados, el pH ruminal de los novillos suplementados 3x disminuyó por debajo del de los novillos 7x a las 4, 8, 12 y 24 h después de la alimentación.

La concentración de NH_3N ruminal mostró un día x hora de muestreo x concentración de CP x frecuencia de interacción de la suplementación ($P < .01$; Figura 2). Cuando solo se suplementaron 7x novillos, la concentración de NH_3N generalmente fue mayor al aumentar la concentración de CP en el suplemento. En este día, 7x novillos mostraron un pico en NH_3N ruminal aproximadamente 4 h después de la alimentación, mientras que 3x novillos mostraron concentraciones decrecientes de NH_3N ruminal a lo largo del día. En los días en que todos los novillos recibieron suplementos, el NH_3N ruminal de los novillos suplementados 3x alcanzó su punto máximo en concentraciones más altas que los de los novillos suplementados 7x que consumieron suplementos con la misma concentración de PC. Las concentraciones ruminales de NH_3N para novillos que consumieron 30 y 39% de suplemento de PC también alcanzaron su punto máximo más

tarde y disminuyeron más lentamente para los novillos suplementados 3x que para los novillos suplementados 7x.

Cuadro 1. Influencia de la concentración de proteínas en los suplementos y la frecuencia de los mismos en la ingesta, la digestibilidad y la tasa de pasaje en novillos de vacuno alimentados con paja de trigo para consumo ad libitum (Exp. 1)

Item	Protein concentration ^a					Contrast ^b			Frequency ^c		SEM	P-value
	12%	20%	30%	39%	SEM	L	Q	C	7x	3x		
Straw DMI, % BW	1.20	1.30	1.38	1.32	.041	.03	.06	.59	1.42	1.18	.041	< .01
Total DMI, % BW	1.63	1.73	1.82	1.76	.041	.03	.06	.59	1.85	1.63	.042	< .01
Total DM digestibility, %	48.7	50.3	54.1	54.5	.80	< .01	.33	.19	49.6	54.2	.73	< .01
Digestible DMI, kg/d	3.6	4.0	4.5	4.3	.10	< .01	.01	.14	4.3	3.9	.09	.03
NDF digestibility, % ^d	50.7	52.9	54.0	53.4	.81	.02	.10	.99	51.1	54.4	.84	.03
IADF passage, %/h ^e	1.95	2.14	2.11	2.15	.065	.07	.22	.33	2.25	1.93	.140	.17
Liquid dilution, %/h	6.54	6.81	6.99	6.14	.443	.61	.22	.67	6.93	6.32	.428	.35

a Concentración real de proteína del suplemento.

b L = lineal, Q = cuadrático, C = cúbico.

c Frecuencia de suplementación: 7x = diaria; 3x = tres veces por semana.

d NDF sin cenizas.

e ADF indigerible.

Figura 1. Influencia de la frecuencia de suplementación de novillos de carne alimentados con cantidades ilimitadas de paja de trigo sobre el pH ruminal. Error estándar de la media = .18 (Exp. 1).

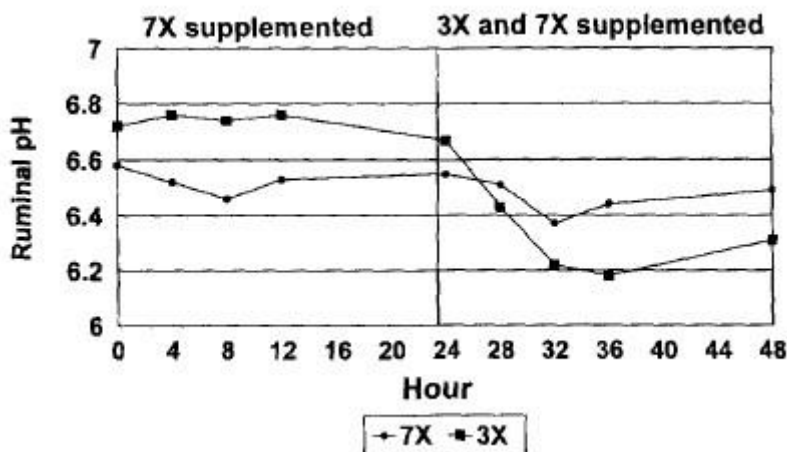
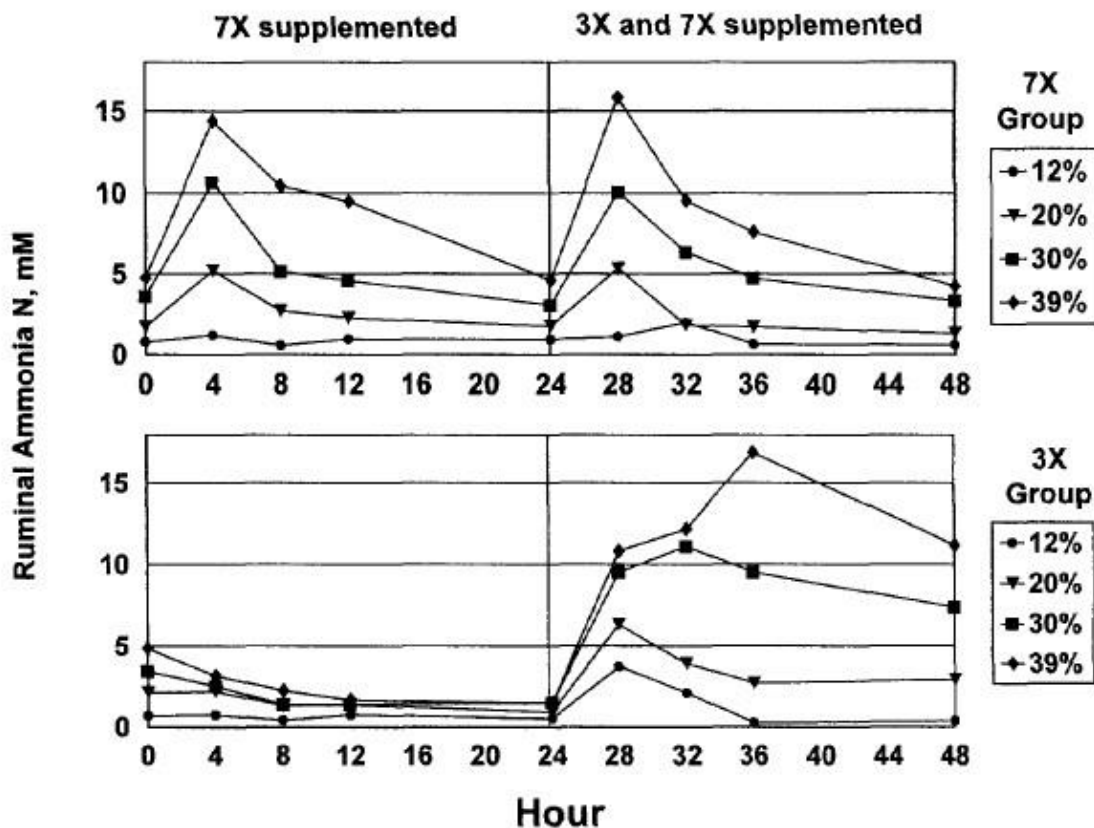


Figura 2. Influencia de la concentración de proteínas en los suplementos y frecuencia de la suplementación de los novillos alimentados con cantidades ilimitadas de paja de trigo sobre las concentraciones ruminales de NH₃ N. Error estándar de la media = 1,74 (Exp. 1).



Experimento 2. No se detectaron interacciones proteína x frecuencia de suplementación (P 2 .15) para las características medidas. El día promedio de parto fue similar (P 2 .58) entre los tratamientos; el promedio de todos los grupos cayó el 4 de marzo de 1992 (d 105). El cambio de peso corporal acumulado (Tabla 2) al parto y en los períodos anteriores al parto respondió al aumento de la concentración de proteínas en los suplementos de forma cuadrática (P <.01). Generalmente, la pérdida de peso fue mayor para el grupo que recibió el suplemento con 12% de PC y se redujo a medida que aumentaba la concentración de PC en el suplemento, aunque la magnitud de la diferencia entre los tratamientos se redujo a las concentraciones más altas de PC. Cambio de condición corporal (Tabla 31) respondió de manera similar (P 5, 041). Durante el período desde el parto hasta el comienzo de la reproducción (d 1661), existió una respuesta cuadrática (P 5 .04) para el peso y la condición. Sin embargo, el patrón de respuesta fue revirtió, y el grupo previamente alimentado con el suplemento de PC más bajo aumentó más en peso corporal y condición. Continuó existiendo una tendencia (P

C. .09) a mayores ganancias de peso y condición proporcionales por parte de las vacas que habían recibido suplementos con concentraciones más bajas de PC en el período desde la cría hasta el destete (d 3211, lo que resultó en cambios acumulativos de peso y condición similares ($P = 2.27$) entre los tratamientos al destete.

El efecto de la frecuencia de la suplementación sobre el peso corporal y los cambios en la condición fue menos pronunciado que el efecto de las proteínas. La pérdida de peso acumulada durante el parto fue menor ($P < .01$) para las vacas que fueron suplementadas diariamente. La pérdida de condición corporal también tendió ($P = .10$) a ser menor para el grupo 7x. Durante el período desde el parto hasta el comienzo de la temporada de reproducción, se evidenció una tendencia débil ($P = .18$) de aumento de peso en el grupo de 3x. Los cambios acumulados en el peso ($P = .52$) y la condición ($P = .83$) fueron similares al destete para las vacas previamente suplementadas en diferentes frecuencias.

Las tendencias fueron evidentes para que el peso al nacer (lineal, $P = .16$; cuadrático, $P = .14$) y la ADG ($P = .09$) de los terneros aumentaran un poco con el aumento de la PC en los suplementos alimentados a sus madres antes del parto (Tabla 4). . Como resultado, el peso al destete de los terneros aumentó ($P = .05$) en respuesta al aumento de la concentración de proteínas en los suplementos alimentados a las vacas. Por el contrario, la frecuencia de la suplementación no alteró ($P = 2.71$) el rendimiento de la pantorrilla. Ni la concentración de proteínas en los suplementos ni la frecuencia de los mismos alteraron significativamente el tiempo de pastoreo o la tasa de preñez. Sin embargo, el intervalo entre partos tendió ($P = .13$) a responder cuadráticamente al aumento de la concentración de PC en los suplementos alimentados a las vacas durante el período invernal. El grupo alimentado con el suplemento que contenía 12% de PC tuvo el intervalo de parto más largo.

Cuadro 2. Influencia de la concentración de proteínas en los suplementos y la frecuencia de los mismos en los cambios de peso acumulativos y de período en vacas para carne que pastan praderas de pastos altos inactivos (Exp. 2)

Item	Protein concentration ^a				SEM	Contrast ^b			Frequency ^c		SEM	P-value
	12%	21%	31%	41%		L	Q	C	7×	3×		
Initial wt, kg	478.3	475.7	474.9	472.3	6.91	.55	.99	.90	472.2	478.5	4.89	.38
Cumulative wt change, kg												
Days 1-30	-20.3	2.6	14.7	17.5	2.09	< .01	< .01	.63	5.9	1.3	1.48	.04
Days 1-58	-45.3	-7.3	7.3	9.3	2.89	< .01	< .01	.23	-6.6	-11.4	2.04	.12
Days 1-86	-63.9	-13.1	6.0	17.0	3.34	< .01	< .01	.06	-10.1	-16.9	2.36	.05
Days 1-105 ^d	-129.5	-84.4	-60.2	-51.8	3.05	< .01	< .01	.43	-75.3	-87.6	2.16	< .01
Days 1-166 ^e	-96.2	-77.8	-82.0	-65.8	9.07	.04	.90	.29	-80.8	-80.1	6.42	.94
Days 1-321 ^f	3.4	11.1	10.7	9.3	4.05	.37	.27	.67	10.0	7.3	2.86	.52
Period wt change, kg												
Days 1-30	-20.3	2.6	14.7	17.5	2.09	< .01	< .01	.63	5.9	1.3	1.48	.04
Days 30-58	-25.0	-10.0	-7.4	-8.2	2.82	< .01	< .01	.38	-12.6	-12.7	2.00	.98
Days 58-86	-18.0	-6.0	-1.3	7.7	2.58	< .01	.48	.28	-3.1	-5.6	1.82	.35
Days 86-105	-66.3	-70.1	-66.2	-68.8	2.68	.78	.83	.25	-65.6	-70.1	1.89	.10
Days 105-166	33.9	5.9	-21.9	-14.0	8.79	< .01	.04	.45	-5.2	7.2	6.21	.18
Days 166-321	99.6	88.9	92.8	75.1	8.67	.09	.70	.36	90.8	87.4	6.13	.70

a Concentración real de proteínas en los suplementos administrados.

b L = lineal, Q = cuadrático, C = cúbico.

c Frecuencia de suplementación: 7x = diaria; 3x = tres veces por semana.

d Fecha promedio de parto = d 105.

e Inicio de la temporada de reproducción d 166.

f Fecha de destete = d 321.

Cuadro 3. Influencia de la concentración de proteínas en los suplementos y la frecuencia de los suplementos sobre los cambios acumulativos y de período en la condición corporal en las vacas de carne que pastan en praderas inactivas de tallgrass (Exp. 2)

Item	Protein concentration ^b				SEM	Contrast ^c			Frequency ^d		SEM	P-value
	12%	21%	31%	41%		L	Q	C	7×	3×		
Initial body condition	5.2	5.1	5.2	5.3	.07	.46	.45	.71	5.2	5.2	.06	.77
Cumulative body condition change												
Days 1-30	-.17	.06	.13	.10	.061	< .01	.04	.73	-.01	.07	.043	.17
Days 1-58	-.63	-.03	.09	.20	.069	< .01	< .01	.11	-.09	-.10	.049	.87
Days 1-86	-1.16	-.44	-.25	.02	.089	< .01	.01	.10	-.42	-.50	.063	.36
Days 1-105 ^e	-1.97	-1.06	-.78	-.56	.086	< .01	< .01	.10	-1.02	-1.17	.061	.10
Days 1-166 ^f	-1.29	-.81	-.69	-.51	.087	< .01	.09	.23	-.79	-.86	.062	.47
Days 1-321 ^g	.02	.04	.06	.03	.076	.90	.70	.94	.03	.04	.054	.83
Period body condition change												
Days 1-30	-.17	.06	.13	.10	.061	< .01	.04	.73	-.01	.07	.043	.17
Days 30-58	-.45	-.09	-.04	.09	.047	< .01	.02	.06	-.07	-.17	.033	.05
Days 58-86	-.51	-.40	-.34	.18	.057	< .01	.63	.54	-.32	-.40	.040	.16
Days 86-105	-.83	-.63	-.53	-.58	.080	.03	.13	.92	-.61	-.67	.056	.45
Days 105-166	.70	.26	.08	.05	.081	< .01	.02	.62	.24	.31	.057	.36
Days 166-321	1.30	.85	.75	.53	.072	< .01	.09	.12	.82	.90	.051	.27

- a Condición corporal puntuada en una escala del 1 al 9. 1 = demacrado y 9 = extremadamente obeso.
 b Concentración real de proteínas en los suplementos administrados.
 c L = lineal, Q = cuadrática, C = cúbica.
 d Frecuencia de suplementación: 7x = diaria; 3x = tres veces por semana.
 e Fecha promedio de parto = d 105.
 f Inicio de la temporada de reproducción = d 166.
 Fecha de destete = d 321.

Cuadro 4. Influencia de la concentración de proteína en los suplementos y frecuencia de la suplementación de las vacas para carne que pastan praderas de pastos altos inactivos sobre el tiempo de pastoreo, las variables reproductivas y las variables de los becerros (Exp. 2)

Item	Protein concentration ^a				SEM	Contrast ^b			Frequency ^c		SEM	P-value
	12%	21%	31%	41%		L	Q	C	7x	3x		
Grazing time, h	7.2	6.6	7.4	6.3	.59	.47	.66	.22	6.8	7.0	.42	.75
Pregnancy rate, % ^d	90.3	96.7	93.8	100.0	—	—	—	—	95.2	95.2	—	—
Calving interval, d ^e	372	359	367	367	4.1	.63	.13	.16	369	363	2.9	.23
Calf BRW, kg ^f	33.7	35.9	36.6	35.7	1.01	.16	.14	.98	35.3	35.7	.72	.71
Calf ADG, kg	.90	.93	.94	.96	.02	.09	.61	.85	.93	.93	.02	.82
Calf WW, kg ^g	223.1	229.4	236.8	237.7	5.62	.05	.60	.79	232.4	231.1	3.98	.83

- a Concentración real de proteínas en los suplementos administrados.
 b L = lineal, Q = cuadrático, C = cúbico.
 C Frecuencia de suplementación: 7x = diaria; 3x = tres veces por semana.
 d El análisis de chi-cuadrado no indicó diferencias significativas debido a los efectos principales.
 e Calculado restando la fecha real del parto de la fecha del parto durante el año siguiente.
 f BRW = peso al nacer.
 WW = peso al destete.

Experimento 3. No se detectaron interacciones de tipo de grano x frecuencia de suplementación (P 2 .24) para las características medidas. La fecha promedio de parto fue similar (P 2 .34) entre los tratamientos; el promedio de todos los grupos cayó el 16 de marzo de 1993 (d 111). La fecha promedio de parto fue posterior a la calculada a partir del intervalo de parto en Exp. 2 debido a la adición de vacas de reemplazo al hato en el otoño de 1992. El peso corporal acumulado (Tabla 5) y los cambios de condición (Tabla 6) durante el parto no fueron alterados significativamente por el tipo de grano usado en el suplemento. Sin embargo, se produjo una tendencia (P = .07) de una leve mejora en la condición al parto en el grupo alimentado con el suplemento a base de maíz. Como se señaló en Exp. 2, la suplementación menos frecuente aumentó ligeramente (P = .02) la pérdida de peso acumulada exhibida por las vacas al parir. Aunque el cambio de condición corporal mostró un patrón de respuesta similar, el efecto no fue estadísticamente significativo. El peso al nacer de los terneros tendió (P = .17) a ser mayor cuando la madre recibió un suplemento a base de maíz (datos no mostrados; 38.4 vs 36.7

* .6 kg para maíz y SG, respectivamente). Por el contrario, la frecuencia de la suplementación no afectó ($P = 0,68$) el peso al nacer. Aunque la frecuencia de la suplementación interactuó con el día en que se midió el tiempo de pastoreo, el efecto fue en gran parte sobre la magnitud de la diferencia que existía en diferentes días. Como resultado, las respuestas al tratamiento se promediaron a lo largo de los días. En general, la reducción de la frecuencia de suplementación tendió ($P = .08$) a disminuir el tiempo dedicado al pastoreo (datos no mostrados; 7.0 vs 5.5 5.31 Wd para los grupos 7x y 3x, respectivamente). Además, las vacas que fueron suplementadas tres veces por semana tenían más probabilidades de encontrarse en las proximidades del área de alimentación antes del período de suplementación matutina (datos no mostrados; $P < .01$; 18,1 vs 37,5% para los grupos 7x y 3x, respectivamente).

Cuadro 5. Influencia de la frecuencia de la suplementación y el tipo de grano en el suplemento sobre los cambios de peso acumulados y durante el período en vacas para carne que pastan praderas de pastos altos inactivos (Exp. 3)

Item	Grain type				Frequency ^a			
	Corn	Sorghum grain	SEM	P-value	7x	3x	SEM	P-value
Initial wt, kg	504.4	504.2	5.16	.97	504.8	503.8	.44	.23
Cumulative wt change, kg								
Days 1-28	-17.8	-20.1	1.50	.39	-20.3	-17.6	2.67	.55
Days 1-56	-16.1	-19.1	1.12	.20	-12.1	-23.1	2.68	.10
Days 1-84	-19.8	-25.5	3.36	.36	-13.7	-31.6	1.05	< .01
Days 1-111	-81.8	-86.1	2.15	.30	-79.2	-88.7	1.83	.02
Period wt change, kg								
Days 1-28	-17.8	-20.1	1.50	.39	-20.3	-17.6	2.67	.55
Days 28-56	1.7	1.0	1.07	.71	8.2	-5.5	1.82	.03
Days 56-84	-3.8	-5.8	2.25	.58	-1.6	-8.0	2.80	.25
Days 84-111	-62.9	-61.7	2.15	.73	-66.8	-55.8	1.68	.06

a Frecuencia de suplementación: 7x = diaria; 3x = tres veces por semana.

Cuadro 6. Influencia de la frecuencia de la suplementación y el tipo de grano en el suplemento sobre los cambios acumulativos y de período en la condición corporal en las vacas de carne que pastan praderas inactivas de tallgrass (Exp. 3)

Item	Grain type				Frequency ^b			
	Corn	Sorghum grain	SEM	P-value	7x	3x	SEM	P-value
Initial body condition	5.4	5.4	.01	.81	5.4	5.4	.003	.10
Cumulative body condition change								
Days 1-28	-.10	-.21	.041	.20	-.11	-.21	.008	.01
Days 1-56	-.36	-.50	.037	.12	-.40	-.46	.011	.08
Days 1-84	-.75	-.91	.059	.18	-.85	-.81	.040	.49
Days 1-111	-1.11	-1.26	.031	.07	-1.16	-1.21	.044	.47
Period body condition change								
Days 1-28	-.10	-.21	.041	.20	-.11	-.21	.008	.01
Days 28-56	-.26	-.29	.031	.58	-.29	-.25	.019	.22
Days 56-84	-.39	-.43	.024	.41	-.46	-.36	.048	.26
Days 84-111	-.36	-.37	.025	.94	-.31	-.42	.020	.06

a Condición corporal puntuada en una escala del 1 al 9. 1 = demacrado y 9 = extremadamente obeso.

b Frecuencia de la suplementación: 7x = diaria; 3x = tres veces por semana.

Discusión

Experimento 1. El aumento cuadrático en la ingesta de paja de trigo con una mayor concentración de PC en los suplementos (valor máximo para el suplemento que contiene 30% de PC) coincide con los resultados de DelCurto et al. (1990b), quienes informaron una respuesta similar cuando se administraron suplementos con PC creciente a ganado que consumía forraje de pradera de pasto alto de baja calidad. Church y Santos (1981) observaron una respuesta similar para la ingesta de paja de trigo por parte del ganado cuando se suministró SBM suplementado en dosis de 0, 1, 2, 3 y 4 g de PC / kg de peso corporal. 75. Scott y Hibberd (1990) informaron de un aumento cuadrático en la ingesta de heno de pasto nativo (4% PC) en respuesta a la provisión de mayores cantidades de proteína degradable ruminalmente. Las mejoras observadas en la digestión de la fibra y el paso de fibra no digerible en nuestro estudio, así como la mejora potencial del flujo de proteínas al intestino delgado (Hannah et al., 1991), probablemente estén relacionadas positivamente con la capacidad de mantener un mayor nivel de ingesta con aumentando el CP suplementario. Además, el aumento del relleno reticular informado por DelCurto et al. (1990b) y Hannah et al. (1991) en condiciones similares puede haber sido un factor que contribuyó al aumento de la ingesta. La disminución en la ingesta asociada con la suplementación 3x puede relacionarse con las respuestas provocadas por la gran cantidad de suplemento consumido en la alimentación. Al menos un efecto de este

tratamiento que podría afectar la ingesta fue la tendencia a una tasa más lenta de paso de IADF en el grupo de 3x.

El aumento lineal en la digestibilidad de la MS en respuesta al aumento de la concentración de CP del suplemento concuerda con los resultados de Guthrie y Wagner (1988), quienes reportaron un aumento en la digestibilidad de la MS con un alto nivel de suplementación proteica (.14% BW; 34% CP) vs un nivel bajo de suplementación proteica (.08% BW; 32% PC) o un suplemento de granos (.29% BW; 13% PC) que proporcionaba aproximadamente la misma cantidad de PC que el suplemento bajo en proteínas. Horn y McCollum (1987) informaron que, aunque los rumiantes El consumo de forrajes de baja calidad puede ser deficiente en energía, típicamente el nutriente que primero limita la fermentación microbiana ruminal es $\text{NH}_3\text{-N}$. La proteína proporcionada en estos suplementos probablemente alivió una deficiencia de $\text{NH}_3\text{-N}$ y por lo tanto promovió aumentos en la digestibilidad de la MS. Church y Santos (1981) reportaron un aumento en la digestión de MS cuando se administró al menos 1 g de CP/kg BW.75 como SBM a novillos que consumían paja de trigo en comparación con novillos sin suplementar. Los resultados de este estudio también concuerdan con el trabajo de DelCurto et al. Alabama. (1990b) y Scott y Hibberd (1990), quienes informaron aumentos en la digestibilidad del forraje de pradera de pasto alto asociado con un mayor suministro de proteína al rumen. La suplementación 3x resultó en una mejor digestibilidad de MS y FDN en comparación con la suplementación 7x, que puede haber sido una función del hecho de que la ingesta fue menor y el paso tendió a ser más lento en novillos 3x. Las disminuciones en la digestibilidad del NDF asociadas con el suplemento de PC al 12% están de acuerdo con trabajos previos de Chase y Hibberd (1987) y DelCurto et al. (1990b), quienes informaron disminuciones similares en la digestibilidad de la fibra del forraje asociadas con los suplementos a base de granos que contenían una gran proporción de almidón en relación con las proteínas. Según las respuestas observadas en este estudio y en trabajos anteriores, reducir la concentración de almidón per se y (o) aumentar la cantidad de almidón La proteína relativa al almidón en los suplementos aparentemente juega un papel importante en la limitación o superación de los efectos potencialmente negativos del almidón en la digestión de fibra en forrajes de baja calidad.

Las tasas de aprobación de IADF observadas en este estudio concuerdan con el patrón de respuesta a la suplementación visto en investigaciones anteriores (DelCurto et al.,

1990b; Hannah et al., 1991; Sunvold et al., 1991). Además, el trabajo de McCollum y Galyean (1985) y Caton et al. (1988) documentaron un mayor paso de marcadores del rumen en respuesta a la suplementación proteica de forrajes de baja calidad.

Los valores del pH ruminal en este estudio cayeron dentro del rango considerado adecuado para la digestión de la fibra (Yokoyama y Johnson, 1988). Sin embargo, es interesante notar que el pH ruminal permaneció más alto en novillos 3x que en novillos 7x en los días en que no se suplementó a los novillos 3x. Esta observación no concuerda con el trabajo de Kartchner y Adams (1982) en el que la suplementación de maíz en días alternos al ganado en pastoreo resultó en un pH consistentemente más bajo (independientemente del día de medición) que la suplementación diaria. Sin embargo, en los días en que se complementó el grupo 3x, el pH ruminal cayó por debajo del de los novillos 7x. Esta observación coincide con las respuestas informadas por Kartchner y Adams (1982). Posiblemente la observación más sorprendente con respecto al pH ruminal es que los valores se mantuvieron por encima de 6 incluso en los días en que los grupos de 3x recibieron su gran cantidad de suplementos. Esto implica que pudieron mantener un ambiente de digestión deseable a pesar del consumo infrecuente de suplementos.

Uno de los beneficios frecuentemente reportados de suministrar proteínas suplementarias a los rumiantes que consumen forrajes de baja calidad es un mejor estado de N ruminal (McCollum y Galyean 1985; DelCurto et al., 1990b; Scott y Hibberd, 1990). De hecho, las concentraciones ruminales de NH_3N en nuestro estudio aumentaron constantemente en respuesta al aumento de la concentración de CP en el suplemento. Judkins y col. (1991) informaron que el patrón de cambio en las concentraciones ruminales de NH_3N a lo largo del tiempo dependía del tiempo de suplementación con harina de semilla de algodón. La interacción observada para las concentraciones de NH_3N en nuestro estudio concuerda con esta observación. La forma en que la proteína interactuó con la frecuencia de la alimentación y las funciones de tiempo indica que, particularmente para los novillos que recibieron suplementos ricos en proteínas, los novillos pudieron mantener valores de NH_3N algo elevados incluso en los días en que no recibieron suplementos. Es importante señalar que el perfil de fermentación se realizó por primera vez un domingo; por lo tanto, la concentración de 24 h se midió el lunes por la mañana en cada período. Este tiempo de muestreo cayó 72 h después del último evento de suplementación para el grupo 3x y, por lo tanto, debería haber reflejado la

concentración más baja alcanzada durante la semana para este tratamiento. Con base en las concentraciones de $\text{NH}_3\text{ N}$ observadas durante el período de muestreo de 48 h, las concentraciones de $\text{NH}_3\text{ N}$ para los días restantes en los que los novillos 3x no fueron suplementados (martes, jueves y sábados) probablemente habrían caído en el rango de .4 a .7 mM, 2,1 a 2,9 mM, 3,4 a 7,4 mM y 4,8 a 11,1 mM para los grupos 3x que recibieron los suplementos al 12, 20, 30 y 39%, respectivamente. Las concentraciones ruminales de $\text{NH}_3\text{ N}$ de menos de 1 a 2 mM son comunes en el ganado que consume forraje de pradera de pasto alto (Hannah et al., 1991; Sunvold et al., 1991; Vanzant et al., 1991). Por lo tanto, se esperaría que la capacidad de los novillos 3x (particularmente aquellos alimentados con suplementos de PC alta) para mantener niveles algo elevados de $\text{NH}_3\text{ N}$ incluso en los días en que no recibieron suplementos ayude a su capacidad para mantener la digestión de la fibra.

Experimentos 2 y 3. Se han documentado ampliamente los beneficios para el rendimiento animal que acompañan a la suplementación proteica de forrajes de baja calidad (Clanton y Zimmerman, 1970; Kartchner, 1980; DelCurto et al., 1990a). Además, varios ensayos de investigación han demostrado que los suplementos ricos en proteínas pueden administrarse con menos frecuencia que a diario sin efectos negativos significativos sobre el rendimiento del ganado (Melton et al., 1960; McIlvain y Shoop, 1962; Wallace, 1988). Los resultados de nuestro estudio apoyan estas observaciones, porque las vacas que recibieron suplementos con concentraciones relativamente altas de PC (31% y 41% de PC) mostraron solo efectos negativos leves sobre la capacidad de mantener el peso y la condición cuando se les suplementó 3 veces por semana. Sin embargo, Kartchner y Adams (1982) y Wallace (1988) informaron reducciones del rendimiento en respuesta a la frecuencia reducida de la suplementación cuando se administraron suplementos que contenían concentraciones relativamente bajas de PC (<10%). En conjunto, estas observaciones sugieren que la capacidad de alimentar suplementos con poca frecuencia puede depender de las características del suplemento (por ejemplo, concentración de proteínas, contenido de almidón, etc.). Sin embargo, tal interacción no se observó en nuestro estudio. Por el contrario, las vacas suplementadas 3 veces perdieron un poco más de condición corporal y peso durante el parto que las vacas suplementadas 7 veces, independientemente de la concentración de proteínas en el suplemento.

La falta de interacción entre la frecuencia de la suplementación y la concentración de PC del suplemento fue algo sorprendente y es difícil de conciliar con los informes de Kartchner y Adams (1982) y Wallace (1988). Una diferencia en estos ensayos fue la fuente de grano utilizada en los suplementos. En Exp. 2, se utilizó SG enrollado como fuente de grano, mientras que en los estudios de Kartchner y Adams (1982) y Wallace (1988) se utilizaron suplementos a base de maíz. Debido a que el maíz generalmente tiene una mayor digestión de almidón ruminal que SG (Theurer, 19861, pensamos que era posible que los suplementos basados en maíz o SG provocarían diferentes respuestas con una frecuencia alterada de la suplementación. Sin embargo, en el Exp. 3, la respuesta a diferentes frecuencias de suplementación no depende del grano basal usado en el suplemento. Sin embargo, la respuesta a la frecuencia de la suplementación fue muy similar a la observada en el Exp. 2. Cuando se analizó en los Exp. 2 y 3, los cambios en el peso y la condición de la vaca indicaron que la la suplementación produjo solo efectos levemente negativos en el rendimiento y esa respuesta a la frecuencia alterada de la suplementación fue similar independientemente del tipo de suplemento a base de cereales alimentado. Sin embargo, se debe tener precaución al intentar extrapolar estos datos a niveles de alimentación significativamente más altos y a suplementos ricos en fibra , como heno de leguminosas de alta calidad. Dependiendo del nivel alimentado, relleno adicional contribuido por alto contenido de fibra los suplementos pueden alterar la respuesta a diferentes frecuencias de suplementación.

Una mayor capacidad para mantener el peso corporal y la condición en vacas en gestación con CP suplementario en aumento se relaciona, al menos en parte, con la provisión de aminoácidos a la madre y al feto en desarrollo. Además, DelCurto et al. (1990a) sugirió que, debido al aumento de la demanda fetal de glucosa durante las etapas finales de la gestación, la alimentación con suplementos ricos en proteínas también puede evitar la movilización del tejido materno mediante la provisión de precursores gluconeogénicos. El aumento de precursores gluconeogénicos podría presentarse en forma de aumento de proteína que fluye y se digiere en el intestino delgado (Hannah et al., 1991) o mediante un aumento de propionato en los productos finales de la fermentación ruminal (McCollum y Galyean, 1985; DelCurto et al., 1990a) . Esta serie de eventos estaría de acuerdo con el trabajo de Lee et al. (19871, quien informó aumentos en las concentraciones de glucosa plasmática en respuesta a la suplementación con proteínas para novillos que consumen heno de pasto de baja calidad. Además, la tendencia de aumento en el peso al nacer apoya el concepto de que el aumento de la

concentración de CP del suplemento mejoró el suministro de aminoácidos y) precursores glucogénicos para el crecimiento y el metabolismo fetal.

La tendencia de las diferencias en la ADG de becerros en Exp. 2 puede deberse a una producción de leche alterada entre los tratamientos. Las diferencias observadas en el peso y la condición posparto (es decir, más pérdida para las vacas que habían recibido mayores suplementos de proteínas) parecían corroborar una mayor demanda de nutrientes en apoyo de una mayor lactancia.

Aunque el análisis de chi-cuadrado no detectó diferencias estadísticas en la tasa de embarazo de la concentración de proteína en el suplemento, la magnitud de las diferencias merece consideración. El pequeño número de animales por tratamiento limita el poder del análisis chi cuadrado. Por lo tanto, las diferencias podrían ser biológicamente significativas y coincidir con el patrón de respuesta observado para cambios de peso y condición. Además, la tendencia observada para el intervalo entre partos en nuestro estudio sugiere que el uso repetido (durante varios años) de un suplemento similar a nuestro suplemento de PC al 12% eventualmente aumentaría la probabilidad de una tasa de preñez reducida para las vacas criadas en una temporada de reproducción definida.

Tiempo de pastoreo en Exp. 2 no se vio influenciada por la frecuencia de la suplementación o la concentración de proteínas en el suplemento. Sin embargo, es importante reconocer que todos los animales fueron recolectados diariamente para monitorear específicamente la respuesta a la alteración de la frecuencia de la suplementación. La reunión de todos los grupos puede haber enmascarado las diferencias de comportamiento que podrían haber existido si los grupos alimentados con suplementos en diferentes frecuencias se mantuvieran en pastos separados. De hecho, en Exp. 3 (en el que se utilizaron pastos separados para diferentes frecuencias de suplementación), el grupo 3x pastaba aproximadamente 1,5 h menos cada día que el grupo 7x. Por tanto, parece plausible que manteniendo los grupos en el mismo potrero en Exp. 2 resultó en la modificación del comportamiento de uno o ambos grupos. Debido a que los grupos de 7x pasaron aproximadamente la misma cantidad de tiempo pastando durante los períodos de medición de cada año (aproximadamente 7 h / d), parece posible que el comportamiento del grupo de 3x se modificara bajo las diferentes condiciones experimentales. En un estudio que evaluó la actividad de pastoreo invernal de vacas de carne en condiciones similares, DelCurto et al. (1990) también informó que el tiempo

promedio que pasaron las vacas alimentadas con suplementos diarios fue de aproximadamente 7 h / d. Además, Barton et al. (1992) informaron que proporcionar harina de semilla de algodón suplementaria a novillos que pastan pasto de trigo disminuyó el tiempo de pastoreo en 1.5 h / d, que es similar a la magnitud de la disminución observada para el grupo 3x en nuestro experimento. Aunque la tendencia a la reducción del tiempo de pastoreo puede estar relacionada con la menor ingesta de forraje observada en Exp. 1, la tendencia del grupo 3x a permanecer más cerca de la estación de alimentación también podría haber influido en su actividad de pastoreo. Kartchner y Adams (1982) también notaron que las vacas alimentadas con suplementos de granos con menos frecuencia (días alternos) tenían más probabilidades de estar esperando cerca del área de alimentación que las vacas que recibieron suplementos diariamente.

Trascendencia

Aunque las características de la digestión se vieron favorecidas ligeramente por la suplementación diaria, la suplementación tres veces por semana parece ser una práctica de manejo viable para reducir sustancialmente los costos laborales con consecuencias mínimas en términos de rendimiento de la vaca. La respuesta a la frecuencia de suplementación alterada no pareció verse modificada por la concentración de proteína o el tipo de grano en el suplemento cuando la tasa de suplementación cayó entre .4 y .45% de BW / d (base MS). Al alimentar suplementos a base de cereales

Para el ganado que consume forrajes de baja calidad, es importante asegurarse de que exista un equilibrio adecuado entre proteínas y energía para mantener un uso de forraje y un rendimiento del ganado aceptables.