

Recría de bovinos de carne con dietas basadas en granos de maíz o avena pelletizados

Beef cattle backgrounding with diets based on pelleted corn or oats grains

Arelovich^{1,2,3}, H.M., Bravo^{1,2}, R.D., Martínez¹, M.F. y Amela¹, M.I.

Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur
Comisión de Investigaciones Científicas, Provincia de Buenos Aires (CIC)
CERZOS - CONICET

Resumen

Este experimento fue diseñado para comparar la respuesta productiva y parámetros sanguíneos de dos grupos de novillitos criados en confinamiento recibiendo dietas basadas en grano de maíz o grano de avena pelletizados. Ocho terneros Aberdeen Angus (229 kg PV inicial) fueron alojados individualmente y asignados al azar a los siguientes tratamientos: (1) dieta basada en grano de maíz (DBMa), 20% heno + 80 % pellet-maíz; y (2) dieta basada en grano de avena (DBAv): 20% heno + 80 % pellet-avena. El heno fue de una mezcla de alfalfa-gramíneas, y los ingredientes de cada pellet fueron: 75,0, 11,05, 10,0, 0,45 %; y 75,0, 14,4, 7,0, 0,06%; de grano, afrechillo, harina de girasol y urea para las dietas DBMa y DBAv respectivamente. Ambos pellets también incluyeron 1,5% de CINA, 1,0% CO₃Ca y 1,0% de micro-elementos minerales y vitaminas más monensina. Los animales fueron alimentados *ad libitum* una vez al día a las 09:00 h durante 62 días. Se determinó consumo voluntario de MS (CMS), ganancia diaria de peso vivo (GDP) y eficiencia de conversión alimenticia (ECA). La digestibilidad de la MS (DMS) se estimó mediante ceniza insoluble en ácido como indicador inherente. Muestras de sangre obtenidas mediante punción venosa yugular se analizaron para glucosa (GLU), proteína total (PT) y ácidos grasos no esterificados (AGNE). Los datos fueron analizados por ANOVA de un diseño completamente aleatorizado. El CMS y GDP se incrementaron con DBMa ($p < 0,05$), sin embargo no se encontraron diferencias en ECA. En general, los parámetros sanguíneos no fueron afectados por la dieta, permaneciendo dentro de los valores de referencia. Con respecto a la ECA, y para el nivel de inclusión de grano utilizado, la avena parece sustituir efectivamente el maíz en dietas para bovinos en crecimiento.

Palabras clave: avena, maíz, bovinos de carne.

Summary

This experiment was designed to compare the performance and blood parameters between confined calves receiving diets based in either pelleted oats or corn. Eight Aberdeen Angus calves (229 kg initial BW) were individually housed and randomly assigned to the following treatments: 1) corn-pellet based diet (DBMa), 20% hay + 80% corn-pellet, and 2) oats-pellet based diet (DBAv), 20% hay + 80% oats-pellet. The hay was an alfalfa-grass mixture, and the pellet ingredients were: 75.0, 11.05, 10.0, 0.45%; 75.0, 14.4, 7.0, 0.06% of grain, wheat middlings, sunflower meal and urea for DBMa and DBAv respectively. Both pellets also included:

Recibido: enero de 2012

Aceptado: mayo de 2012

1. Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur. hugoarel@criba.edu.ar

2. Comisión de Investigaciones Científicas, Provincia de Buenos Aires (CIC).

3. CERZOS- CONICET.

1.5 % NaCl, 1.0 % CaCO₃, and 1.0 % mineral-vitamin mix with monensin. The animals were fed *ad libitum* once daily at 0900 am for 62 days. Determinations included DM voluntary intake (CMS), average daily gain (ADG) and feed conversion efficiency (ECA). Dry matter digestibility (DMS) was estimated by acid insoluble ash as an inherent marker. Blood samples collected via jugular venipuncture were analyzed for glucose (GLU), total protein (PT), and non-esterified fatty acids (AGNE). Data were analyzed by ANOVA as a completed randomized design. The CMS and GDP increased with DBMa ($p < 0,05$); however, ECA did not differ probably due to similar total CMS for both diets. In general, blood parameters were kept within normal reference values and did not change with diets. As far as ECA may concern, and for the grain level included, oats seems to substitute effectively corn for growing cattle.

Key words: oats, corn, beef cattle.

Introducción

El cultivo de avena es simple, versátil y de múltiples aplicaciones. En alimentación de ruminantes es ampliamente utilizado como verdeo invernal para pastoreo directo, confección de reservas forrajeras, producción estricta de grano o doble propósito. El grano cosechado es habitualmente destinado a programas de suplementación de distintas categorías de hacienda y con diferentes objetivos de producción. Adicionalmente, el grano de avena es considerado un alimento saludable para humanos por su concentración y valor digestivo de la fibra y contenido de β -glucanos (Martínez et al., 2010). Debido a las particularidades de la alimentación en condiciones de confinamiento en la Argentina, con numerosas explotaciones de tamaño pequeño en que el productor frecuentemente utiliza alimentos de producción propia, el grano de avena podría constituirse en una alternativa de mayor consideración en sistemas de alimentación intensiva. Esto es particularmente válido para regiones marginales donde la producción de maíz es limitada y el sorgo granífero tarda en ser adoptado como cultivo. Valores tabulares indican que la avena posee contenidos inferiores de almidón, y mayores de fibra y aceite, comparado con otros concentrados energéticos (NRC, 1996). El trigo contiene 77% de la materia seca como almidón, el maíz y sorgo 72%, y la cebada y la avena 57-58% (Hunting-

ton, 1997). Esta menor concentración de almidón asociada al mayor contenido de fibra implica también un valor inferior de EM (NRC, 1996). Adicionalmente, la degradabilidad ruminal del almidón es inferior para maíz y sorgo (70%) que para el resto de los granos (Ørskov, 1986). Aunque este aspecto parece estar relativizado por una menor síntesis de proteína microbiana con almidón que escapa la digestión ruminal (Waldo, 1973) y una capacidad limitada enzima dependiente de la digestión del almidón en el intestino delgado (Ørskov, 1986; Van Soest, 1987). Esto estará obviamente asociado a los otros componentes de la dieta y sus proporciones relativas, como también al grado de procesado. Por otra parte los valores tabulares no consideran la variabilidad potencial entre cultivares. En 43 cultivares de trigo, triticale, centeno, cebada avena y maíz se observó que las diferencias entre cultivares excedieron las diferencias entre especies para composición química del grano (Micek y Kowalski, 2010). Martínez et al. (2010) también reportaron gran variabilidad entre 18 genotipos de grano de avena a lo que se sumó el efecto ambiental. El presente estudio tiene como objetivo comparar la respuesta productiva y parámetros sanguíneos de novillitos recriados en confinamiento recibiendo dietas basadas en grano de maíz o grano de avena pelletizados.

Materiales y Métodos

Sitio experimental, animales y tratamientos.

El ensayo se llevó a cabo durante 62 días, en un establecimiento próximo a la localidad de Goyena, provincia de Buenos Aires (37° 47'03" LS, 62° 37' 35" LO). Se utilizaron terneros AA provenientes de un grupo de animales destetados a los 60 días de edad promedio. La alimentación postdestete consistió en un concentrado comercial (18% de PB) más heno de pastura *ad libitum* por un período de 80 días y posteriormente se trasladaron a una pastura perenne donde se recraron por un lapso de 260 días. Se seleccionaron 8 terneros de tamaño homogéneo con un peso vivo inicial de 229 kg. Previo al inicio del experimento, los animales fueron desparasitados con ivermectina al 1% en una dosis correspondiente a 1 ml por cada 50 kg de peso vivo, aplicado en forma subcutánea. No hubo posteriores aplicaciones de antiparasitario ni otras drogas. Cada ternero fue identificado con una caravana numerada.

Los animales fueron confinados en corrales de 3 x 3 m con piso de tierra, provistos de bebederos y comederos individuales. Se clasificaron en 2 grupos homogéneos por peso, y por grupo se asignaron al azar a una de 2 dietas experimentales, con 4 réplicas por tratamiento. Las dietas consistieron en el suministro *ad libitum* de una mezcla 20% de heno de pastura y 80% de un concentrado pelletizado. Ambas dietas experimentales fueron definidas por las diferencias en los principales componentes del concentrado: maíz o avena. Los concentrados fueron procesados y elaborados en una planta de alimentos balanceados, para un tamaño de un pellet de 4 mm de diámetro y formulados para ser isoproteicos (14% de PB).

El heno utilizado fue confeccionado a partir de una pastura 70% alfalfa y 30% gramíneas (festuca y pasto ovillo), cuando la alfalfa alcanzó un 50% de floración. El heno fue procesado con moladora de rollos a través de una zaranda de 3 cm de diámetro. Los ingredientes constitutivos de las dietas base maíz

(DBMa) y base avena (DBAv) son reportados en el Cuadro 1.

Los concentrados se incorporaron a la dieta partiendo de un 60% para llegar al 80% a los 9 días de iniciado el experimento. El total del período experimental fue de 62 días. La ración completa fue mezclada y suministrada diariamente en cada corral a las 9:00 h.

La ración por animal fue calculada para no superar un 5% de rechazo diario. Muestras del alimento ofrecido, rechazado y heces se obtuvieron en 3 períodos de 7 días equidistantes en el tiempo a lo largo del periodo experimental.

Determinaciones analíticas en muestras de alimentos, rechazos y heces.

Las determinaciones analíticas se realizaron en el Laboratorio de Nutrición Animal, Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur. Las muestras del alimento, rechazos y heces fueron conservadas en bolsas plásticas selladas y congeladas hasta el momento de ser analizadas. Posteriormente los materiales fueron secados en estufa de aire forzado hasta peso constante y molidos a través de un tamiz de 2 mm en molino Wiley. Se determinó materia seca (MS), proteína bruta (PB) y cenizas totales (AOAC, 1990); fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA), por el método secuencial, con α -amilasa y sin sulfito de sodio, acorde al procedimiento descrito por Van Soest et al. (1991) en un baño procesador (Ankom Technology Corp., Fairpoint, NY, USA). Se determinó el contenido de cenizas insolubles en ácido para ser utilizado como indicador inherente (Van Keulen et al., 1977).

Para la dieta completa se estimó la densidad energética de la siguiente manera: (1) a partir del contenido de FDA se calculó el TND, según la ecuación de predicción sugerida por New York State University para raciones completas (Undersander et al., 1993), (2) dicho valor de TND fue empleado para estimar la energía metabolizable (EM) de cada dieta (NRC, 2000).

Cuadro 1: Composición de las dietas experimentales sobre base seca.**Table 1:** Experimental diet composition on a dry matter basis.

Item	DBMa ¹	DBAv ²
Componentes, %		
Heno	20	20
Concentrado pelletizado	80	80
Concentrado pelletizado, %		
Grano de maíz	75,0	-
Grano de avena	-	75,0
Afrechillo	11,1	14,4
Harina de girasol	10,0	7,0
Urea	0,45	0,06
Cl Na	1,5	1,5
CO ₃ Ca	1,0	1,0
Premezcla vitamínica mineral ³	1,0	1,0

¹DBMa: dieta base maíz

²DBAv: dieta base avena

³Premezcla comercial ACA Cría Feedlot®: Ca, 15%; P, 7 %; Mg, 3,3 %; K, 2,6 %; Vitamina A 1.000.000 UI/kg; Vitamina D, 200.000 UI/kg; Vitamina E, 2.000 UI/kg; Cu, 3.300 mg/kg; Zn, 2.400 mg/kg; Mn, 2.300 mg/kg; Fe, 2.200 mg/kg; I, 70 mg/kg; Se, 30 mg/kg; Co, 10 mg/kg; monensina 2.800 mg/kg.

Determinaciones en el animal.

El consumo voluntario de MS (CMS) se determinó diariamente para cada animal por diferencia entre el alimento ofrecido y rechazado. Los animales fueron pesados a los 0, 36 y 62 días de ensayo. Se generaron 2 períodos consecutivos sobre los que se calculó la ganancia diaria de peso vivo (GDP) por animal. Las pesadas se realizaron a las 9:00 AM previo al suministro de la ración. La eficiencia de conversión alimenticia (ECA), se calculó mediante el cociente CMS/GDP.

La digestibilidad de la materia seca (DMS) se estimó mediante el contenido de ceniza insoluble en ácido evaluados en el alimento ofrecido, rechazado y heces, utilizando la ecuación descrita por Mc Donald et al. (1995). Adicionalmente el consumo de MS digestible (CMSD) se calculó estableciendo el producto entre CMS y el coeficiente de digestibilidad por animal y tratamiento.

Al inicio y al final del experimento se efectuaron muestreos de sangre mediante venopunción yugular de cada animal. El hora-

rio de muestreo se mantuvo constante para cada extracción, realizándose por la mañana antes del suministro de la dieta. Las muestras fueron conservadas en hielo y enviadas inmediatamente después de cada extracción a un laboratorio privado de análisis clínicos.

Los parámetros sanguíneos analizados fueron: glucosa total, ácidos grasos no esterificados y proteína total. El objetivo de estas determinaciones fue emplear estos parámetros como indicadores del estado general de salud de los animales durante el tiempo que duró el ensayo, y determinar si los tratamientos experimentales impuestos provocaban variaciones en los mismos.

Análisis estadístico

El análisis estadístico correspondió a un experimento completamente aleatorizado. Los datos fueron estudiados mediante análisis de la varianza utilizando el paquete estadístico INFOSTAT (Di Rienzo et al., 2010). Las diferencias entre tratamientos fueron consideradas significativas para un nivel de $\alpha = 0,05$.

Resultados y Discusión

Composición de la dieta y respuesta productiva.

El contenido de PB promedio para DBMa resultó levemente superior que para DBAv, atribuible a desvíos esperables generados por la manipulación de los ingredientes en los procesos de molido y mezclado (Cuadro 2). Asimismo las dietas reflejan una diferencia substancial en el contenido de fibra lo cual se relaciona con las características de los granos utilizados, lo que generó una estimación para EM mayor para DBMa comparada con DBAv.

Los valores de CMS, DMS, GDP y ECA como medidas de la respuesta a las dietas son reportados en el Cuadro 3. Tanto CMS como GDP resultaron superiores para la dieta

que contenía maíz. CMS para dietas con 60% de concentrados se encuentra estrechamente relacionado con el consumo de FDN (Arelovich et al., 2008). Sin embargo, no se observaron diferencias en la ECA y esto puede atribuirse a que el incremento de 11% en CMS para DBMa se correspondió con un aumento de solo 15% en GDP. Las exiguas diferencias entre ambas dietas en el contenido de EM estimada a partir del FDA, y por otra parte en concordancia con CMSD, indicaron que a pesar de las diferencias en densidad energética entre maíz y avena, el grado de procesado y la proporción total de ambos granos en la dieta no modificaron la ECA, en consecuencia y con respecto a ECA la avena podría reemplazar satisfactoriamente al maíz.

Cuadro 2: Composición química promedio de las dietas sobre base seca.

Table 2: Average diet chemical composition on a dry matter basis

Fracción química	DBMa	DBAv
MS, %	89,3	90,4
PB, %	15,1	14,4
FDN, %	30,9	42,9
FDA, %	13,7	21,3
Cenizas, %	9,7	9,9
EM, Mcal/kg MS	2,94	2,70

Cuadro 3: Respuesta productiva de terneros Aberdeen Angus con dietas basadas en grano de maíz o avena pelletizado.

Table 3: Performance of Aberdeen Angus calves receiving diets with pelletized corn or oats grains.

Item ⁴	DBMa ¹	DBAv ²	EEM ³	P =
CMS kg/d	7,9	7,1	0,2	0,03
DMS, %	74,1	77,5	0,37	0,17
CMSD, kg/d	5,9	5,5	0,2	0,22
GDP, g/d	1412	1225	18	0,0003
ECA	5,6	5,8	0,1	0,26

¹DBMa: dieta base maíz

²DBAv: dieta base avena

³EEM: error estándar de la media

⁴CMS: consumo voluntario de MS; DMS: digestibilidad de la MS; CMSD: consumo de MS digestible; GDP: ganancia diaria de peso; ECA: eficiencia de conversión alimenticia (kg de alimento consumido/ kg de carne producida).

Para las GDP observadas los valores calculados de EM consumida resultaron similares a los requerimientos teóricos de EM; mientras que el suministro de PB no resultó limitante para ninguna de las dos dietas, por el contrario, la proteína total consumida excedió en aproximadamente en 150 g los requerimientos (NRC, 1984; NRC, 2000). Los resultados de la pesada a los 36 días de iniciada la experiencia mostraron diferencias entre la fase inicial y final para las variables CMS y GDP. Si bien, ambas variables copiaron el patrón de respuesta final para DBMa y DBAv, se incrementaron en la segunda fase de observaciones (Figura 1). Para ambas dietas una mayor parte de la GDP se obtuvo en la segunda fase.

En dietas con 54% de grano de maíz, avena, trigo o cebada procesados en seco, las GDP observadas oscilaron entre 1,09 y 1,17 kg/d, muy similares al presente estudio, sin diferencias entre maíz y avena para GDP ni ECA (Dion y Seoane, 1992). En el mismo trabajo se reportaron digestibilidades aparentes de la MS y energía similares para dietas base maíz y avena, y concluyen que el valor nutritivo de las dietas no se diferenció substancialmente. En otro estudio la sustitución de avena por sorgo en dietas con 40% de grano para novillos resultó en un proceso de adaptación a la dieta más rápido. Sin embargo, las GDP finales fueron 1,29 y 1,05 kg/d favoreciendo al sorgo versus avena, con GDP superiores en la segunda fase de 32 días

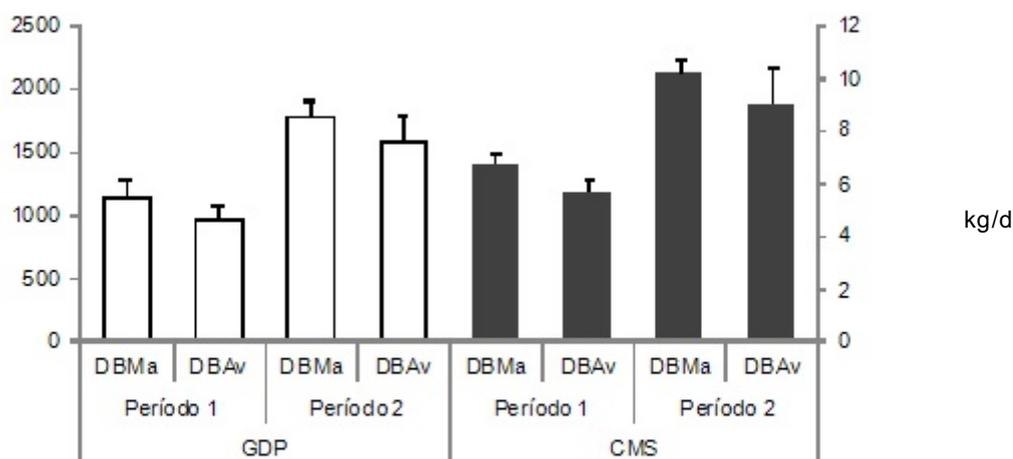


Figura 1: Ganancia diaria de peso (GDP) y consumo de materia seca (CMS) para las fases inicial (Período 1) y final (Período 2) establecidas por un periodo intermedio de 36 días.

Figure 1. Average daily gain (GDP) and dry matter intake (CMS) for initial (Período 1) and final phases (Período 2) determined by an intermediate 36 day period.

GDP: Trt, $p=0,0287$; Período, $p<0,0001$; Dieta x Período, $p=0,8575$; CMS: Trt, $p=0,0203$; Período, $p<0,0001$; Dieta x Período, $p=0,829$. Las barras indican desvío estándar de la media.

comparadas con la primera de 35 días, similar a los resultados obtenidos en este ensayo (Faturi et al., 2003). Por otra parte para bovinos de peso inicial similar a los del presente estudio, el reemplazo de maíz por avena o cebada hasta el 40% en la dieta no mostró cambios significativos en la fermentación ruminal o la utilización efectiva de nutrientes (Dutta y Thakur, 1992).

El impacto de diversos grados de procesamiento de los granos sobre la utilización de sus fracciones nutricionales y consecuente respuesta animal es frecuentemente variable. Los granos utilizados para DBMa y DBAv molidos y posteriormente comprimidos con vapor para producir los pellets, implicó un procesamiento intensivo de los granos. Para avena arrollada en hojuelas y expuestas a vapor se reportó un incremento del contenido energético de 7,6% comparado con valores tabulados para avena procesada en seco (Zinn, 1993). Asimismo, este autor sugiere que dicha mejora puede atribuirse al incremento de la utilización ruminal del N, digestibilidad de la MO y disminución en la producción de metano. Esta consideración puede explicar la similitud en digestibilidad observada para las dietas DBMa y DBAv en el presente estudio.

Tanto el tipo como la intensidad del procesamiento pueden afectar en forma diferencial igualando o diferenciando aun más el valor nutritivo de los granos utilizados. Diversos estudios indican que las tasas relativas de fermentación ruminal son más rápidas para avena que para maíz (Stock y Britton, 1986; Herrera-Saldana et al., 1990). Simultáneamente, el nivel de inclusión del grano en la dieta influenciaría la digestión ruminal del almidón (Ørskov, 1986). Esto afecta potencialmente el sitio de digestión para el almidón. Teóricamente para las fracciones orgánicas que escapan a la digestión ruminal se espera una mejora en la eficiencia de utilización a nivel intestinal.

Waldo (1973) sugiere que la fermentación ruminal es 94 y 74% para los almidones de avena y maíz respectivamente. Sin embargo el escape de almidón se minimiza con la inclu-

sión de 40 a 60% de maíz en la dieta y la disminución del tamaño de partícula en el procesado. En consecuencia debido al pelletizado de los granos y a que los pellets constituyeron un 60% de la dieta total no puede esperarse que el mayor potencial de escape del almidón de maíz haya contribuido a las diferencias en respuesta productiva observadas para la dieta DBMa. Adicionalmente, Waldo (1973) señala que la magnitud del escape para almidón de maíz es mayor para ovinos que bovinos. Si bien Ørskov (1986) coincide en que aproximadamente 30 % del almidón de maíz puede ser digerido en intestino delgado, relativiza este aspecto dado que el potencial de digestión está limitado por la disponibilidad de enzimas involucradas en la hidrólisis de di y oligosacáridos y la capacidad misma del intestino para absorción de glucosa.

Otro aspecto que puede interferir en la variabilidad o similitudes entre estudios se refiere a las diferencias en cuanto a como el genotipo del grano influencia tipo y concentración de almidón. En este sentido se hallaron diferentes concentraciones de almidón en distintos cultivares de avena (Martínez et al., 2010) y Waldo (1973) reporta variabilidad en cuanto a escape para diferentes granos de maíz. Para diversos cultivares de avena y maíz las diferencias entre ellos excedieron las diferencias entre especies para diversos componentes del grano (Micek y Kowalski, 2010).

Los valores tabulares respecto de la composición y valor nutritivo de los granos continuarán siendo una guía de gran utilidad práctica. Sin embargo, frecuentemente la respuesta productiva no puede predecirse satisfactoriamente por las composiciones relativas diferenciales entre granos. Esto puede atribuirse a factores tales como procesamiento, fermentabilidad y escape, genotipo, proporciones y características de otros ingredientes de la dieta y tipo de animal influyen sobre la respuesta productiva. El mayor conocimiento sobre estos aspectos y manejo apropiado de los mismos puede resultar ventajoso sobre todo para aquellos granos de valor tabular inferior como el grano de avena.

Parámetros sanguíneos

La determinación de diversos metabolitos o nutrientes disponibles es una práctica establecida para estudiar cambios metabólicos en animales intactos como criterio de respuesta a la dieta (Bergen, 1979). El Cuadro 4 presenta las concentraciones en suero sanguíneo de glucosa, proteína total y AGNE. A pesar de las diferencias numéricas observadas, los parámetros sanguíneos no reflejaron cambios significativos ni al principio del estudio ni respuesta a las dietas experimentales al finalizar la experiencia. Sin embargo a partir de las diferencias obtenidas substrayendo los valores de concentración media inicial de la final (variación de la concentración dentro del período de estudio), se observó una tendencia creciente ($P = 0,0735$) para la glucosa en DBAv (Cuadro 4).

Las concentraciones en sangre de proteína total y AGNE contrastadas con valores de referencia (Boyd, 1985) mostraron que se encuentran dentro del rango normal. Sin embargo, independientemente de los tratamientos GLU, excedió el intervalo de referen-

cia (0,56-0,88 g/L, Clark, 2003). Dado que los animales no mostraron signos clínicos o patología relacionada fueron considerados "saludables". En algunos estudios fue observado un incremento de glucosa debido a la inclusión de monensina, en este caso utilizada en ambos tratamientos. Los incrementos fueron similares a los observados en este estudio (Broderick, 2004; Arelovich et al., 2008; Qian Zhan Yu et al., 2009). El propionato ruminal es el principal precursor de la glucosa, el cual se incrementa con la adición de monensina (Goodrich et al., 1984). Sin embargo, la glucosa sérica no parece responder siempre de la misma manera a los cambios en propionato ruminal. Bajo determinadas condiciones no presenta cambios, lo que parece depender de los niveles de monensina en la dieta, tipo de animal y componentes de la dieta (Plaizier et al., 2005). Otros factores ajenos a la dieta pueden influir en el incremento de glucosa (Clark, 2003) y también aspectos de manejo como la privación circunstancial de agua o alimento a los animales (Vogel et al., 2011).

Cuadro 4: Parámetros en suero sanguíneo de terneros Aberdeen Angus con dietas basadas en grano de maíz o avena pelletizado.

Table 4: Serum blood parameters of Aberdeen Angus calves receiving diets with pelletized corn or oats grains.

	Concentración				Concentración Final - Inicial			
	Inicial		Final		DBMa	DBAv	EEM ⁴	P =
	DBMa ¹	DBAv ²	DBMa	DBAv				
Glucosa, g/L	1,03	0,89	1,19	1,23	0,16	0,35	0,05	0,0735
Proteína total, g/100 mL	6,52	7,13	6,53	6,79	0,01	-0,34	0,14	0,2287
AGNE, mEq/L	0,16	0,18	0,44	0,36	0,28	0,18	0,05	0,3584

¹DBMa: dieta base maíz

²DBAv: dieta base avena

³Valores de referencia

⁴EEM: error estándar de la media

Conclusiones

Las diferencias entre grano de maíz y avena para recría de terneros en confinamiento se reflejó en mayor ganancia de peso para la dieta base maíz, lo que fundamentalmente debe atribuirse al incremento en el consumo de nutrientes digestibles, impulsado únicamente por mayor consumo de la dieta total dado que no se observaron diferencias en digestibilidad. La similitud en eficiencia de conversión para ambas dietas puede potencialmente explicarse por una combinación de factores tales como: procesado intensivo de los granos, nivel de inclusión de maíz y avena en la dieta, y en menor medida atribuible a probables características específicas del genotipo de los granos. Macken et al. (2006) sostiene que el retorno económico de las diferencias que se obtienen de procesar el maíz depende de aspectos tan diversos como precio y momento de compra del grano, eficiencia de conversión, costo de la fuerza motriz empleada, control de la acidosis y tamaño de la operación de confinamiento. Respecto a la avena podrían hacerse consideraciones semejantes. A diferencia del maíz ciertos estudios sugieren poca diferencia entre grano entero y procesado para avena (Goi et al., 1998; Bravo et al., 2010) por lo que es probable que el procesado se justifique más para maíz que para avena y con dietas que incluyan mayor proporción de grano. Por otra parte, altos grados de procesado como pelletizado y relativamente bajos niveles de inclusión en la dieta pueden obtenerse resultados satisfactorios con avena. Sin embargo, para recría, considerando el potencial de consumo voluntario inferior en animales en desarrollo, y a la luz de estos resultados las dietas con avena podrían ante similares circunstancias tener menor consumo que maíz. Si esto no es compensado por la semejanza en eficiencia de conversión puede considerarse una limitante productiva. Para las condiciones de este ensayo, los parámetros sanguíneos evaluados no contribuyeron a explicar substancialmente las diferencias en GDP y consumo observadas para la dieta basada en maíz vs. avena

Bibliografía

- AOAC. 1990. Official methods of analysis. Association of official Analytical Chemists. 15th Ed. Washington, D. C.
- Arelovich, H. M. , Abney, C.S., Vizcarra, J.A. and Galyean, M.L. 2008. Effects of dietary neutral detergent fiber on intakes of dry matter and net energy by dairy and beef cattle: Analysis of published data. *The Prof Anim Scientist* 24:375–383.
- Bergen, W.G. 1979. Free amino acids in blood of ruminants: physiological and nutritional regulation. *J. Anim Sci.*, 49: 1577-1589.
- Bravo, R.D., Arelovich, H.M., Perez Moreno, A.J., Martínez, M.F., Sabbatini, M., Semper, E.A., Fogue, P.L. y Torquati, S. 2010. Respuesta animal real y predictiva a dietas de grano entero de avena o maíz en novillos estabulados. *Rev.Arg.Prod.Anim.* 30 (Sup 1): 483-484.
- Dion, S. and Seoane, J.R. 1992. Nutritive value of corn, barley, wheat and oats fed with medium quality hay to fattening steers. *Can. J. Anim. Sci.*, 72: 367-373.
- Di Rienzo, J.A., Casanoves, F., Balzarini, M.G., Gonzalez, L., Tablada, M. y Robledo, C.W. 2010. InfoStat, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Dutta, T.K. and Thakur, S.S. 1992. Effect of feeding barley, maize or oat grains in concentrate on rumen fermentation and nutrient utilization in crossbred cattle. *Indian J. Anim. Sci.* 62: 12, 1203-1208.
- Faturi, C., Restle, J., Brondani, I.L., Alves Filho, D.C., Rosa, J.R.P., Kuss, F. and Menezes, L.F. G. de. 2003. Replacement of sorghum by oat grain for finishing steers. *Rev. Bras. Zootec.*, 32: 437-448.
- Goi, L.J., Sánchez, L.M.B., Goncalves, M.B.F. and Olivo, C.J. 1998. Treatment of oat grains for beef cattle feeding. *Ciencia Rural*, 28: 303-307.
- Huntington, G. B. 1997. Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. *J. Anim. Sci.* 75: 3, 852-867.
- Martínez, M.F., Arelovich, H.M. and Wehrhahne, L.N. 2010. Grain yield, nutrient content and lipid profile of oat genotypes grown in a semiarid environment. *Field Crops Research*, 116: 92–100.
- Macken, C.N., Erickson, G.E. and Klopfenstein, T.J. 2006. The cost of corn processing for finishing cattle. *The Professional Anim. Sci.* 22: 23-32.
- Micek, P. and Kowalski, Z. M. 2010. Cereal cultivar affects protein and starch digestion of grains in

- different parts of gastrointestinal tract of ruminants. *In*: Crovetto, G.M.D (Ed.) 3rd EAAP International Symposium on Energy and Protein Metabolism and Nutrition, Parma, Italy, 6-10 September, 2010. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, Netherlands, p. 563-564.
- NRC. 1984. Nutrient Requirements of Beef Cattle, 6th ed. National Academy Press, Washington, DC, 90 pp.
- NRC. 1996. Nutrient Requirements of Beef Cattle, 7th ed. National Academy Press, Washington, DC, 242 pp.
- Ørskov, E.R. 1986. Starch digestion and utilization in ruminants. *J. Anim. Sci.*, 63:1624-1633.
- Undersander, D., Mertens, D.R. and Thiex, N. 1993. Forage Analyses Procedures. National Forage Testing Association. Omaha, NE, USA, p. 118.
- Van Soest, P.J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. (2nd Ed.) Cornell University Press, Ithaca, NY, 476 pp.
- Van Soest P.J., Robertson J.B. and Lewis B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, 74, 3583-3597.
- Waldo D.R. 1973. Extent and partition of cereal grain starch digestion in ruminants. *J. Anim. Sci.* 37: 1062-1074.