

Respuesta de variables ruminales y plasmáticas a distintos niveles de suplementación proteica en vaquillas cruza cebú

Navamuel, J.M.¹; Balbuena, O.²; Koza, G.A.¹; Kucseva, C.D.²;
Arakaki, C.L.³; Slanac, A.L.¹; Coppo, N.B.¹; Coppo, J.A.¹

¹ Cátedra de Fisiología, Facultad de Ciencias Veterinarias, UNNE,
Sargento Cabral 2139, Corrientes (3400), Argentina, Tel/Fax: 03783-425753,
² INTA Colonia Benítez (Chaco), ³ INTA Castelar (Buenos Aires, Argentina)
E-mail: obalbuena@correo.inta.gov.ar

Resumen

Navamuel, J.M.; Balbuena, O.; Koza, G.A.; Kucseva, C.D.; Arakaki, C.L.; Slanac, A.L.; Coppo, N.B.; Coppo, J.A.: Respuesta de variables ruminales y plasmáticas a distintos niveles de suplementación proteica en vaquillas cruza cebú. El propósito del estudio fue evaluar el efecto de la suplementación proteica invernal con expeller de algodón (EA) suministrado a distintos niveles, sobre el peso y variables ruminales y plasmáticas, en vaquillas cruza cebú mantenidas sobre pastura implantada (*Dichanthium*) en el nordeste argentino. Bajo un diseño de bloques completos al azar, 40 vaquillas fueron divididas en 4 lotes de 10 animales cada uno, que se suplementaron con EA (proteínas: 33,6%, fibra: 34,1%, grasa: 6%), a razón del 1,2% del peso vivo (nivel alto), 0,8% (medio), 0,4% (bajo) y 0% (testigo) respectivamente. Cada 28 días se les extrajo sangre y hacia el final (día 140) se tomaron muestras de contenido ruminal. En este último se efectuaron determinaciones de ácidos grasos volátiles (cromatografía gaseosa), amoníaco (colorimetría) y protozoarios (microscopía). En el plasma se valoraron urea y proteínas totales (fotocolorimetría), así como fracciones proteicas (electroforesis). Las ganancias diarias de peso en los grupos testigo, bajo, medio y alto fueron de 131, 230, 228 y 312 g/animal respectivamente ($p < 0,01$). El incremento dietario de EA correlacionó ($p < 0,01$) con aumentos de propionato ruminal (17,29% en testigos versus 18,97% en nivel alto), así como disminuciones de la relación acetato/propionato (3,77 versus 3,42, $p < 0,005$). Butirato, isobutirato, valerato e isovalerato mostraron escasas variaciones. El amoníaco fue más alto en las vaquillas suplementadas (sin significación). Las tasas finales de urea plasmática fueron más elevadas ($p < 0,05$) en las vaquillas suplementadas, de 0,30 g/l (nivel bajo), 0,32 g/l (medio) y 0,43 g/l (alto), con relación a los testigos (0,21 g/l). Proteínas totales, albúminas y globulinas resultaron poco afectadas. El recuento de protozoarios totales decreció en forma directamente proporcional ($p < 0,04$) a la cantidad de EA suministrado (4,5–4,4–2,8–2,7 $\times 10^5$ /ml respectivamente). Los oligótricos fueron más altos en los niveles cero y bajo, en tanto que los holótricos predominaron en los tratamientos medio y alto, pero las diferencias no fueron significativas. Además de ser provocadas por el incremento del nitrógeno dietario, algunas de las variaciones verificadas guardarían relación con el aumento de fibra y grasa ingeridas. Las modificaciones de la fauna ruminal también podrían haberse debido a los principios tóxicos contenidos en el suplemento suministrado.

Palabras clave: vaquillas cruza cebú, suplementación invernal, expeller de algodón, peso, ácidos grasos volátiles, amoníaco, urea, proteínas, protozoarios.

INTRODUCCIÓN

La producción ganadera del nordeste argentino afronta el problema de la estacionalidad de las pasturas, las cuales disminuyen en otoño y son muy escasas en invierno, con niveles de proteína bruta (PB) menores de 6%, situación que abarca usualmente 90 a 150 días. La falta de nitrógeno limita el crecimiento de los microorganismos ruminales encargados de digerir la

fibra, por lo que ésta permanecerá más tiempo retenida en el rumen y deprimirá el consumo de forraje²⁴. Esta situación puede revertirse mediante adecuada suplementación proteica³¹.

Aún no están totalmente esclarecidos los cambios de la microfauna ruminal y del perfil de ácidos grasos volátiles (AGV) provocados por la suplementación proteica sobre bovinos cruza cebú en crecimiento, para las condiciones subtropicales de nuestra zona de influen-

cia. Los tipos de microorganismos proteolíticos varían según la edad del rumiante y la calidad de la pastura, dependiendo esta última de la zona geográfica y época del año ^{20, 21}.

Los protozoarios ruminales son capaces de utilizar todos los principios nutritivos del forraje. Mientras que los oligotricos degradan polisacáridos estructurales (celulosa, hemicelulosa), los holotricos hacen lo propio con polisacáridos no estructurales (almidón, azúcares), en ambos casos con producción de ácidos grasos volátiles y lactato, siendo este último uno de los responsables del pH ruminal. Además de competir entre sí por diversos sustratos, los protozoarios efectúan una importante depredación de bacterias, utilizando los aminoácidos de éstas para la síntesis de sus proteínas estructurales. También son capaces de sintetizar aminoácidos *de novo*. Además de ser responsables de un tercio de la celulólisis ruminal, los protozoarios efectúan proteólisis de los péptidos vegetales, pues en rumiantes defaunados disminuyen considerablemente los niveles de amoníaco (NH_3), otro de los compuestos responsables del pH ruminal ^{19, 20}.

El NH_3 ruminal y la urea plasmática operan como indicadores de la ingesta nitrogenada y de la actividad proteolítica ruminal. En el mismo sentido, las proteínas totales (PT) y sus fracciones electroforéticas plasmáticas (albúminas y globulinas) también son indicadores nutricionales, desde el momento que el hígado las sintetizará siempre que disponga de los aminoácidos derivados del nitrógeno alimentario. Descartando situaciones patológicas, principalmente hepáticas, intestinales y renales, la disminución de PT a expensas de las albúminas, señala deficiencia dietaria de proteínas ^{13, 19}.

Los AGV constituyen la principal fuente de energía para el metabolismo de los rumiantes ²⁷, cubriendo cerca del 60% de sus necesidades energéticas ¹⁹. La concentración total de AGV en el rumen oscila por lo regular entre 60 y 120 mEq/l, pudiendo llegar hasta 200 mEq/l ¹⁹.

Partiendo de la hipótesis que el refuerzo nitrogenado de la dieta es capaz de optimizar el metabolismo ruminal y provocar mejorías nutricionales, desde el punto de vista económico interesa establecer el nivel mínimo de suplementación proteica capaz de mantener el crecimiento de rumiantes jóvenes durante el invierno, acortando el lapso de recría de las hembras de reposición y adelantando la edad de entore.

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de distintos niveles de suplementación proteica invernal (expeller de algodón) sobre el desarrollo (peso), parámetros plasmáticos (proteínas, urea) y variables ruminales (población de protozoarios, concentraciones de AGV y NH_3), en vaquillas cruce cebú mantenidas sobre pasturas implantadas en el nordeste argentino.

MATERIAL Y MÉTODOS

Animales, suplementación. Se utilizaron 40 vaquillas cruce cebú clínicamente sanas y fenotípicamente

homogéneas (\bar{x} = 168 kg de peso vivo, PV). Bajo un diseño experimental de bloques completos al azar, se asignaron 10 animales a cada uno de los cuatro tratamientos, consistentes en distintos niveles de suplementación con expeller de algodón (EA). El análisis del suplemento indicó que contenía 33,6% de proteína bruta (PB), 6% de extracto etéreo (EE), 34,1% fibra detergente neutro, 27,5% fibra detergente ácido, 17,7% de celulosa, 9,9% de lignina, 6,8% de cenizas y 12% de humedad en materia seca (MS). Los tratamientos se establecieron en función al porcentaje de EA suministrado con relación al PV, comprendiendo niveles de 0% (testigo), 0,4% (bajo), 0,8% (medio) y 1,2% (alto). Todos los animales recibieron también un suplemento mineral (Ca: 12 %, P: 8 % y microelementos vehiculizados en sal común) a voluntad, en bateas separadas. Los animales pastorearon cuatro potreros de dicantio (*Dichantium caricosum*) y se rotaron semanalmente para reducir el efecto de potreros. La oferta inicial de forraje fue de 2 tn MS/vaquilla y la carga fue de 1,4 vaquillas/ha. La experiencia se efectuó en la EEA Colonia Benítez del INTA (Chaco), durante temporada invernal (junio a setiembre).

Toma de muestras. Las muestras de sangre se tomaron de 4 vaquillas de cada lote (tratamiento), por venopunción yugular, cada 28 días. Al final del ensayo (día 140) se tomaron muestras de contenido ruminal (250 ml), aproximadamente a las cuatro horas de haber recibido el suplemento, mediante sondaje con succión por vacío. Una alicuota, destinada al recuento de protozoarios, fue filtrada a través de gasa y colectada en recipientes plásticos conteniendo un fijador (solución fisiológica formolada). La otra, destinada a los análisis químicos (AGV, NH_3), fue prensada a través de gasa y el fluido obtenido fue acidificado con ácido metafosfórico y congelado a -20°C hasta su procesamiento analítico. Los animales (4 por tratamiento) fueron pesados cada 28 días, en coincidencia con la terminación del ciclo completo de rotación de potreros.

Procedimientos de laboratorio. La tasa de AGV fue determinada por cromatografía gaseosa, según técnica convencional ²⁸. El nivel de amoníaco se obtuvo por colorimetría ¹⁷. La concentración y tipificación de protozoarios se realizó por recuento en cámara y microscopía ²⁶. PT y urea plasmáticas se valoraron fotocolorimétricamente con reactivos Wiener, mediante las técnicas del biuret (520 nm) y ureasa (540 nm) respectivamente. Las fracciones proteicas se separaron por electroforesis en soporte de acetato de celulosa, coloreándose con Negro Amido 10-B (Biopur) y cuantificándose por densitometría.

Estadísticas. Se efectuaron estadísticas descriptivas que incluyeron medidas de tendencia central (media aritmética, \bar{x}) y dispersión (error estándar, EE). Para el análisis de la variancia y las comparaciones de medias se utilizó el procedimiento GLM del programa SAS. Para todas las inferencias se fijó un nivel de significancia de $p < 0,05$, por debajo del cual se rechazó la hipótesis nula de igualdad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las ganancias de PV difirieron entre tratamientos, siendo de 131, 230, 228 y 312 g/animal/día en los grupos testigo, bajo, medio y alto respectivamente ($p < 0,01$). Las vaquillas suplementadas con nivel alto obtuvieron las más altas ganancias de PV. Los animales que recibieron los niveles de suplementación medio y bajo no se diferenciaron estadísticamente entre sí, pero en ambos lotes se registraron mayores ganancias de PV que en el grupo testigo, acción que se atribuye al suplemento administrado.

Las concentraciones de AGV y NH_3 en el fluido ruminal de las vaquillas de cada lote se exponen en la Tabla 1. Los aumentos de los niveles de suplementación con EA (0,4 a 1,2 % PV) produjeron incrementos lineales estadísticamente significativos de las tasas de propionato ($p < 0,01$), así como disminuciones de la relación acetato/propionato ($p < 0,005$). Pese a que la concentración de NH_3 no difirió significativamente entre tratamientos, los niveles más bajos se registraron en las vaquillas que no recibieron suplemento.

En algunas investigaciones, el perfil de AGV no habría sido afectado por el suministro de semilla de algodón o sus subproductos^{1, 22, 35}. En el presente estudio, los aumentos en la proporción de propionato y la disminución de la relación acetato / propionato, altamente significativas en ambos casos, coinciden con cambios similares registrados en bovinos suplementados con semilla de algodón^{2, 3}. Otros investigadores también habrían obtenido aumentos de propionato, pero fueron acompañados por crecientes disminuciones de butirato, inversamente proporcionales al aumento de los niveles de semilla de algodón en la dieta¹⁸, mientras que en el presente trabajo la proporción de butirato aumentó considerablemente en los animales suplementados, en niveles próximos al de significación estadística ($p < 0,06$).

La disminución de la relación acetato / propionato aquí registrada quizás tenga relación con el aumento de la grasa dietaria provocado por la ingestión de EA. Algunos autores aseveran que los incrementos lipídicos de la dieta modificarían el metabolismo de los AGV, disminuyendo la relación acetato / propionato^{6, 32, 34}. Según otros, el nivel de acetato ruminal aumentaría al elevarse el contenido de fibra bruta en el alimento¹⁹. Pese al porcentaje de fibra bruta adicionada por el EA (23,1%)²⁵, la concentración ruminal de acetato no sufrió cambios significativos en la presente experiencia.

En ovinos, el aumento del nitrógeno dietario (suplementación con urea) habría provocado disminución de la producción de

acetato e incremento del propionato ruminal, sin modificar la concentración de butirato²⁹. En las vaquillas bajo ensayo, si bien aumentó el propionato al adicionarse nitrógeno a la ración (EA), fue acompañado por elevación de butirato, sin resultar modificado el acetato. Nuestros resultados coinciden con hallazgos efectuados en vacas suplementadas con semilla de algodón, donde las concentraciones molares de acetato, valerato e isovalerato no fueron modificadas significativamente por la adición nitrogenada¹⁸.

Los cambios de NH_3 ruminal, mayores en vaquillas suplementadas que en testigos, no alcanzaron niveles de significación estadística. Otros investigadores, en cambio, habrían hallado incrementos significativos del NH_3 , directamente proporcionales al aumento de las proteínas dietarias⁷.

Al final, las concentraciones séricas de urea fueron de 0,21 g/l (tratamiento cero), 0,30 g/l (bajo), 0,32 g/l (medio) y 0,43 g/l (alto), resultando estadísticamente diferentes ($p < 0,05$) entre los grupos cero, alto y el conjunto de lotes medio y bajo. Estos cambios se atribuyen

Tabla 1. Proporción de AGV y NH_3 en contenido ruminal, según tratamiento (\bar{x}).

variable	tratamiento				EE	p
	cero	bajo	medio	alto		
acetato (%)	65,18	64,67	64,68	64,82	0,60	0,93
propionato (%)	17,29 ^{a,c}	18,38 ^{a,b}	17,90 ^b	18,97 ^a	0,30	0,01
rel. acet./prop.	3,77 ^b	3,52 ^b	3,62 ^b	3,42 ^a	0,01	0,005
isobutirato (%)	4,37	4,01	3,44	3,88	0,38	0,42
butirato (%)	9,55	9,59	10,43	9,62	0,24	0,06
isovalerato (%)	2,62	2,38	2,35	1,86	0,28	0,33
valerato (%)	0,99	0,97	1,21	0,81	0,16	0,44
NH_3 (mg%)	10,65	16,20	14,25	13,70	1,44	0,10

AGV: ácidos grasos volátiles, NH_3 : amoníaco, \bar{x} : media aritmética, EE: error estándar, p: nivel de significancia. En cada fila, letras distintas indican diferencias significativas.

Tabla 2. Concentración de proteínas en suero, según tratamiento y fecha (\bar{x}).

variable, fecha	tratamiento				EE	p
	cero	bajo	medio	alto		
PT (g/dl), junio	6,12	6,78	5,66	6,40	0,30	0,11
PT (g/dl), julio	6,91	6,19	6,01	6,25	0,20	0,60
PT (g/dl), agosto	6,00	5,77	6,18	6,66	0,30	0,24
PT (g/dl), sept.	6,71	6,72	6,52	6,58	0,25	0,93
ALB (g/dl), junio	3,10	2,41	2,38	2,62	0,28	0,29
ALB (g/dl), julio	2,21	2,64	2,83	2,58	0,18	0,14
ALB (g/dl), agosto	2,54 ^{a,b}	2,09 ^a	2,77 ^b	3,43 ^c	0,21	0,005
ALB (g/dl), sept.	3,14 ^a	3,21 ^a	2,72 ^{b,c}	2,94 ^{a,c}	0,10	0,02
RAG, junio	1,01 ^b	0,55 ^a	0,73 ^a	0,69 ^a	0,12	0,05
RAG, julio	0,60 ^b	0,74 ^{a,b}	0,89 ^a	0,71 ^b	0,06	0,02
RAG, agosto	0,74 ^a	0,59 ^a	0,99 ^b	1,10 ^b	0,12	0,05
RAG, septiembre	0,88	0,91	0,65	0,77	0,07	0,08

\bar{x} : media aritmética, EE: error estándar, p: nivel de significancia, PT: proteínas totales, ALB: albúmina, RAG: relación albúmina / globulinas. En cada fila, letras distintas indican diferencias significativas.

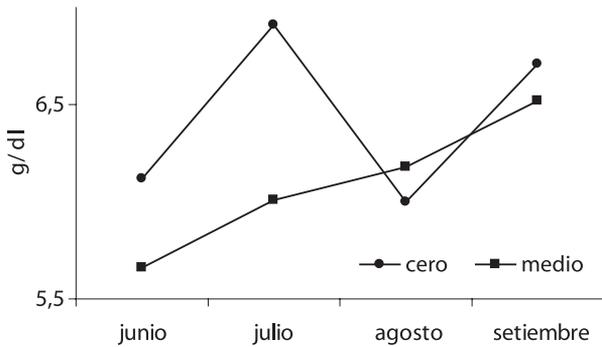


Figura 1. Evolución de proteínas totales en lotes suplementados con nivel medio y testigos.

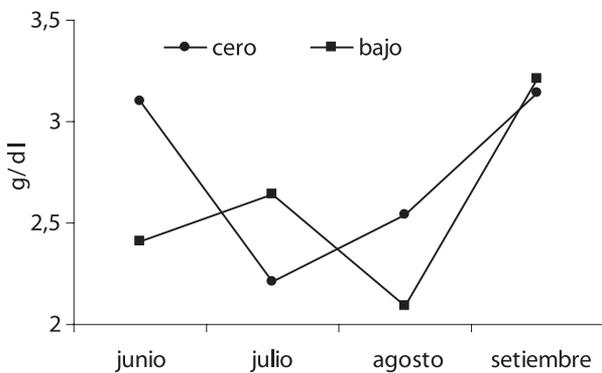


Figura 2. Evolución de albúminas en lotes suplementados con nivel bajo y testigos.

al aumento del nitrógeno dietario ¹³. Expresando dichos valores de urea en *nitrógeno ureico* (BUN, factor 0,46) ¹⁵, las concentraciones resultaron de 9,49 mg/dl, 14,00 mg/dl, 14,63 mg/dl y 19,84 mg/dl, conservando la mismas diferencias significativas entre tratamientos.

Teniendo en cuenta que los niveles de BUN menores de 10–12 mg/dl indicarían que el nitrógeno ruminal es insuficiente para mantener el crecimiento bacteriano ¹⁵, surge que en las vaquillas suplementadas no habría existido tal limitación. Por el contrario, las altas tasas de urea de los grupos suplementados sugerirían que el nitrógeno dietario habría sido desaprovechado por haber sido superada la capacidad de síntesis proteica de los microorganismos ruminales ¹³.

En la Tabla 2 se detallan los valores obtenidos para el proteinograma. Del análisis de los resultados surge que las proteínas plasmáticas fueron poco afectadas por la suplementación con EA. Las albúminas fueron significativamente diferentes hacia los dos últimos meses del ensayo, siendo en agosto más altas en las vaquillas suplementadas con niveles alto y medio que en las que consumieron niveles bajo y nulo, pero esta situación se revirtió en el mes de setiembre.

Pese a la falta de significación estadística, en algunos grupos se registró un constante aumento de la proteinemia total

en animales suplementados, que contrasta con los altibajos del grupo testigo (Figura 1).

Hacia el final de la experiencia, la albúmina de las vaquillas suplementadas con niveles bajos llegó a superar los niveles del grupo exento de suplemento (Figura 2). Los niveles plasmáticos de proteínas totales y albúminas se elevarían ante la suplementación con semilla de algodón, tanto en bovinos jóvenes como adultos ¹¹. Las albúminas serían eficaces indicadores de ingesta nitrogenada, muy sensibles al nivel de proteína dietaria ^{8, 13, 30}. La inusual respuesta de dichos parámetros ante la suplementación con EA quizás podría relacionarse a desuniformidad de sus niveles iniciales en cada lote (no controlados); tal falta de homogeneidad habría continuado evidenciándose aún después de 30 días de iniciado el ensayo (Figuras 1 y 2), cuando los animales testigos (tratamiento cero) registraron valores más altos de proteínas totales y albúminas que los suplementados.

Los recuentos totales y diferenciales de protozoarios se exponen en Tabla 3. Los niveles medio y alto de suplementación con EA produjeron más bajas concentraciones de protozoarios totales, con relación a los niveles bajo y nulo, diferencias que fueron estadísticamente significativas. En los tratamientos cero y bajo se constataron mayores proporciones (%) de protozoarios oligótricos, en tanto que en los niveles medio y alto predominaron los protozoarios holótricos, aunque sin significación estadística.

La disminución de protozoarios totales de las vaquillas bajo estudio, directamente proporcional al aumento del nivel de suplemento, quizás pueda relacionarse con el incremento de grasa dietaria (6% en EA). Coincidentemente, la fauna ruminal habría descendido en novillos suplementados en invierno con semilla de algodón, maíz y urea, con relación a los testigos (1,16 vs 2,58 x 10⁵ protozoarios/ml) ². El recuento de protozoarios habría resultado menor en vaquillas que recibieron semilla de algodón en suplementación discontinua (tres veces por semana), versus aquéllas donde la administración fue continua (1,9 vs 2,9 x 10⁵/ml) ⁴.

En novillos a campo suplementados con distintos niveles de semilla de algodón, sorgo y urea, habrían sido detectados significativos descensos lineales de la población de protozoarios ruminales, que fueron de 2,08 x 10⁵/ml en testigos y de 1,58 x 10⁵/ml en suplementados con niveles altos ³. Similares resultados

Tabla 3. Proporción de protozoarios en fluido ruminal, según tratamiento (\bar{x}).

variable	tratamiento				EE	p
	cero	bajo	medio	alto		
recuento total (x10 ⁵ /ml)	4,5 ^a	4,4 ^a	2,8 ^b	2,7 ^b	5,12	0,04
holótricos (x10 ⁵ /ml)	0,40	0,60	0,53	0,46	1,08	0,46
oligótricos (x10 ⁵ /ml)	4,10	3,80	2,27	2,24	5,77	0,07
holótricos (%)	9	14	19	17	5,62	0,41
oligótricos (%)	91	86	81	83	5,62	0,41

Letras distintas indican diferencias significativas.

habrían sido registrados en novillos fistulados, donde cada aumento del nivel de semilla de algodón en el suplemento, se habría correspondido con declinaciones lineales de la concentración de estos microorganismos en rumen (cero 13,51, bajo 9,29, medio 6,47 y alto 4,38 x 10⁴ protozoarios/ml) ⁵.

Tales reducciones de la fauna ruminal también podrían ser atribuidas a los ácidos grasos contenidos en la semilla de algodón, los cuales serían tóxicos tanto para protozoarios como bacterias ruminales ³³. La toxicidad de los ácidos grasos ciclopropenoides de esta semilla provocaría trastornos nutricionales severos en el ganado vacuno ¹⁰. La semilla de algodón causaría significativos cambios lipídicos del medio interno, por su alto contenido graso ⁹.

Sin embargo, considerando el consumo diario de suplemento en el presente estudio (0,66 kg/día en el nivel bajo, 1,31 kg/día en el nivel medio y 1,91 kg/día en el nivel alto), surge que los animales ingirieron 40, 79 y 116 g/EE/día respectivamente, niveles que no resultarían lo suficientemente altos como para ocasionar en forma directa la disminución del recuento de protozoos ⁵.

Otro factor de la semilla de algodón capaz de causar descensos de protozoarios ruminales es el gopisol. Este compuesto polifenólico existiría a razón de 18 g/kg de harina de semilla de algodón ¹⁶. El gopisol es capaz de causar severos daños orgánicos, especialmente a rumiantes en crecimiento, con trastornos del ambiente ruminal y pérdida de peso ¹². Dicho tóxico desarrollaría acciones antimicrobianas, demostradas en ciertas especies ruminales como *Lactobacillus sp* ²³; el mecanismo antibacteriano no estaría totalmente esclarecido pero parecería estar relacionado con la presencia de grupos aldehído ¹⁴.

En cuanto al recuento diferencial de protozoarios de las vaquillas suplementadas con EA, la mayor proporción de protozoarios oligótricos (81 a 86%) con relación a los holótricos (14 a 19%) concuerda con los resultados obtenidos en estudios de suplementación de bovinos con semilla de algodón, donde *Entodinium sp* (uno de los principales géneros de la familia *Oligotrichidae*) fue el microorganismo predominante en todos los tratamientos, en tanto *Isotrichia sp* (uno de los principales géneros de la familia *Holotrichidae*) presentó una tendencia lineal declinante ⁵. Este último cambio también concuerda con lo acaecido en el presente estudio, donde la concentración absoluta de holótricos registró tendencia descendente a medida que aumentaba el nivel dietario de EA (0,60, 0,53 y 0,46 x 10⁵/ml en tratamientos bajo, medio y alto respectivamente).

En conclusión, surge que la suplementación invernal con EA modificó significativamente la evolución del peso y las concentraciones de varios parámetros plasmáticos y ruminales en vaquillas cruce cebú mantenidas en potreros de dicantio. Las más altas ganancias de peso y las mayores concentraciones de propionato ruminal y urea plasmática (significativas), así como del NH₃ ruminal (no significativas), fueron

directamente proporcionales a la cantidad de EA suministrado y se atribuyen al incremento del nitrógeno dietario, sin descartar efectos imputables a la energía adicional incorporada. Paradójicamente, las proteínas plasmáticas variaron escasamente y el acetato ruminal fue menor en los grupos suplementados, pese a la fibra adicionada por el EA. La grasa adicional y/o ácidos grasos tóxicos del EA, así como la presencia de gopisol, serían responsables de la reducción del recuento total de protozoarios, cuya concentración fue inversamente proporcional a los niveles de EA suministrado. La reducción de la concentración absoluta de protozoarios fue acompañada por disminución del porcentaje de oligótricos y aumento de la tasa de holótricos.

Agradecimientos

Al INTA Colonia Benítez, SGCYT-UNNE y Wiener Lab, por contribuir al desarrollo del trabajo. Al Dr. J. Schreiner y Sres. Ramón Gómez, Omar Belásquez, Luis Maurel, José Valussi y José Alsina por colaborar en las tareas de campo.

Abstract

Navamuel, J.M.; Balbuena, O.; Koza, G.A.; Kucseva, C.D.; Arakaki, C.L.; Slanac, A.L.; Coppo, N.B.; Coppo, J.A.: Effects of different levels of protein supplementation on ruminal and plasmatic variables in half-bred Zebu heifers. The purpose of this study was to evaluate the effects of different supplementation levels of cottonseed meal (CM) on liveweight, ruminal and plasmatic variables of half-bred Zebu heifers. Animals were maintained on cultivated pasture (*Dichanthium*) in Corrientes, northeastern Argentina. By means of a randomly complete blocks design, 40 heifers were divided in 4 lots of 10 animals each, which were respectively supplemented with CM (proteins: 33.6%, fiber: 34.1%, fat: 6%), at 1.2% of liveweight (high level), 0.8% (half), 0.4% (low) and 0% (control). Blood samples were taken every 28 days, and ruminal fluid samples were obtained at the end of the trial (day 140). Determinations of volatile fatty acids (gas chromatography), ammonia (colorimetry) and protozoa (microscopy) were carried out on ruminal fluid. Urea and total protein (photocolorimetry), as well as protein fractions (electrophoresis), were measured on plasma. Liveweight daily gains in control, low, half, and high groups were respectively 131, 230, 228, and 312 g/animal (p<0.01). Dietary CM increase correlated (p<0.01) with ruminal propionate increase (control: 17.29% versus high level: 18.97%), as well as with acetate/propionate rate decrease (3.77 versus 3.42, p<0.005). Butyrate, isobutyrate, valerate and isovalerate variations were not detected. Ammonia was higher in supplemented heifers (without significance). Plasma urea final concentration was lower in control group (0,21 g/l), and higher in supplemented ones (p<0.05), from 0.30 g/l (low), 0.32 g/l (half), and 0.43 g/l (high level). Total protein, albumin and globulins were slightly altered. Protozoa recount decreased (p<0.04)

in directly proportional way to given CM quantity (4.5–4.4–2.8–2.7x10⁵/ml respectively). *Oligotrichidae* was higher in zero and low levels, and *Holotrichidae* prevailed in half and high levels, but differences were not significant. Some of the modifications would have been caused by increase of dietary nitrogen, but others could be attributed to fiber and fat ingestion increase. Modifications of ruminal fauna could also be due to toxic principles present in the supplement.

Key words: half-bred Zebu heifers, winter supplementation, cottonseed meal, liveweight, volatile fatty acids, ammonia, urea, proteins, protozoa.

REFERENCIAS

1. **Anderson MJ, Adams DC, Lamb RC, Walters JL.** 1979. Feeding whole cottonseed to lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 62: 1098–1103.
2. **Balbuena O, Arakaki LC, Stahringer RC, D'Agostini A, Gándara FR, Kucseva CD, Velazco G.** 1998. Valor alimenticio de la semilla de algodón comparada con maíz-urea en la suplementación invernal de la recría de novillos en pastoreo. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 18: 30.
3. **Balbuena O, Arakaki LC, Kucseva D, Velazco G.** 1999. Effects of levels of whole cottonseed in the supplement on performance, blood urea nitrogen and ruminal variables of grazing steers. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 29: 193–195.
4. **Balbuena O, Kucseva CD, Arakaki LC, Gándara FR, Stahringer RC, D'Agostini A, Velazco G.** 2000. Suplementación invernal discontinua en recría de vaquillas con baja oferta forrajera. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 20: 57.
5. **Balbuena O, Kucseva CD, Arakaki LC, Koza GA.** 2001. Efecto de niveles de semilla de algodón sobre el ambiente ruminal de novillos alimentados con heno de pasto estrella. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 21: 62.
6. **Bock BJ, Harmon DL, Brandt RT, Schneider JE.** 1991. Fat source and calcium level effects on finishing steer performance, digestion and metabolism. *J. Anim. Sci.* 69: 2211–2224.
7. **Cheema AU, Galyean ML, Caton JS, Freeman AS.** 1991. Influence of protein levels and naloxone on ruminal fermentation, serum hormones and metabolites in lambs fed oat hay or barley straw. *Small Rum. Res.* 5: 47–55.
8. **Contreras P.** 2000. Indicadores do metabolismo proteico utilizados nos perfis metabolicos de rebanhos. In: *Perfil Metabolico em Rumiantes: seu Uso em Nutrição e Doenças Nutricionais* (Gonzales FH, Barcello JO, Patiño HO, Ribeiro LA Ed.), Grafica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
9. **Coppo JA.** 1990. Effects of dietary lipidic charge in the concentration of bovine lipids and lipoproteins. Its influence on the saturation degree of fatty acids' stored lipids. *Acta Physiol. Pharm.* 40: 289–297.
10. **Coppo JA, Maccio OA, Scorza SH, Coppo NB.** 1993. Desórdenes metabólicos en bovinos suplementados con semilla de algodón. *Arch. Zoot.* 42: 301–311.
11. **Coppo JA, Scorza SH, Coppo NB.** 1995. Biochemical profiles of argentine cattle supplemented with cottonseed. *RIA* 25: 91–102.
12. **Coppo JA, Coppo NB.** 1999. Nutritional indicators changes and organic damages in cottonseed supplemented steers. *Facena* 14: 1–6.
13. **Coppo JA.** 2001. *Fisiología Comparada del Medio Interno*, Ed. Dunken, Buenos Aires.
14. **Dawson KA, Rasmussen MA, Allison MJ.** 1997. Digestive disorders and nutritional toxicity. In: *The Rumen Microbial Ecosystem* (Hobson PN, Stewart CS Ed.), 2nd ed., Backie Acad. Prof., Londres.
15. **Hammond AC.** 1992. Use of blood urea nitrogen concentration to guide protein supplementation in cattle. *Proceeding of 3rd Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium*, Gainesville, Florida, p. 9–18.
16. **Hudson LN, Kerr LA, Maslim WR.** 1988. Gossypol toxicosis in a herd of beef calves. *JAVMA*, 192: 1303–1305.
17. **Kaplan A.** 1969. *Methods of Biochemical Analysis*, Interscience Publishers, New York.
18. **Keele JW, Roffler RE, Beyers KZ.** 1989. Ruminal metabolism in nonlactating cows fed whole cottonseed or extruded soybeans. *J. Anim. Sci.* 67: 1612–1622.
19. **Kolb E.** 1987. *Fisiología Veterinaria*, 3^o ed., Acribia, Zaragoza.
20. **Leek BF.** 1999. Digestión en el estómago de los rumiantes. En: *Fisiología de los Animales Domésticos de Dukes* (Swenson MJ, Reece WO Ed.), 2^o ed., Uteha, México.
21. **Maidana SL.** 1982. *Bioquímica de la Digestión Ruminal*, Ed. Moro, Resistencia.
22. **Malcolm KJ, Kiesling HE.** 1990. Effects of whole cottonseed and live yeast culture on ruminal fermentation and fluid passage rate in steers. *J. Anim. Sci.* 68: 1965–1967.
23. **Margalith P.** 1967. Inhibitory effect of gossypol on microorganism. *Appl. Microbiol.* 15: 952–953.
24. **Minson DJ.** 1990. *Forage in Ruminant Nutrition*, Academic Press, San Diego.
25. **National Research Council (NRC).** 1984. *Nutrient Requirements of Beef Cattle*, Nat. Acad. Press, Washington.
26. **Ogimoto K, Imai, S.** 1981. *Atlas of Rumen Microbiology*, Jpn. Sci. Soc. Press, Tokyo.
27. **Owens FN, Goetsch AL.** 1984. Digesta passage and microbial protein synthesis. In: *Control of Digestion and Metabolism in Ruminants* (Milligan LP, Grovum WL, Dobson A Ed.), Prentice Hall, New Jersey.
28. **Packett LV, McCune RW.** 1965. Determination of steam-volatile organic acids in fermentation media by gas liquid chromatography. *Appl. Microbiol.* 13: 22–27.
29. **Puga DC, Galina HM, Pérez-Gil RF, Sangines GL, Aguilera BA, Haenlein GF, Barajas CR, Herrera HJ.** 2001. Effect of a controlled-release urea supplementation on feed intake, digestibility, nitrogen balance and ruminal kinetics of sheep fed low quality tropical forage. *Small Rum. Res.* 41: 9–18.
30. **Ricciardino MZ, Scena C, Pissinali RL.** 1997. Relaciones entre parámetros bioquímicos y productivos en terneros lactantes de vacas primiparas Hereford. *Prod. Anim.* 17: 305.

31. **Sampedro DH.** 1998. Suplementación de vacunos sobre campo natural. *Ganadería del NEA, Avances en Nutrición Animal*, Ed. INTA, Buenos Aires, p. 89–97.
32. **Sutton JD, Knight R, McAllan AB, Smith RH.** 1983. Digestion and synthesis in the rumen of sheep given diets supplemented with free and protected oils. *Br. J. Nutr.* 49: 419–432.
33. **Van Nevel CJ, Demeyer DI.** 1988. Manipulation of rumen. In: *The Rumen Microbial Ecosystem* (Hobson PN Ed.), Elsevier, London.
34. **Zinn RA.** 1989. Influence of level and source of dietary fat on its comparative feeding value in finishing diets for feedlot steers. *J. Anim. Sci.* 67: 1038–1049.
35. **Zinn RA, Plascencia A.** 1993. Interaction of whole cottonseed and supplemental fat on digestive function in cattle. *J. Anim. Sci.* 71: 11–17.

Premios Fisiología 2003 y Beca Fundación Bunge y Born 2004

El día 24 de octubre de 2003 se realizó el acto de cierre del período lectivo de la cátedra de Fisiología de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la UNNE, oportunidad en que se entregaron los “Premios Fisiología” a los mejores promedios de la promoción. Resultaron distinguidos los alumnos *Emmanuel Bravo Elías, Patricio Cowper Coles, Gladys Roxana Obregón, Jorge Raúl Libutzki, Norberto Adrián McLouglin y Mauro Matías Bravo Dellamea.*

Durante el acto referenciado, también se efectuó la entrega de la “Beca Fundación Bunge y Born”, distinción instaurada por dicha entidad, destinada a alumnos destacados en sus estudios, consistente en un monto de dinero equivalente al sueldo de Ayudante Alumno, con prestación de servicios en la Cátedra de Fisiología. El Becario 2003, Sr. *Norberto Orlando Correa*, hizo entrega de la documentación correspondiente al Becario 2004, Sr. *Sergio Ernesto López Belzunce.*



En la fotografía se aprecia el grupo de alumnos adjudicatarios de tales distinciones, acompañados por docentes de la Cátedra de Fisiología.

Los “Premios Fisiología” fueron instituidos en 1978 con el objeto de incentivar la dedicación de los alumnos hacia esa asignatura y reconocer el mérito de los más aplicados. Consisten en un *diploma*, libros de estudio, suscripciones a revistas profesionales, instrumental técnico y artículos personales, que en el año 2003 fueron donados por nuestra Asociación Cooperadora, Cátedra de Bromatología, Agrupación Franja Morada, Agrupación Veterinaria Independiente, veterinarias Lassie, El Rodeo, Los Pollitos, Nueva Resistencia y El Arriero, distribuidoras Sapolsky, Bastera, Ciagro, Fénix, Drovot y El Torito, Revistas Producción Animal, Veterinaria Argentina y Selecciones Veterinarias, Servinlab, Wiener Lab, GT-Lab, Corrientes Dental, Farmacia Alvear, Cirugía Corrientes, Librería El Estudiante, Librería de la Paz, La Casa del Plano, Fotocopiadora Gutemberg, Color-Cop, Copias.com, Foto Fain, Foto Color del Centro, Hiper-Woli y Comercial Guardapolvos.