

Efecto del nitrógeno de liberación lenta y cultivo de levadura en dietas altas en fibras en la alimentación de búfalos de agua (Effect of Slow-Release-Nitrogen and Yeast Culture in high roughage diets fed to Water- Buffaloes)

Ramón García-Herrera⁽¹⁾, Amaury Camilo Valinote⁽²⁾, Paulo Roberto Leme⁽²⁾ y José Carlos Machado-Nogueira-Filho⁽²⁾

⁽¹⁾Departamento Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad Ciencias Agropecuarias. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Cuba. Carretera a Camajuaní Km. 5.5, Santa Clara (54830), Villa Clara, Cuba

⁽²⁾Facultad de Zootecnia e Ingeniería de Alimentos. Universidad de São Paulo, Brasil. Rua Duque de Caxias Norte, 225, CEP 13635-900, Pirassununga, SP.

Contacto: ramongh@uclv.edu.cu

Resumen

Cuatro búfalos de agua con canulas ruminales fueron utilizados en un diseño Cuadrado Latino para investigar el efecto de la adición de levadura y la sustitución parcial de urea por un producto de liberación lenta de nitrógeno sobre la digestión y los parámetros ruminales. Las dietas experimentales fueron urea (U), urea y levadura (UL), nitrógeno de liberación lenta (O) y nitrógeno de liberación lenta más levadura (OL). El nitrógeno de liberación lenta sustituyó el 84 % de la urea en los tratamientos O y de OL. Los períodos experimentales tuvieron nueve días de adaptación, cinco de degradabilidad y cuatro para la recolección de heces. Además, dos días de recolección de contenido ruminal para analizar la fermentación ruminal, la cinética líquida y los protozoarios ciliados. Los tratamientos fueron analizados como contrastes ortogonales. Hubo un aumento en la ingestión de materia seca cuando la levadura fue añadida a las dietas que contenían nitrógeno de liberación lenta (DMI=0.066). El tratamiento OL produjo una mayor digestibilidad de materia seca que el tratamiento O (DM=0.040). La degradabilidad potencial de NDF fue mayor para el tratamiento O ($p < 0.05$). El nitrógeno de liberación lenta mostró ser una buena fuente de nitrógeno no-proteico, aumentando la digestibilidad y degradabilidad de la materia seca y fibra en las dietas a base de caña de azúcar, un alimento muy común en países tropicales, probablemente como consecuencia de la baja tasa de liberación de urea. La levadura aumentó la digestibilidad de las dietas y la degradabilidad de la caña de azúcar y tuvo un efecto aditivo en las dietas de nitrógeno de liberación lenta.

Palabras claves: *Bubalus bubalis*; microingredientes, nitrógeno no-proteico, rumen, caña de azúcar

Abstract

Four water buffaloes fitted with rumen cannulas were utilized in a 4x4 Latin Square to investigate the effect of Yeast Culture and the partial substitution of urea by a Slow-Release-Nitrogen on the digestion and rumen parameters. The experimental diets were urea (U), urea and Yeast (UL), Slow-Release-Nitrogen (O) and Slow-Release-Nitrogen and Yeast (OL). Slow-Release-Nitrogen substituted 84% of the urea in the O and OL treatments. The experimental periods had nine days of adaptation, five of degradability incubation and four of faeces collection. After this, two days of rumen content collection were realized to analyse rumen fermentation, liquid kinetics and ciliate protozoa. The treatments were analyzed as orthogonal contrasts. There was an increase in the dry matter intake when the Yeast was added to the Slow-Release-Nitrogen diets (DMI=0.066). The OL treatment provided higher dry matter digestibility than O treatment (DM=0.040). The NDF potencial degradability was higher with the O treatments ($p<0.05$). Slow-Release-Nitrogen showed to be a good source of non-proteic-nitrogen, increasing dry matter digestibility and dry matter and fiber degradability in high sugar-cane diets, a very common feed in tropical countries, probably as a result of the slower nitrogen release than urea. Yeast improved diets digestibility and sugar-cane degradability, and had an additive effect in the Slow-Release-Nitrogen diets.

Key words: *Bubalus bubalis*; microingredients, non-protein-nitrogen, rumen, sugar-cane.

Introducción

El nitrógeno no proteico ha sido utilizado en la alimentación de rumiantes como origen de nitrógeno más barato que el proveniente de una fuente de proteína verdadera. La urea es el producto principal con este significado, por su degradabilidad se produce una cantidad de amoníaco que es usada por los microorganismos ruminales como un suplemento de nitrógeno para el crecimiento y aumento de la síntesis microbiana.

Los organismos fibrolíticos son los más eficientes en utilizar el amoníaco como fuente de nitrógeno, de ahí que la urea en dietas altas en fibra incrementan la degradación y la digestión de la fibra (Russel, 1992). Un problema es que esta dieta tiene una liberación rápida de nitrógeno, por lo tanto, mucho amoníaco puede ser perdido por absorción del epitelio ruminal y eructación. Una fuente de nitrógeno con liberación lenta, proveería una mejor utilización del nitrógeno y también de otros nutrientes en el rumen. Varios tipos de productos con liberación lenta de nitrógeno han sido utilizados, pero los resultados han sido muy variables. El Optigen[®] es un producto a base de urea cubierta por un polímero que libera N como NH_3 más lentamente que la urea. Tedeschi et al.

(2002) usó nitrógeno de liberación lenta para el crecimiento terminal de animales, pero no valoró los parámetros ruminales.

Algunos orígenes de levadura han sido utilizados como un aditivo natural en dietas para rumiantes. En los mismos se ha mostrado el aumento en digestibilidad de la fibra y producción de acetato, probablemente porque podría estimular la actividad celulolítica bacteriana y la utilización del lactato (Newbold et al., 1996).

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de sustitución parcial de urea por nitrógeno de liberación lenta y la inclusión de levadura, así como el efecto aditivo de ambos alimentos en la digestión y parámetros ruminales de búfalos de agua alimentados con dietas altas en fibra .

Materiales y Métodos

Cuatro búfalos de agua con cánulas ruminales y con pesos promedio de 438 ± 23 Kg, fueron utilizados en un diseño cuadrado latino 4x4. Los animales fueron alojados en jaulas metabólicas individuales y recibieron las dietas experimentales con 80 % de caña de azúcar y 20 % de concentrado (DM base) con urea (U), urea y levadura (UL), nitrógeno de liberación lenta (O), y nitrógeno de liberación lenta más levadura (OL) (Tabla 1). El nitrógeno de liberación lenta es un producto a base de urea cubierta por un polímero que libera N como NH_3 más lentamente (Optigen 1200[®]) y sustituyó el 84 % de la urea en los tratamientos O y OL.

Los alimentos fueron dados dos veces diariamente, a las 8: 00 a.m. y a las 4:00 p.m. Los períodos experimentales fueron subdivididos en adaptación (9 días) y período de colección (6 días).

El alimento fue ofertado como el 110 % del consumo. Las sobras de la anterior alimentación fueron colectadas y pesadas diariamente antes de la siguiente alimentación.

En el período de colectas, las heces fueron pesadas y colectadas durante los cinco días iniciales para evaluar la digestibilidad aparente. Una alícuota de aproximadamente el diez por ciento de heces fue recogida y almacenada a -20° C para evaluar con posterioridad la materia seca, NDF, ADF, proteína cruda (CP), extracto de éter (EE), fibra cruda (CF) y cenizas.

El extracto no-nitrogenado (NNE) fue calculado como la materia seca menos la proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda y ceniza.

La digestibilidad de los nutrientes fue calculada como la suma de la digestibilidad de los nutrientes y la digestibilidad del extracto etéreo multiplicado por 2,25.

Tabla 1 Composición porcentual y química de las dietas (materia seca base)

Ingredientes	T r a t a m i e n t o s			
	U	UL	O	OL
Harina de maíz	6.41	6.41	6.41	6.41
Harina de frijol de soja	11.97	11.90	11.97	11.90
Urea	0.90	0.90	0.18	0.18
Sales minerales	0.72	0.72	0.72	0.72
Cultivo de levadura ²	-	0.066	-	0.066
Nitrógeno de liberación lenta ³	-	-	0.72	0.72
Caña de azúcar	80.00	80.00	80.00	80.00
Total	100.00	100.00	100.00	100.00
NUTRIENTES				
Materia seca	45.38	45.38	45.50	45.50
Proteína cruda	11.11	11.37	11.34	11.36
Fibra de detergente neutral	38.75	38.75	38.67	38.79
Fibra de detergente ácido	26.13	26.12	25.98	25.70
Extracto de éter	3.37	2.94	2.31	2.13
Fibra cruda	33.69	33.62	33.60	33.83
Cenizas	5.43	5.60	5.83	5.89
Extractos no nitrogenados	45.48	45.51	45.91	45.75

(1) Tratamientos: U = urea, UL =urea y levadura, O = nitrógeno liberación lenta,

OL = nitrógeno liberación lenta y levadura.

(2) Yeast Sacc1026[®] (Saccharomyces cerevisae)

(3) Optigen1200[®]

El contenido del rumen fue colectado a las 0, 2, 4 y 6 horas posteriores al suministro de los alimentos para evaluar la fermentación ruminal, medida como la concentración de VFA, N-NH₃ y pH.

El pH fue medido al momento de la toma de la muestra.

Un alícuota de 5,0 mL fue separada y se le añadió 1,0 mL de ácido de fórmico para medir la concentración de AGV, según Erwing et al. (1961).

A otra alícuota de 2,0 mL le fue añadido ácido sulfúrico 1 N, para medir el N-NH₃, de acuerdo a lo descrito por Weatherburn (1967).

Para evaluar la cinética líquida fue usado el polietilenglicol usado (PEG), con peso molecular de 4.000, como marcador líquido. Este fue colocado una hora antes de administrar el alimento, siendo colectado a las 0, 1.5, 3, 6, 12, y 24 horas postalimentación. La determinación de PEG fue realizada utilizando la

técnica de Hyden (1959).

Una muestra del contenido de rumen de 10 mL fue obtenida a las 0 y 4 horas postalimentación para evaluar los protozoos ciliados. Esta fue guardada en un tubo con 10 mL de solución de formaldehído al 37 %. La identificación de protozoos y su conteo fueron realizados de acuerdo con lo descrito por Dehority (1977). Fueron usados, en conjunto, ambos tiempos de colección para el análisis estadístico.

La técnica de degradabilidad *in situ* fue utilizada para evaluar las proporciones de degradaciones de la caña de azúcar. Esta fue incubada durante 3, 6, 12, 24, 48, 72 y 96 horas en el rumen de los animales. Una muestra fue incubada en Baño de María a 39 °C durante 15 minutos para determinar la proporción de degradación a la 0 hora, como lo descrito por Cumming et al. (1983). Los coeficientes de degradabilidad fueron utilizados para calcular las fracciones de degradación de acuerdo con Orskov y McDonald (1979).

El análisis estadístico fue realizado usando el programa MIXED de software SAS (2001). Los tratamientos fueron analizados como contraste ortogonal, Nitrógeno de liberación lenta x Urea, Levadura x Nitrógeno de liberación lenta sin levadura x Nitrógeno de liberación lenta y levadura.

Resultados y Discusión

En la Tabla 2 se observa que:

La adición de levadura en dietas con nitrógeno de liberación lenta incrementó la DMI (DMI= 0.066) y el DMI/BW^{0.75} (DMI/BW= 0.065).

Hubo un tendencia a incrementar la digestibilidad de DM en las dietas O y OY (0,116) y a un aumento en la digestibilidad de la materia seca con la inclusión de levadura (DM= 0.052). El efecto aditivo en la dieta de nitrógeno de liberación lenta fue observado cuando fue añadida la levadura para la digestibilidad de DM (DMI= 0.066 y DM= 0.040), pero este efecto no fue observado para las digestibilidades de CP, NDF y ADF ($p < 0.05$).

El nitrógeno de lenta liberación no mejoró el TDN, pero un aumento en el valor numérico fue observado.

El nitrógeno de liberación lenta mejoró las proporciones de degradabilidades de la materia seca de la caña de azúcar, excepto para la fracción soluble (a) ($p < 0.01$) (Tabla 3).

Tabla 2 Efectos de la sustitución parcial de urea por nitrógeno de liberación lenta y adición de levadura en dietas para búfalos de agua basadas en caña de azúcar sobre el consumo de materia seca y la digestibilidad.

	Tratamientos ⁽¹⁾				SE	Contrastes ⁽²⁾		
	U	UL	O	OL		U x O	U x CL	U x OL
I, kg	98 ^a	7 ^b	34 ^c	92 ^a	85	64 ^a	40 ^b	66^c
I/BW ^{0.75} , g	86 ^a	65 ^b	91 ^b	04 ^c	02	86 ^a	25 ^b	65^c
estabilidad,	59 ^a	85 ^{a b}	21 ^a	24 ^{a b}	1	16^a	52^b	40^b
OM Digestibilidad, %	69,94 ^a	66,21 ^b	70,80 ^c	72,59	2,64	0,220 ^a	0,727 ^b	0,648 ^{b c}
CP Digestibilidad, %	73,82 ^a	74,42 ^{a b}	76,80 ^{a b}	77,04 ^b	2,20	0,250 ^a	0,854 ^b	0,941 ^b
NDF Digestibilidad, %	42,05 ^a	38,05 ^b	44,37 ^a	47,05 ^a	0,445	0,271 ^a	0,926 ^b	0,687 ^c
ADF Digestibilidad, %	44,88 ^a	41,77 ^b	46,69 ^a	48,31 ^a	0,045	0,393 ^a	0,875 ^b	0,808 ^b
TDN, %	70,9 ^a	66,52 ^b	71,25 ^a	73,09 ^a	2,586	0,231 ^a	0,641 ^b	0,632 ^b

Medias en la misma fila con distintos índices difieren a $p < 0.05$

⁽¹⁾ Tratamientos: U = urea, UL = Levadura, O = Nitrógeno de liberación lenta, OL = Nitrógeno de liberación lenta con levadura.

⁽²⁾ Contrastes: U x O = Urea vs Nitrógeno de liberación lenta, SL vs CL = Sin levadura vs con levadura, O vs OL = Nitrógeno de liberación lenta vs Nitrógeno de liberación lenta más levadura.

La adición de levadura mejora la degradabilidad de la materia seca ($p < 0.05$), pero no influyó en la proporción de degradación (c) y la fracción de soluble (a). La levadura mejoró las fracciones de degradabilidades cuando se añadió en la dieta nitrógeno de liberación lenta ($p < 0,05$).

La degradación potencial del NDF fue incrementada por la sustitución de urea por el nitrógeno de liberación lenta (DP= 0.045).

El efecto aditivo de la levadura a dietas de nitrógeno de liberación lenta fue observado para la degradación potencial (DP= 0.0089) y la efectiva de NDF (De= 0,018).

El nitrógeno de liberación lenta mejoró la digestibilidad de la materia seca y la degradabilidad, así como la degradabilidad de NDF. (Tablas 2 y 3).

Tabla 3 Efectos de la sustitución parcial de urea por nitrógeno de liberación lenta y adición de urea en dietas para búfalos de agua sobre la degradabilidad de la caña de azúcar.

	Tratamientos ⁽¹⁾				SE	Contrastes ⁽²⁾		
	U	UL	O	OL		U x O	SL x CL	O x OL
Degradabilidad <i>in situ</i> de la DM⁽³⁾								
a	55.21 ^a	54.96 ^a	54.55 ^a	55.40 ^a	0,17	0.520 ^a	0.119 ^b	0.017^c
b	20.63 ^a	24.52 ^b	24.37 ^b	30.05 ^c	1,55	0.025^a	0.022^a	0.049^b
c	0.029 ^a	0.027 ^a	0.032 ^b	0.036 ^b	0,002	0.072^a	0.796 ^b	0.356 ^c
DP	75.84 ^a	79.48 ^b	79.91 ^b	85.45 ^c	1,65	0.034^a	0.022^b	0.039^a
De (0,02)	66.03 ^a	68.27 ^b	67.56 ^b	73.31 ^c	1,07	0.023^a	0.011^b	0.013^b
Degradabilidad <i>in situ</i> de la NDF⁽³⁾								
a	4.41 ^a	4.44 ^a	4.46 ^a	5.30 ^b	0.62	0.470 ^a	0.493 ^a	0.388 ^b
b	49.19 ^a	51.62 ^b	53.77 ^b	63.14 ^c	0,62	0.035^a	0.089^b	0.077^c
c	0.034 ^a	0.043 ^b	0.031 ^a	0.034 ^a	0,01	0.405 ^a	0.399 ^a	0.775 ^b
DP	53.61 ^a	56.06 ^b	58.23 ^c	68.4 ^d	3,40	0.045^a	0.105^b	0.089^a
De (0,02)	32.05 ^a	35.68 ^b	31.8 ^a	43.3 ^c	2,34	0.154 ^a	0.019^b	0.018^b

Medias en la misma fila con distintos índices difieren a p<0.05

⁽¹⁾ Tratamientos: U = urea; UL = Urea más Levadura; O = Nitrógeno de liberación lenta; OL = Nitrógeno de liberación lenta más levadura.

⁽²⁾ Contrastes: U x O = Urea vs Nitrógeno de liberación lenta; SL vs CL = Sin levadura vs Con levadura; O vs OL = Nitrógeno de liberación lenta vs Nitrógeno de liberación lenta más levadura.

⁽³⁾ a = fracción soluble; b = fracción degradable potencial; c = proporción de degradación; DP = potencial de degradabilidad; De = degradabilidad efectiva para una proporción de pasaje de 2%

La cinética ruminal no fue afectada por el nitrógeno de liberación lenta; sin embargo, la levadura redujo el volumen del rumen (0.04) y hubo una tendencia a incrementar el pasaje líquido (0.09) e intercambio (turnover) (0.10). (Tabla 4)

Tabla 4 Cinética del líquido ruminal en búfalos de agua alimentados con dietas altas en fibra

	Tratamientos ⁽²⁾				SE	Contrastes ⁽³⁾		
	U	UL	O	OL		U x O	SL x CL	O x OL
Pasaje líquido (L/h)	6.47 ^a	7.90 ^b	7.64 ^b	7.19 ^b	0.25	0.39 ^b	0.09^a	0.25 ^b
Volumen Rumen (L)	65.68 ^a	48.07 ^b	53.26 ^c	58.99 ^d	2.34	0.76 ^a	0.04^b	0.16 ^c
Intercambio (Turnover) (L x Kg DM ⁻¹ x h ⁻¹)	1.55 ^a	1.89 ^b	1.83 ^b	1.72 ^c	0.06	0.39 ^a	0.10^b	0.24 ^c

Medias en la misma fila con distintos índices difieren a p<0.05

² Tratamientos: U = urea; UL (Urea más Levadura); O = (Nitrógeno de liberación lenta), OL = Nitrógeno de liberación lenta más levadura.

³ Contrastes: U x O = Urea vs Nitrógeno de liberación lenta; SL vs CL = Sin levadura vs Con levadura; O vs OL = Nitrógeno de liberación lenta vs Nitrógeno de liberación lenta más levadura.

Tabla 5 pH ruminal, AGV y concentración de amoníaco (mg/dec N) en el rumen de búfalos de agua.

	Tratamientos ⁽²⁾	SE	Contrastes ⁽³⁾
--	-----------------------------	----	---------------------------

	U	UL	O	OL		U x O	SL x CL	O x OL
pH	6,62 _b	6,72 _a	6,72 _a	6,85 _a	0,08	0,22 ^a	0,22 ^a	0,30 ^a
Ácido acético (mM)	39,52 _a	37,96 _a	39,11 _a	39,87 _a	1,22	0,5618 _a	0,7577 _b	0,6711 _c
Ácido propiónico (mM)	23,24 _a	17,22 _b	21,97 _c	19,21 _d	1,32	0,7941 _a	0,0161 _b	0,1907 _c
Ácido butírico (mM)	6,59 _a	6,31 _a	5,93 _a	6,35 _a	0,33	0,3877 _a	0,8422 ^b	0,4027 _a
Acético/propiónico	1,86 _a	2,26 _a	2,02 _a	2,30 _a	0,16	0,5609 _a	0,0799 _b	0,2689 _c
Acético, %	57,83 _a	61,93 _a	59,37 _a	61,59 _a	1,64	0,7288 _a	0,1017 _b	0,3748 _c
Propiónico, %	32,72 _a	27,99 _a	31,87 _a	28,93 _a	1,53	0,9765 _a	0,0462 _b	0,2232 _c
Butírico, %	9,44 _a	10,08 _a	8,76 _a	9,48 _a	0,35	0,1185 _a	0,1034 _b	0,1970 _c
Total	69,37 _a	61,49	67,00 _a	65,44 _a	2,22	0,7317 _a	0,0781 _b	0,6362 _a
N-NH ₃ , mg/dec N ⁽¹⁾								
0 horas	3,62 _a	4,62 _{ab}	4,66 _{ab}	5,86 _b	0,69			
2 horas	13,19 _a	10,31 _b	10,02 _b	14,56 _a	0,86			
4 horas	7,62 _a	8,07 _{ab}	7,17 _a	8,62 _b	0,93			
6 horas	4,84 _a	5,52 _{ab}	4,31 _a	5,67 _b	0,59			

Medias en la misma fila sin subíndice común difieren a ($p < 0.05$).

² Tratamientos: U = urea; UL (Urea más Levadura); O = (Nitrógeno de liberación lenta), OL = Nitrógeno de liberación lenta más levadura.

³ Contrastes: U x O = Urea vs Nitrógeno de liberación lenta; SL vs CL = Sin levadura vs Con levadura; O vs OL = Nitrógeno de liberación lenta vs Nitrógeno de liberación lenta más levadura.

El pH no fue influido por los tratamientos ($p < 0,05$), excepto para el ácido propiónico (Tabla 5). Disminuyó la concentración y porcentajes del ácido propiónico cuando la levadura fue incluida en las dietas ($p < 0,05$). Una tendencia a la disminución del ácido butírico fue observada cuando el nitrógeno de liberación lenta fue usado en las dietas (5,93).

Hubo una interacción entre el tiempo de muestreo y tratamientos ($p < 0,05$) para la concentración de N-NH₃. En el primer muestreo el tratamiento U tenía la menor concentración de amoníaco, pero sin diferencias estadísticas entre los tratamientos UL y O. A las dos horas posteriores a la comida OL tenía la mayor concentración de amoníaco respecto a UL y O, pero sin diferir con el tratamiento U. A las 4 y 6 horas no hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos.

El uso del nitrógeno de liberación lenta más levadura incrementó todos los géneros y el número total de protozoos ($p < 0, 01$). (Tabla 6).

Tabla 6 Efectos de la sustitución parcial de urea por nitrógeno de lenta liberación y adición de levadura en dietas de búfalos de agua a base de caña de azúcar sobre los protozoos ciliados del rumen.

	Tratamientos ⁽¹⁾				SE	Contrastes ⁽²⁾		
	U	UL	O	OL		U x O	SL x CL	O x OL
Entodinium	33.68 ^a	50.94 ^b	83.35 ^c	106.43 ^d	1.48	<0,01	<0,01	<0,01
Diplodinium	3.26 ^a	5.53 ^b	1.64 ^c	2.45 ^d	0.13	<0,01	<0,01	<0,01
Epidinium	0.99 ^a	1.94 ^b	2.98 ^c	4.42 ^d	0.12	<0,01	<0,01	<0,01
Eudiplodinium	3.80 ^a	4.72 ^b	1.15 ^c	1.93 ^c	0,13	<0,01	<0,01	<0,01
Isotricha	1,43 ^a	2,44 ^b	4,29 ^c	5,44 ^c	0,17	<0,01	<0,01	<0,01
Dasytricha	1,45 ^a	2,18 ^b	4,14 ^c	5,59 ^d	0,14	<0,01	<0,01	<0,01
Protozoos totales	40,34 ^a	61,89 ^b	101,84 ^c	132,14 ^d	1,78	<0,01	<0,01	<0,01

Medias en la misma fila con distintos índices difieren a $p < 0.05$

⁽¹⁾ Tratamientos: U = urea; UL (Urea más Levadura); O = (Nitrógeno de liberación lenta),
OL = Nitrógeno de liberación lenta más levadura.

⁽²⁾ Contrastes: U x O = Urea vs Nitrógeno de liberación lenta; SL vs CL = Sin levadura vs Con levadura;
O vs OL = Nitrógeno de liberación lenta vs Nitrógeno de liberación lenta más levadura.

En nuestros hallazgos el nitrógeno de liberación lenta tendía a mejorar la digestibilidad de DM a través de una mayor degradabilidad de DM y FDN; sin embargo, la única característica fermentativa fue N-NH₃. La respuesta del amoníaco del tratamiento OY fue diferente del esperado mostrando valores más altos. Consideramos que este aumento de la concentración de amoníaco en el rumen a las 2 horas postalimentación fue debida a que este tratamiento tenía una mayor digestibilidad y degradabilidad, probablemente por el efecto aditivo de levadura.

La falta de respuesta del nitrógeno de liberación lenta para la concentración de AGV puede ser debida el uso de los productos de la fermentación por los microorganismos del rumen para la producción de nitrógeno microbiano y que la baja calidad del alimento no proporcionó los nutrientes para mejorar la producción de AGV.

La respuesta de productos de urea con liberación lenta de nitrógeno en la nutrición de rumiantes es variable, Tedeschi et al, (2001) y Löest et al. (2001) utilizando suplementación de urea y urea más biuret en bueyes que recibían dietas altas en fibra, no encontraron diferencias en el consumo total y la digestibilidad de DM, OM y NDF.

Currier et al. (2004a) suplementaron a bueyes con urea o biuret, un origen de nitrógeno de liberación lenta, todos los días o un día sí, otro no, y coincidiendo con nuestros hallazgos, el autor sugirieron que la urea y el origen de liberación lenta de nitrógeno tienen efecto similar sobre el fluido ruminal en rumiantes consumiendo forraje de baja calidad. En este estudio, la concentración de N - NH₃ fue menor para los tratamientos de biuret en relación a los tratamientos de urea, aunque este hallazgo no puede ser comparable al nuestro porque,

el biuret es hidrolizado para suministrar amoníaco, mientras el nitrógeno de liberación lenta libera el nitrógeno de la urea a través de pequeños "poros" debajo de la superficie. En un similar trabajo Currier et al. (2004b) no encontraron diferencias para la desaparición de OM y FDN entre los tratamientos biuret o urea.

La adición de levadura en las dietas incrementó la DM y la NDF de la caña de azúcar y mostró un aumento de la digestibilidad de la DM, ocurriendo un aumento del pasaje líquido, intercambio (turnover) y una reducción en el volumen del rumen. Estos hallazgos concuerdan con los de otros estudios.

Miranda et al (1996) encontraron incrementada la desaparición de la NDF de alfalfa in situ cuando añadió levadura a dietas con 27 o 37 % de NDF. En este estudio el pH, el acetato y el butirato no estaban afectados por la adición de levadura, pero había una mejora para la concentración de amoníaco a las 3 horas post alimentación, para los AGV total a las 6 horas después de la comida y para la concentración de propionato en las dietas con 37 % de NDF. Las dietas con 27 % de NDF disminuyeron la concentración de propionato en dietas con levadura.

Enjalbert et al. (1999) no encontraron diferencias en el pH y las concentraciones de amoníaco, acetato y butirato con la adición de levadura, lo que concuerda con nuestro estudio.

El aumento del número de bacterias celulolíticas debido a la adición de cultivos de levadura (Wiedmeier et al, 1987) puede ser la respuesta para el aumento de la degradabilidad y la digestibilidad encontrada.

El efecto de la utilización de levadura ha sido demostrado que interactúa con el contenido de nitrógeno de la dieta (Moloney y Drennan, 1994; Giger - Reverdin et al, 1996).

El aumento de la cantidad total de protozoos coincide con los resultados por nosotros obtenidos. Los protozoos ciliados son uno de los responsables de la degradabilidad de la fibra en dietas altas en ella, lo que está relacionado con los incrementos de la degradabilidad, digestibilidad y concentración de amoníaco, tal como nosotros encontramos en las dietas con nitrógeno de liberación lenta y de levadura.

Otros estudios han sido realizados para valorar el efecto del nitrógeno de liberación lenta en dietas con otros niveles de fibra y la influencia de este origen de nitrógeno sobre los microorganismos del rumen.

La levadura mostró que puede mejorar la digestibilidad ruminal como un aditivo en la dieta, encontrándose que la misma es fuente de nitrógeno de liberación lenta.

Conclusiones

El nitrógeno de lenta liberación podría ser un buen origen de nitrógeno no proteico, aunque el amoníaco en el rumen no disminuyó al compararlo con dietas con urea.

La adición de *Saccharomyce cerevisia* puede mejorar la utilización de dietas altas en fibra.

La levadura mostró que, como un aditivo en la dieta, puede mejorar la digestibilidad ruminal, encontrándose que la misma es fuente de nitrógeno de liberación lenta.

Más estudios son requeridos a fin de evaluar el efecto del nitrógeno de lenta liberación como aditivo en la alimentación de rumiantes.

Bibliografía

- CUMMINS, K.A.; NOCEK, J.E.; POLAN, C.E.; HERBEIN, J.H. Nitrogen degradability and microbial protein synthesis in calves fed diets of varying degradability by the bag technique. *Journal of Dairy Science*, v. 66, n.11, p. 2356-64, 1983
- CURRIER, T. A.; BOHNERT, D. W.; FALCK, S. J.; SCHAUER, C. S.; BARTLE, S. J. Daily and Alternate-day supplementation of urea or biuret to ruminants consuming low-quality forage: III. Effects on ruminal fermentation characteristics in steers. *J. Anim. Sci.*, v.82, p.1528 –1535. 2004
- DEHORITY, B. A. Classification and morphology of rumen protozoa. Wooster, Ohio Agricultural Research and Development Center, 1977. 82 p
- ENJALBERT F. GARRETT J.E.; MONCOULON R.; BAYOURTHE C.; CHICOTEAU P. Effects of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on ruminal digestion in non-lactating dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*, v.76, p.195 - 206, 1999
- ERWIN, W. S.; MARCO, G. J.; MERY, E. M. Volatile fatty acid analyses of blood and rumen fluid by gas chromatography. *Journal Dairy Science*, v. 44, p. 1768 - 1771, 1961
- GIGER-REVERDIN S.; BEZAULT N.; SAUVANT D.; BERTIN G. Effects of a probiotic yeast in lactating ruminants: interaction with dietary nitrogen level. *Animal Feed Science and Technology*, v 63, p.149 -162, 1996.
- HYDEN, S. A. A turbidometric method for the determination of higher polyethyleneglycols in biological materials. *K. Lantb. Arbb.*, v. 22, p. 139, 1959
- LÖEST, C. A., TITGEMEYER, E. C., DROUILLARD, J. S., LAMBERT, B. D., TRATER, A. M. Urea and biuret as nonprotein nitrogen sources in cooked molasses blocks for steers fed prairie hay. *Anim. Feed Sci. Techol.*, v. 94, p. 115 –126. 2001
- MIRANDA, R. L. A., MENDOZA, M. G. D., GAMA, J. R. B., GONZÁLEZ, M.

- S. S., FERRARA, R. ORTEGA, C. M. E., COBOS, P. M. A. Effect of *Saccharomyces cerevisiae* or *Aspergillus oryzae* cultures and NDF level on parameters of ruminal fermentation. *Animal Feed Science and Technology*, v. 63, p.289-296, 1996
- MOLONEY, A. P.; DRENNAN, M. J. The influence of the basal diet on the effects of yeast culture on ruminal fermentation and digestibility in steers *Animal Feed Science and Technology*. v. 50, p.55 - 73, 1994
 - NEWBOLD, C. J., WALLACE, R. J., MCINTOSH, F. M. Mode of action of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* as a feed additive for ruminants. *British Journal of Nutrition*, v. 76, p.249 – 261.1996
 - ORSKOV, E. R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurement weighted according to rate of passage. *Journal of Agricultural Science*, v. 92, n.1, p. 499-503, 1979
 - RUSSELL, J. B., J. D. O'CONNOR, D. G. FOX, P. J. VAN SOEST, SNIFFEN, C.J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. *Journal of Animal Science*, v. 70, p. 3551 – 3561. 1992
 - TEDESCHI, L.O.; BAKER, M.J.; KETCHEN, D.J.; FOX, D.,G. Performance of growing and finishing cattle supplemented with a slow-release urea product and urea. *Canadian Journal of Animal Science*, v.65.p.567 - 573, 2002
 - WEATHERBURN, M.V. Phenol - hypochlorite reaction for determination of ammonia. *Anal. Chemistry*, v. 39, p. 971 - 974, 1967