

Consumo y digestibilidad de pastos tropicales en toretes con suplementación nitrogenada y *Saccharomyces cerevisiae*

Intake and digestibility of tropical grasses in steers with nitrogen supplementation and *Saccharomyces cerevisiae*

R. Rojo R¹, G. D. Mendoza M², C. M. García B²,
J. R. Bárcena G² y E. M. Aranda I²

Resumen

Se realizó un estudio, para conocer el efecto de la suplementación nitrogenada y *Saccharomyces cerevisiae* (Sc), en el consumo y digestibilidad de pastos tropicales. Cinco toretes Holstein-Cebú canulados en rumen y duodeno (308.92 ± 30.40 kg de peso vivo) fueron asignados al azar en un diseño cuadro latino 5 x 5, durante 100 días. Los suplementos fueron: (S1) 50% del N por urea y 50% por harina de carne y (S2) 100% del nitrógeno (urea). Se suministraron 10 g de cultivo de levadura (Sc) animal⁻¹ día⁻¹. Los tratamientos fueron: Testigo; S1, S2, S1 + Sc, S2 + Sc. Las variables respuesta fueron: pH, nitrógeno amoniacal (N-NH₃), consumo de suplemento, consumo de forraje, consumo de materia seca, digestibilidad total y ruminal aparente de la FDN, FDA, MS y forraje. Los tratamientos no afectaron el N-NH₃ y pH. El tipo de nitrógeno afectó ($P < .05$) el consumo de suplemento (S1, 1.685^a vs S2, 0.825^b kg animal⁻¹ día⁻¹) y el consumo de forraje y MS se incrementó ($P < .05$) en 1.55 y 2.86 kg. La digestibilidad total y ruminal aparente de la FDN fue mejorada de 2.9 a 3.0% con el suplemento. La digestibilidad ruminal aparente de la FDA se incrementó ($P < .05$) en 4.7% con la suplementación y en 1.72% por Sc. El suplemento con urea aumentó ($P < .05$) la digestibilidad total y ruminal aparente de la FDN en 1.93 y 2.1%, así como la ruminal de la FDA en 1.66%. La suplementación nitrogenada aumentó la digestibilidad de la fibra y total del forraje y mejoró el consumo. El *Saccharomyces cerevisiae* aumentó la digestibilidad ruminal de la fibra detergente ácido.

Palabras clave: Consumo, digestibilidad, suplementación nitrogenada, *Saccharomyces cerevisiae*, pastos tropicales.

Recibido el 17-10-1997 ● Aceptado el 22-1-1999

1. Profesor investigador Adjunto. Universidad Autónoma de Guerrero México. E-mail: rolandorojo@hotmail.com Tel: 01 (595) 20200 ext 1716.

2. Profesor Investigador titular. Especialidad de Ganadería. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. Carretera México-Texcoco km 35.5. E-mail: gmendoza@colpos.colpos.mx Tel 01 (595) 20200 ext 1716.

Abstract

A metabolism trial was conducted to study the effect of nitrogen supplementation and *Saccharomyces cerevisiae* (Sc), on intake and digestibility of tropical grasses. Five duodenal and ruminal fistulated Holstein-Cebu steers (308.92 ± 30.40 kg BW) were randomly assigned to a 5 x 5 Latin square during 100 days. The supplements were: 50% of the nitrogen in form of urea and 50% meal meat (S1) and 100 % of total nitrogen from urea (S2). The Sc was dosed in the rumen (10 g per head per day). The treatments were control group, S1, S2, S1+Sc and S2+Sc. Response variables were: pH, N-NH₃, supplement intake, forage intake, dry matter intake, total and ruminal apparent digestibility of NDF, ADF, dry matter and forage. The treatments did not affect the pH and N-NH₃. The nitrogen source affected ($P < .05$) the intake supplement (S: 1.685^a vs S2: 0.825^b kg per head per day), forage intake and DM ($P < .05$) in 1.55 and 2.86 kg. The total and ruminal apparent digestibility of NDF was increased 2.9 to 3.0% with the supplementation. The ruminal digestibility of ADF was increased in 4.7% with supplement and 1.72% with Sc. The urea supplement increased the total and ruminal apparent digestibility of NDF in 1.93 and 2.1% also the ruminal of ADF in 1.66%. Nitrogen supplementation increased the digestibility of the fiber and improved the intake. The *Saccharomyces cerevisiae* increased the ruminal digestibility of acid detergent fiber.

Key words: Intake, Digestibility, nitrogen supplementation, *Saccharomyces cerevisiae*, tropical pastures.

Introducción

La baja productividad animal en los trópicos está asociada a la calidad nutricional de los pastos, dado al alto contenido de paredes celulares, baja digestibilidad de las mismas, reducido contenido de proteína y alta degradabilidad de los compuestos nitrogenados (1, 21, 27), que limitan la actividad ruminal, lo cual origina bajas tasas de ganancia, debido a un consumo limitado de nutrientes digestibles totales y una reducción en la eficiencia de utilización del alimento. Dadas éstas restricciones, se han

implementado diversas estrategias para incrementar la digestibilidad del forraje y producción animal, dentro de las cuales está la suplementación nitrogenada (6, 27, 28). Así mismo, los cultivos de levaduras han demostrado aumentar la digestibilidad de la fibra en forrajes de clima templado, (9, 25). El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de la suplementación nitrogenada y *Saccharomyces cerevisiae*, sobre el consumo y la digestibilidad de pastos tropicales.

Materiales y métodos

El estudio se realizó del 21 de julio al 30 de octubre de 1995 (época de lluvias), en el Colegio de Postgraduados, Cárdenas, Tabasco, México. Con clima Am(f)w'(i)g, según la clasificación climática de Koopen, modificada por García (12); con precipitación y temperatura promedio de 2,163 mm y 25.9°C, respectivamente. Se utilizaron cinco toretes canulados en rumen y duodeno previamente vitaminados y desparasitados (308.92 ± 30.40 kg de peso vivo). Los animales recibieron suministro de agua a voluntad, 50 g de minerales animal⁻¹ día⁻¹, dos kg de MS de los siguientes suplementos: (S1) donde el nitrógeno fue aportado por la urea y harina de carne en una relación 50:50%, (S2) la urea aportó el 100% del nitrógeno (cuadro 1) (cuadro 2), 10 g de cultivo de levadura (Levucell, Agrimerica, Northbrook, IL, 1×10^8 unidades formadoras de colonia) a base de *Saccharomyces cerevisiae* (Sc) animal⁻¹ día⁻¹ y 2 g de óxido de cromo animal⁻¹ día⁻¹; este último se dosificó durante toda la fase experimental con la finalidad de mantener el estado de equilibrio. Tanto la levadura como el marcador externo, se suministraron intraruminalmente, al momento que se ofreció el suplemento de manera individual durante la mañana (06:30-07:00 horas), para que posteriormente todos los animales tuvieran libre acceso al pastoreo en dos praderas mixtas de gramíneas (*Paspalum conjugatum*, *Cynodon plectostachyus* y *Brachiaria mutica*), las cuales se rotaban en

función a la disponibilidad de forraje. Los tratamientos consistieron en: Pastoreo, S1, S2, S1 + Sc, S2 + Sc. El diseño experimental fue un Cuadro Latino 5 x 5, donde cada periodo tuvo 10 días de adaptación a la dieta y 7 días de colección de muestras (forraje, suplemento, heces, fluido ruminal y duodenal), las cuales se secaron en estufa de aire forzado a 55°C. Para determinar en el laboratorio: MS y Nitrógeno total por procedimientos del AOAC (2), fibra insoluble en detergente neutro (FIDN) y ácido (FIDA) por la metodología de Goering y Van Soest (15); cromo por absorción atómica (34); y cenizas insolubles en ácido (32). Las variables respuesta fueron: pH ruminal (potenciómetro Marca Orion), nitrógeno amoniacal ($N-NH_3$) determinado por la técnica de McCullough (20) (ambas mediciones se determinaron una vez al día antes de ofrecer el suplemento), consumo de suplemento: calculado por la sustracción de ofrecido menos rechazado, consumo de forraje estimado con el uso combinado del óxido de cromo y cenizas insolubles en ácido (CIA) (14), el consumo de materia seca total se determinó sumando el consumo forraje y suplemento. Para calcular la digestibilidad aparente total y ruminal de la FDN, FDA, MS y Forraje, se utilizaron las fórmulas descritas por Church (7) y Van-Keuler (32). Los resultados se analizaron con el procedimiento GLM de SAS y la comparación de medias por contrastes ortogonales (31).

Cuadro 1. Suplementos (base seca) asignados a los animales en el experimento.

Ingrediente (%)	Urea-Harina de carne (S1)	Urea (S2)
Maíz	75,70	84,00
Melaza	12,00	12,00
Harina Carne.	10,30	
Urea	2,00	4,00
Sal mineral	0,05	0,05

Resultados y discusión

El cuadro 3 muestra la concentración de N-NH_3 (mg dL^{-1}) y pH ruminal. No se encontró efecto de tratamientos en ambas variables. A pesar de que la concentración de NH_3 , se midió una sola vez, y que no representa su comportamiento en concentración a través del día, bien podría utilizarse como un indicativo, para explicar su efecto en el metabolismo de las demás variables. Las concentraciones reportadas en este estudio, coincide con el promedio reportado por Semptey (30). Los valores

de pH se encuentran en el rango óptimo (6.2 a 7.0) para un rápido crecimiento de las bacterias celulolíticas (26). En este estudio el suplemento sólo representó el 11% de la dieta, lo que no repercutió en el descenso del pH ruminal.

En el Cuadro 4 se muestra la información de consumo de suplemento, forraje y MS. El consumo de suplemento para los tratamientos con y sin cultivo microbiano fueron iguales ($P > .05$), pero cuando se compararon los tratamientos en

Cuadro 2. Composición química del forraje y suplementos utilizados en el experimento.

Fracción ¹ (%)	Forraje	Urea-Harina de carne (S1)	Urea (S2)
Materia seca	50,97	84,92	82,90
Materia orgánica	83,10	96,20	94,96
FDN	75,01	4,37	5,72
Contenido celular	24,99	95,63	94,28
FDA	45,56	2,85	2,85
Hemicelulosa	29,45	1,52	2,87
Nitrógeno	1,00	2,87	2,83
N Insoluble	0,65	1,98	1,38
N Soluble	0,35	0,89	1,45
Cenizas	16,9	3,80	5,04

Cuadro 3. Influencia de la fuente nitrogenada en el suplemento y de un cultivo microbiano (*Saccharomyces cerevisiae*) en la concentración de nitrógeno amoniacal (N-NH₃) y pH ruminal de toretes en pastoreo.

Tratamiento ¹	N-NH ₃ (mg dL ⁻¹)	pH
Testigo	5,54	6,24
S1	7,12	6,20
S2	6,76	6,30
S1 + Sc	7,92	6,26
S2 + Sc	5,38	6,26
Error estándar	3,19	0,13
contrastes:	² P>F	P>F
Testigo vs S1, S2, S1 + Sc, S2 + Sc	0,44	0,10
S1, S2 vs S1 + Sc, S2 + Sc	0,84	0,86
S2, S2 + Sc vs S1, S1 + Sc	0,33	0,40

¹Testigo: Pastoreo; S1: Pastoreo, 2% de urea (50% del nitrógeno en el suplemento) y 2% de harina de carne (50% del nitrógeno en el suplemento); S2: Pastoreo y 4% de urea (100% del nitrógeno en la dieta); S1+Sc: S1 y 10 g de *Saccharomyces cerevisiae*; S2 + Sc: S2 y 10 g de *Saccharomyces cerevisiae*.

² Probabilidad de error tipo I.

Cuadro 4. Efecto de la fuente nitrogenada en el suplemento y del cultivo de *Saccharomyces cerevisiae* en el consumo de suplemento, forraje y MS de toretes en pastoreo.

Tratamiento ¹	Consumo de materia seca (kg)		
	Suplemento	Forraje	Total
Testigo	0	7,58	7,58
S1	1,67	8,96	10,63
S2	0,92	9,90	10,83
S1 + Sc	1,70	9,20	10,91
S2 + Sc	0,73	8,48	9,41
Error estandar	0,28	1,26	1,40
contrastes:	² P>F	P>F	P>F
Testigo vs S1, S2, S1 + Sc, S2 + Sc	0,0001	0,03	0,001
S1, S2 vs S1 + Sc, S2 + Sc	0,53	0,31	0,38
S2, S2 + Sc vs S1, S1 + Sc	0,0001	0,11	0,32

¹Testigo: Pastoreo; S1: Pastoreo, 2% de urea (50% del nitrógeno en el suplemento) y 2% de harina de carne (50% del nitrógeno en el suplemento); S2: Pastoreo y 4% de urea (100% del nitrógeno en la dieta); S1+Sc: S1 y 10 g de *Saccharomyces cerevisiae*; S2 + Sc: S2 y 10 g de *Saccharomyces cerevisiae*.

² Probabilidad de error tipo I.

función a la fuente nitrogenada, existieron diferencias ($P < .0001$), así los toretes aumentaron su consumo en 860 g día^{-1} cuando recibieron el suplemento S1. En otros estudios (6, 28) el consumo de suplemento ha sido reducido cuando la urea es la fuente principal del nitrógeno. El incremento en el consumo de S1, podrían atribuirse por una parte a la fuente nitrogenada de rápida degradación (urea), que permitió a los microorganismos hacer un uso eficiente de carbohidratos no estructurales y la otra de baja degradabilidad (harina de carne) que ayudó al aprovechamiento de los carbohidratos estructurales del forraje, reflejándose ambos efectos directamente en el consumo de suplemento (28). Por otra parte se menciona que puede haber una estimulación de los aminoácidos de la harina de carne en el consumo voluntario (4) en virtud de que el consumo se mejora con el flujo de aminoácidos al intestino (10). Así mismo cuando se incluye urea a un suplemento se ha reportado que ésta, regula el consumo del mismo (16). Los resultados del consumo de suplemento en este estudio, es similar a otras investigaciones realizadas en el trópico húmedo en México con toretes pastoreando pasto estrella de África (*Cynodon plectostachyus*) (6, 28).

El consumo de forraje ($P < .0304$) y MS ($P < .0016$) fue mayor, para los toretes del grupo suplementado con respecto al testigo en 1.55 y 2.86 kg respectivamente; sin embargo al comparar las dos fuentes de nitrógeno, no se encontró efecto sobre éstas variables, y lo mismo ocurrió con el cultivo de levadura ($P > .05$).

El menor consumo del grupo testigo, se puede atribuir a que el pasto contenía 6.25% de proteína y en términos generales forrajes concentraciones inferiores a $70 \text{ g de N kg}^{-1}$ de MS, el consumo y la digestión es limitada (21). Así mismo, la cantidad de alimento presente en el retículo rumen se correlaciona negativamente con el consumo (5), por lo tanto, éste comportamiento se podría explicar por la distensión ruminal. Efectos positivos de la suplementación ha sido reportada por Geerken *et al.* (13), y la importancia se acentúa cuando el forraje contiene menos de 8% de proteína. Hannah *et al.* (17) mencionaron que cuando se proporciona un suplemento, es importante contemplar la concentración de proteína en el mismo, ya que cuando éste es bajo (11%) no se encuentra ningún efecto. En esta investigación el contenido de proteína fue del 18%. Existen otras investigaciones donde no se ha observado efecto de la suplementación nitrogenada en el consumo (6, 16, 28), lo que nos indica que a pesar de existir una adecuada disponibilidad de nitrógeno para los microorganismos ruminales, hay otras limitaciones para lograr mayores consumos de forraje, como es una lenta reducción del tamaño de partículas y tasa de pasaje o bien por un efecto sustitutivo del suplemento por el forraje.

La digestibilidad de las fracciones de la fibra se presentan en el cuadro 5. La digestibilidad total y ruminal de la FDN fue 2.9 y 3.0% mayor ($P < .05$) para los toretes que recibieron suplementación con respecto al grupo testigo. Este aumento, se puede

Cuadro 5. Influencia de la fuente nitrogenada en el suplemento y de un cultivo microbiano (*Saccharomyces cerevisiae*) en la digestibilidad total de la fibra insoluble en detergente neutro y ácido estimada con cenizas insolubles en ácido.

Tratamiento ¹	Digestibilidad (%)			
	Total		Ruminal	
	FDN	FDA	FDN	FIDA
Testigo	80,58	77,50	76,04	68,02
S1	85,42	78,72	78,22	71,28
S2	84,84	79,12	79,26	71,98
S1 + Sc	79,62	75,74	77,76	72,04
S2 + Sc	84,06	77,16	80,90	74,66
Error estándar	1,99	2,02	1,36	1,69
contrastes:	² P > F	P > F	Pr > F	Pr > F
Testigo vs S1, S2, S1 + Sc, S2 + Sc	0,0129	0,8589	0,0010	0,0002
S1, S2 vs S1 + Sc, S2 + Sc	0,0031	0,0189	0,3525	0,0428
S2, S2 + Sc vs S1, S1 + Sc	0,0511	0,3374	0,0050	0,0493

¹Testigo: Pastoreo; S1: Pastoreo, 2% de urea (50% del nitrógeno en el suplemento) y 2% de harina de carne (50% del nitrógeno en el suplemento); S2: Pastoreo y 4% de urea (100% del nitrógeno en la dieta); S1+Sc: S1 y 10 g de *Saccharomyces cerevisiae*; S2 + Sc: S2 y 10 g de *Saccharomyces cerevisiae*.

² Probabilidad de error tipo I.

atribuir al contenido de proteína cruda del forraje (6.25%). Diversos estudios, reportan que el contenido de compuestos nitrogenados de los pastos tropicales fluctúa de 8 a 10%, cantidad que puede ser insuficiente para maximizar la síntesis de proteína microbiana y así aprovechar al máximo la materia orgánica potencialmente digestible.

La digestibilidad total de la FDN para los tratamientos que no incluían cultivo microbiano fue mayor ($P < .01$) y no se encontró ningún efecto sobre la digestibilidad ruminal de FDN ($P > .05$). Resultados que coinciden con los reportados por Harrison (18) en vacas lecheras, alimentadas con una dieta que contenía 40% de ensilado de maíz y 60% de concentrado, lo cual aparentemente es contradictorio con los estudios que mencionan mayores concentraciones totales de bacterias anaeróbicas celulolíticas por efecto de la levadura (8, 9), pero que podrían explicarse con base a la relación que existe entre digestibilidad y consumo. Mutsvanga *et al.* (24) no encontraron diferencias en la digestibilidad de la FDN al adicionar cultivos de levaduras, resultados que relacionaron a una reducción en el pH ruminal que deprimió el crecimiento de las bacterias celulolíticas. En otros estudios (23) se evaluó el efecto del *Saccharomyces cerevisiae* en dietas con altos niveles de forraje y grano sobre la digestibilidad de la FDN y FDA, reportando que no hubo efecto del cultivo microbiano para las dietas que contenían niveles altos de forrajes, pero sí para las de grano, lo cual fue asociado a que se estabilizara mejor el pH ruminal. Es importante mencionar

que la mejores respuestas se han obtenido cuando las dietas contienen forrajes de buena calidad ($FDN < 50\%$), y en el presente estudio el forraje consumido por los toretes contenía 70% de FDN. La fuente nitrogenada afectó la digestibilidad de la FDN ($P < .05$) obteniendo mayor digestibilidad en el tratamiento donde la urea aportó el 100% de nitrógeno, lo cual se puede atribuir al suministro de amoníaco durante las primeras horas postsuplementación, ya que este metabolito es la principal fuente de nitrógeno que afecta directamente la síntesis de proteína microbiana y actividad bacteriana sobre la digestión de la fibra.

La suplementación nitrogenada no afectó ($P > .05$) la digestibilidad total de la FDA, pero sí la ruminal ($P < .01$). Se observó mayor ($P < .05$) digestibilidad total de la FDA para el tratamiento que no incluyó cultivo microbiano; sin embargo, se obtuvo una mayor ($P < .05$) digestibilidad ruminal de FDA (sin Sc: 71.63 vs con Sc: 73.35%) por efecto de este aditivo. La fuente nitrogenada no afectó ($P > .05$) la digestibilidad total FDA, pero si aumentó ($P < .05$) la ruminal en los tratamientos donde la urea aportó el 100% del nitrógeno.

Este incremento de la digestibilidad ruminal de la FDA por efecto de la suplementación nitrogenada, principalmente en forma de nitrógeno no proteínico, se podría explicar en función a la cantidad de $N-NH_3$ liberado durante las primeras horas postsuplementación. En los tratamientos donde la urea sólo aportaba el 50% de los compuestos nitrogenados y el 50% restante la

harina de carne como proteína de sobrepaso, el amoniaco a nivel ruminal pudo ser limitante.

El aumento en la digestibilidad ruminal de la FDA por efecto del cultivo microbiano es poco común y particularmente cuando se trata de forrajes de mala calidad, sin embargo la respuesta en este estudio coincide con los resultados reportados por Erasmus (11) donde se incrementó 1.1% en la digestibilidad de la FDA por efecto de un cultivo de levadura cuando alimentó a vacas lecheras con una dieta forraje concentrado en una relación de 25:75. Wiedmeier (33) reportaron incrementos significativos en la digestibilidad de la hemicelulosa en ganado lechero con una dieta similar, después de suplementar el cultivo microbiano. Resultados similares fueron reportados por Wohlt (35).

Es importante mencionar que la mayor respuesta que se ha observado en muchos estudios es cuando la alimentación base es alta en granos y forrajes de buena calidad y sobre todo el efecto ha sido más marcado en la digestibilidad de la FDN (29, 22). Sin embargo Ayala (3) encontró que el cultivo de levaduras *Saccharomyces cerevisiae* aumentó la degradabilidad de la FDN de una dieta basal que contenía tres niveles de paja de cártamo (50, 60 y 70%).

Los resultados de digestibilidad de la MS y forraje se presentan en el cuadro 6. La suplementación nitrogenada aumentó ($P<.001$) la digestibilidad total de la materia seca en 11.1% con respecto al grupo de toretes alimentado con forraje, pero al comparar el origen la fuente nitrogenada sobre su efecto en esta

variable no se encontraron diferencias.

En el presente estudio el contenido de nitrógeno del forraje fue de 1%, cantidad que pudo ser limitante para el crecimiento microbiano. A pesar de que no se detectaron diferencias en la concentración de nitrógeno amoniacal, los toretes suplementados tendieron a presentar concentraciones más altas, lo cual se reflejó ($P<.05$) en la digestibilidad de la FDN y de la MS, que consecuentemente incrementó ($P<.05$) la digestibilidad del forraje en 2.28% con respecto al grupo testigo. Estos resultados son importantes, ya que la principal fuente de alimentación de los bovinos productores de carne en las regiones tropicales son los pastos, y coinciden con trabajos que han demostrado la importancia de suplementar con proteína degradable en rumen (urea) en dietas basadas con forrajes de baja calidad, las cuales incrementan la cantidad de nitrógeno amoniacal en el rumen y como consecuencia incrementan la digestibilidad, consumo voluntario y síntesis de proteína microbiana (19, 27).

El *Saccharomyces cerevisiae*, no mostró efecto sobre la digestibilidad ruminal y total de la materia seca, resultados similares fueron reportados por Cabrera (6) y Reyes (28) en estudios realizados bajo las mismas condiciones de alimentación y manejo.

Con base a los resultados anteriores se concluye que la suplementación con compuestos nitrogenados con y sin *Saccharomyces cerevisiae* no modificó la concentración de nitrógeno amoniacal y pH ruminal. El mayor consumo de suplemento fue en el tratamiento

Cuadro 6. Influencia de la fuente nitrogenada en el suplemento y de un cultivo microbiano (*Saccharomyces cerevisiae*) en la digestibilidad total y ruminal de la materia seca y total del forraje estimada con cenizas insolubles en ácido.

Tratamiento ²	Digestibilidad (%) ¹		
	TMS (%)	RMS (%)	TF (%)
Testigo	72,62	61,10	66,12
S1	75,66	68,06	67,64
S2	77,52	65,46	69,42
S1 + Sc	77,90	64,42	68,58
S2 + Sc	77,80	64,00	67,96
Error estándar	2,06	4,64	2,94
contrastes:	³ P > F	P > F	P > F
Testigo vs S1, S2, S1 + Sc, S2 + Sc	0,0008	0,01	0,04
S1, S2 vs S1 + Sc, S2 + Sc	0,19	0,09	0,15
S2, S2 + Sc vs S1, S1 + Sc	0,35	0,30	0,16

¹TMS: Total de la materia seca; RMS: Ruminal de la materia seca; TF: Total del forraje.

²Testigo: Pastoreo; S1: Pastoreo, 2% de urea (50% del nitrógeno en el suplemento) y 2% de harina de carne (50% del nitrógeno en el suplemento); S2: Pastoreo y 4% de urea (100% del nitrógeno en la dieta); S1+Sc: S1 y 10 g de *Saccharomyces cerevisiae*; S2 + Sc: S2 10 g y de *Saccharomyces cerevisiae*.

³ Probabilidad de error tipo I.

donde se adicionaron las dos fuentes de proteína urea (50%) y harina de carne (50%). La suplementación nitrogenada aumentó el consumo de forraje, materia seca total, digestibilidad ruminal y total de la

FDN, digestibilidad total de la FDA, total y ruminal de la materia seca y total del pasto. El *Saccharomyces cerevisiae* mejoró la digestibilidad total de la fibra detergente ácido.

Agradecimientos

Expresamos nuestro agradecimiento al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo económico recibido. Un reconocimiento especial a la M. C. Maria Magdalena Crosby

Galván y al Técnico Andrés Lee Hernández por su valiosa ayuda en los análisis de laboratorio, y al MVZ José Luis Cordero Mora por su invaluable ayuda en la cirugía de los animales.

Literatura citada

1. Anderson, S. J., T. J. Klopfenstein y V. A. Wilkerson. 1988. Escape protein supplementation of yearling steers grazing smooth brome pastures. *J. Anim. Sci.* 66:237-242.
2. AOAC. 1984. Official methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 14 (ed). Asso. Offic. Anal. Chem. Washington, D.C.
3. Ayala, O. J. 1992. Efecto de la adición de *Saccharomyces cerevisiae* y de una mezcla de melaza-urea en el valor nutricional de la paja de cártamo (*Carthamus tinctorius*) en ovinos. Tesis de Maestría. Centro de Ganadería, Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. Mex. 127 p.
4. Baile, C. A., y M. A. Della - Ferra. 1981. Nature of hunger and satiety control system in Ruminants. *J. Dairy Sci.* 64:1140-1145.
5. Blaxter, K. L., F. W. Wainman and R. S. Wilson. 1961. The regulation of food intake by Sheep. *Anim. Prod.* 3:51-65.
6. Cabrera E. J. I., M. G. D. Mendoza, I. E. Aranda, C. García-Bojalil, G. R. Bárcena, y J. J. A. Ramos. 2000. *Saccharomyces cerevisiae* and nitrogenous supplementation in growing steers grazing tropical pastures. *Animal Feed Science and Technology.* 83:49-55.
7. Church, D. C. 1988. The Ruminant Animal Digestive Physiology and Nutrition. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey USA. 54 p.
8. Dawson, K. A., y K. Newman. 1987. Effects of yeast culture supplements on the growth and activities of rumen bacteria in continuous culture. *J. Anim. Sci.* 65 Suppl. (1):425 (abstr).
9. Dawson, K. A. 1993. Current and future role of yeast culture in animal production: A review of Research Over the Last Seven Years. E. Lyons (Ed.) p. 269-291. En: Biotechnology in the Feed Industry, Proceedings of Alltech's Ninth Annual Symposium. Nicholasville, Kentucky. USA.
10. Donaldson, R. S., M. A. McCann, H. E. Amos y C. S. Hoveland. 1991. Protein and fiber digestion by steers grazing winter annuals and supplemented with ruminal escape protein. *J. Anim. Sci.* 69:3067-3071.
11. Erasmus, L. J., P. M. Botha, y A. Kistner. 1992. Effect of yeast culture supplementation on production, rumen fermentation, and nitrogen flow in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 75:3056-3065.
12. García, E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koopen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Cuarta (ed.) UNAM. México. p. 65-79.
13. Geerken, C. M., A. Díaz y R. González. 1980. Nota del efecto de la suplementación nitrogenada y el consumo de la bermuda cruzada No. 1. (*Cynodon dactylon*) en terneros. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 14:37-41.
14. Geerken, C. M., D. Calzadilla, y R. González. 1987. Aplicación de la técnica de dos marcadores para medir el consumo de pasto y la digestibilidad de la ración de vacas en pastoreo suplementadas con concentrado. *Pastos y forrajes.* 10:266-273.
15. Goering, M. K. y Van Soest, P. J. 1970. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). *Agriculture Hand Book* No. 379. USA. Departament of Agriculture. p. 20.
16. González R., E. Muñoz y R. M. González. 1991. Efecto de la suplementación nitrogenada en el consumo y tamaño de las partículas ruminales y fecales en vacas alimentadas con forraje de caña de azúcar. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 25:255-259.
17. Hannah, S. M., R. C. Cochran, E. S. Vanzant y D. L. Harmon. 1991. Influence of protein supplementation of site and extent of digestion, forage intake, and nutrient flow characteristics in steers consuming dormant bluestem-range forage. *J. Animal Sci.* 69:2624-2633.

18. Harrison, G. A., R. W. Hemken, K. A. Dawson y R. J. Harmon. 1988. Influence of addition of yeast culture supplement to diets of lactating cows on ruminal fermentation and microbial populations. *J. Dairy Sci.* 71: 2967-2975.
19. Leng, R. A. y J. V. Nolan. 1982. Nitrogen metabolism in the rumen. *J. Dairy Sci.* 67:1072-1082.
20. McCullough, H. 1967. The determination of ammonia in whole blood by a direct colorimetric method. *Clin. Chim. Acta.* 17:297-304.
21. Mendoza M., G. D. y R. Ricalde V. 1996. Suplementación de Bovinos en Crecimiento en Pastoreo. Libros de Texto. Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, México. 93 p.
22. Miranda, R. L.A. 1994. Efecto de dos Cultivos Microbianos (*Saccharomyces cerevisiae* o *Aspergillus oryzae*) y dos Niveles de Fibra Detergente Neutro en la Fermentación Ruminal. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. 103 p.
23. Mir, Z. y P. S. Mir. 1994. Effect of the addition of live yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) on growth and carcass quality of steers fed high-forage or high-grain diets and on feed digestibility and *In situ* degradability. *J. Anim. Sci.* 72:537-545.
24. Mutsvangwa, D. J., I. E. Edwards, J. H. Topps y G. F. M. Paterson. 1992. The effect of dietary inclusion of yeast culture (Yea-Sacc) on patterns of rumen fermentation, food intake and growth of intensively fed bulls. *Anim. Prod.* 55:35-40.
25. Newbold, J. R. 1990. Probiotics as feed additives in ruminant diets. 51st. Minnesota Nut. Conference. Bloomington, Minnesota, p. 102-118.
26. Ørskov, E. R y M. Ryle. 1990. Energy nutrition in ruminants. Elsevier Applied Science. Cambridge University Press. 149 p.
27. Ramos, J. J. A., M. G. D. Mendoza, I. E. Aranda, C. García-Bojalil, G. R. Bárcena y R. J. Alanís. 1998. Escape protein supplementation of growing steers grazing stargrass. *Anim. Feed Sci. Technol.* 70:249-256.
28. Reyes-Balcazar, O., M. S. González, C. García-Bojalil, G. R. Bárcena, P. M. Cobos, J. J. Ramos y G. D. Mendoza. 1996. Effect of nitrogen supplementation and yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on growing bulls on a tropical pasture. *J. Anim. Sci. (Suppl. 1)*, 74- 286.
29. Roa M. L, R. Bárcena-Gama, M. S. González, M. G. D. Mendoza, C. M. E. Ortega y B. C. García 1997. Effect of fiber source and yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) y tres tipos de fibra en la degradabilidad ruminal de nutrientes en bovinos. Tesis de Maestría. Centro de Ganadería, Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 105 p.
30. Sempsey, F. 1991. Effects of (Yea-sacc) on degradability of feedstuffs for Ruminants. E. Lyons (Ed.) p 313-319. En: Biotechnology in the Feed Industry. Proceedings of Alltech's. Seventh Annual Symposium. Nicholasville Ken. USA.
31. Steel, R.G. y J.H. Torrie. Bioestadística. Principios y Procedimientos. Segunda Edición. McGraw Hill, México. 622 p.
32. Van Keuler, J. y B. A. Young. 1977. Evaluation of acid-insoluble ash a natural marker in ruminant digestibility studies. *J. Anim. Sci.* 44:282-287.
33. Wiedmeier, R. D., M. J. Arambel, y J. L. Walters. 1987. Effects of yeast culture and *Aspergillus oryzae* fermentation extract on ruminal characteristics and nutrient digestibility. *J. Dairy Sci.* 70:2063-2075.
34. Williams, C. H., D. J. David y O. Lisma. 1962. The determination of cronic oxide in faeces samples by atomic spectrophotometry. *J. Agric. Sci. (Camb.)* 59:381-382.

35. Wohlt, J. E., A. D. Finkelstein, y C. H. Chung. 1991. Yeast culture to improve intake, nutrient digestibility and performance by dairy cattle during early lactation. *J. Dairy Sci.* 74:1395-1400.