

Suplementación y Engorde de Bovinos con Caña de azúcar y Silaje de Caña de azúcar *

André de Faria Pedroso ¹; Armando de A. Rodrigues ¹;
Luiz Gustavo Nussio ²; Patrick Schmidt ³

¹ Investigadores – Embrapa Pecuaria Sudeste – São Carlos, SP, Brasil – andref@cnpse.embrapa.br

² Profesor – ESALQ/USP – Piracicaba, SP – nussio@esalq.usp.br

³ Alumno/doctorado – ESALQ/USP – Piracicaba, SP

* Parte de este trabajo, con el título “Silaje de caña de azúcar en el confinamiento de bovinos”, fue presentado en el V Simposio Sobre Bovinocultura de Corte, Piracicaba, 2004.

1. INTRODUCCIÓN

El uso de la caña de azúcar en la alimentación de rebaños bovinos se ha expandido intensamente en Brasil. Entre los motivos que llevan a esta expansión se destaca el hecho de ser esta la planta forrajera de mayor potencial de producción de masa (80 a 120 t/ha) y energía (15 a 20t de NDT/ha) por unidad de área. Simulaciones de sistemas de producción animal indican la caña como una de las opciones más interesantes para minimizar el costo de las raciones y del producto animal, maximizando la proyección de receta líquida de la actividad (Nussio & Mattos, 2000; Nussio et al., 2002).

Actualmente, se observa el aumento del uso de la caña de azúcar en la alimentación de bovinos de corte confinados, con buenos índices de desempeño de los animales. Ya es de amplio conocimiento que el aumento de peso diario de animales alimentados con raciones conteniendo caña de azúcar, como voluminoso único, depende básicamente de la tasa de inclusión de ingredientes concentrados en la dieta.

Tradicionalmente, la caña de azúcar es suministrada fresca a los bovinos, pues tienen la capacidad de mantener su valor nutritivo durante los varios meses del período de la sequía. Sin embargo, diversos factores, como el encarecimiento de la mano de obra y el aumento del tamaño de los rebaños, han contribuido para que los pecuaristas opten por el ensilaje de la caña de azúcar, con el objetivo de tornar más eficiente el manejo de la alimentación de los rebaños, la cosecha de la caña y los tratamientos culturales de los cañaverales. La existencia de máquinas más eficientes, para el corte y procesamiento de la caña, es un factor que contribuye para la viabilidad del proceso, que aún puede ser útil como forma de evitarse la pérdida de la forraje en la ocurrencia de incendios y heladas. El ensilaje puede tornar posible también la utilización de la caña de azúcar fuera del período de la zafra, práctica que sufre serias restricciones debido a la pérdida de valor nutritivo de la planta durante el verano, decurrente principalmente de la reducción en el tenor de sacarosa (Matsuoka y Hoffmann, 1993), y por la dificultad de cosecha en los días lluviosos.

2. CAÑA DE AZÚCAR COMO ALIMENTO PARA BOVINOS

Algunas características relacionadas a la cultura de la caña de azúcar, tales como la relativa facilidad y el bajo riesgo de cultivo, el hecho de la época ideal de cosecha coincidir con el período de estiaje, con manutención de su valor nutritivo durante todo el período, la persistencia de la cultura por varios años y la gran producción de masa y energía por área, tornaronla un alimento de gran interés para los pecuaristas. Además de eso, la caña de azúcar viene mereciendo la atención de los productores por proporcionar menor costo de producción, cuando comparada con el silaje de maíz y el heno.

2.1. Características nutritivas de la caña de azúcar

La caña de azúcar es un alimento caracterizado por presentar dos componentes en mayores proporciones: azúcares y material fibroso. La utilización de esos componentes por los bovinos ocurre de forma distinta, o sea, mientras que los azúcares son rápidamente fermentados en el rumen, siendo de fácil aprovechamiento por el animal, el material fibroso (carbohidratos estructurales) es digerido lentamente (Preston & Leng 1980). Además de eso, caracterizan la caña de azúcar, los bajos tenores de proteína y de algunos minerales, principalmente fósforo y azufre.

De esta forma, considerándose que las bacterias ruminales, que degradan la fracción fibrosa, utilizan el nitrógeno amoniacal como principal fuente de nitrógeno para su crecimiento, tórnase necesaria la suplementación de dietas a base de caña de azúcar con fuentes de nitrógeno prontamente disponibles en el rumen, como por ejemplo la urea. Para que haya aprovechamiento del alto tenor de carbohidratos solubles (azúcares) de la caña de azúcar, es necesario utilizar cantidad relativamente elevada de urea, para que no haya desbalance entre energía y "proteína" en el rumen. Sin embargo, el suministro aislado de la urea resulta en relación N:S muy alta, aumentando la demanda por una fuente de azufre en la dieta (Rodrigues et al., 1998).

El consumo de la caña de azúcar está directamente relacionado con el contenido de fibra (FDN) del forraje. Cuanto mayor el tenor de fibra, y menor la digestibilidad de fracción fibrosa, menor será el consumo de este voluminoso. Rodrigues et al. (1992a) verificaron baja digestibilidad de los componentes fibrosos de la caña de azúcar. Por otro lado, ha sido demostrado que la fracción de azúcares soluble es que contribuye con la mayor parte de la energía que los bovinos obtienen de este alimento. Teniendo en vista esos aspectos, tórnase importante conocer la calidad de la caña de azúcar que será provista a los animales, en términos de contenido de fibra y azúcar y de la relación fibra:azúcar.

2.2. Factores que afectan la calidad de la caña de azúcar

Los principales factores que afectan la calidad de la caña de azúcar como alimento para bovinos son:

- **Cultivo o Variedad:**

La variación en la composición química de cultivos de caña de azúcar, con diez meses de edad en el momento de la cosecha, es mostrada en la Tabla 1, donde se puede observar que existen variaciones considerables en los tenores de materia seca, de fibra en detergente neutro, de lignina y de azúcares totales.

Según Gooding (1982), variedades con menor tenor de fibra resultan en mayor consumo de azúcar que variedades que poseen igual contenido de azúcar, o el mismo contenido de azúcar un poco mayor, pero con mayor tenor de fibra, de forma que las variedades con menor relación fibra:azúcar son más adecuadas para alimentación de bovinos. Trabajo realizado por Rodrigues et al. (1997a) mostró variación de 2,3 a 3,4 para la relación

FDN:BRIX (% de sólidos solubles en el líquido), entre once variedades industriales de caña de azúcar. Trabajo posterior, implicando la evaluación de 18 variedades de caña, mostró variación entre 2,9 y 4,1 para la relación FDN:POL (% de sacarosa en el líquido), habiendo sido indicado por los autores que una relación de valor 3, sería indicativo de que el tenor de fibra no sería factor limitante al consumo de la caña, y que este índice debería ser utilizado en la selección de variedades adecuadas para alimentación de bovinos

Tabla 1.

Composición química de 66 cultivos de caña de azúcar (valores en porcentaje de la materia seca).

	Variación		
	Tenor promedio	Tenor alto	Tenor bajo
FDN	52,72	67,70	42,56
SDN	47,29	57,44	32,30
DIVMO	56,60	64,10	40,04
Lignina	6,31	8,43	4,60
Proteína bruta	2,32	3,06	1,06
Calcio	0,20	0,35	0,06
Fósforo	0,05	0,09	0,02

FDN = fibra en detergente neutro; SDN = solubles en detergente neutro (se considera que SDN se aproxima del tenor de azúcares totales); DIVMO = digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica. (Pate y Coleman, 1975)

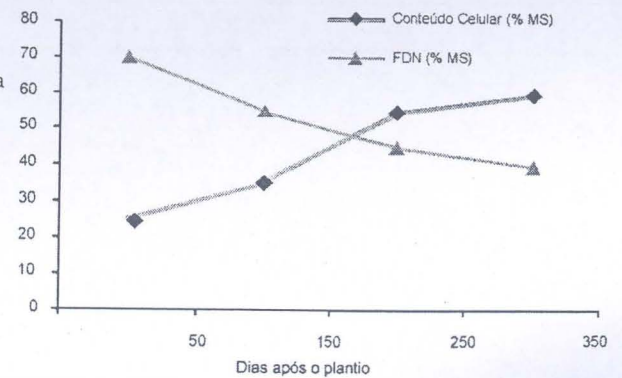
- **Edad de la planta:**

La variación en la composición química en función de la edad de la caña de azúcar es mostrada en la Figura 1. En esta figura se puede verificar que, cuanto más madura fuere la planta, menor será el tenor de fibra (FDN) y mayor será el tenor de contenido celular (predominantemente azúcar) y, por lo tanto, mejor será el valor nutritivo para la alimentación animal, teniendo en vista que la fibra presenta baja digestibilidad y los azúcares pueden ser considerados totalmente digeribles.

- **Precipitación:**

Con el inicio de la estación lluviosa disminuye el tenor de azúcares de la caña de azúcar y, por tanto, en esa época el valor nutritivo es menor. Así, el período en el cual se recomienda utilizarla es en la sequía, o sea, cuando la caña de azúcar presenta niveles máximos de azúcares.

Figura 1.
Variación en la composición de la caña de azúcar en función de la edad de la planta. (Pate, 1977).



2.3. Informaciones prácticas para obtención de buenos resultados con la utilización de caña de azúcar en la alimentación de bovinos

- La urea es la alternativa de costo más bajo para suministro de nitrógeno, en la forma de amonio, para los microorganismos del rumen. Se recomienda, de modo general, la adición de 1% de urea en la caña de azúcar picada;
- Es importante suministrar una fuente de azufre en dietas con caña de azúcar, para mayor eficiencia de utilización de la urea por los microorganismos del rumen.
- Para atender esta exigencia, el forraje debe recibir 0,1% de sulfato de amonio, sulfato de calcio o sulfato de sodio, manteniéndose la relación urea:sulfato en 9:1;
- La caña de azúcar, tras la adición de urea, juntamente con una fuente de azufre y otros minerales, asegura pequeños aumentos de peso vivo. Para obtenerse aumentos mayores es preciso suministrar a los animales fuentes de proteína y energía con tasa de degradación más lenta en el rumen, como el afrecho de algodón, el afrecho de soja y el afrecho de arroz.
- El valor nutritivo de la caña de azúcar aumenta hasta alcanzar la madurez, cuando ocurre mayor tenor de azúcar de la planta.
- El tamaño de las partículas de caña de azúcar, variando de 3 a 30 mm, no tiene efecto en la digestibilidad y en el consumo;
- En dietas con caña de azúcar y urea, ocurren deficiencias de varios minerales y estos deben ser suministrados en forma de mezcla mineral completa.

Cuidados con el uso de la mezcla de caña de azúcar y urea

La expresión "caña de azúcar y urea", se refiere a una mezcla constituida por caña de azúcar, urea y sulfato. La mezcla de urea con sulfato puede ser preparada con nueve partes de urea y una parte de sulfato de amonio. De esta mezcla, se acrecenta 1% en relación a la caña de azúcar picada que será suministrada a los animales, o sea, 1 kg de la mezcla para cada 100 kg de caña de azúcar fresca. La mezcla puede ser diluida en agua, utilizándose tres a cuatro litros de agua, para disolver cada kilogramo de la mezcla. La incorporación de la solución de urea/sulfato de amonio a la caña de azúcar picada debe ser hecha con el auxilio de una regadera de plástico, tomándose el cuidado de realizar una buena homogenización.

Para adaptación de los animales a la alimentación con caña de azúcar + urea, se debe usar 0,5 % de la mezcla urea/sulfato de amonio durante los primeros 14 días de suministro, o sea, 500 gramos de mezcla para 100 kg de caña de azúcar picada. Después de este período se puede utilizar la mezcla en la proporción de 1% en el forraje.

Se debe atender al hecho de que la utilización de urea, de forma incorrecta, puede causar intoxicación de los animales, no siendo raros los casos fatales. Eso, entretanto, solo ocurre debido al uso incorrecto de la tecnología. Las causas más frecuentes de accidentes, son:

- Utilización de la urea en niveles arriba del recomendado
- Mala homogeneización de la urea con la caña de azúcar
- No observancia del período de adaptación de los animales a la dieta

OBS: Animales intoxicados con urea pueden ser socorridos, suministrándoles vinagre inmediatamente tras la identificación de los síntomas (temblores y salivación excesiva).

2.4. Caña de azúcar en la alimentación de bovinos de corte

El desempeño de novillos cruzados, recibiendo dietas conteniendo caña de azúcar como voluminoso exclusivo, fue evaluado por Pate (1981), que detectó mejoría en el desempeño de los animales, a medida que la participación de suplementos concentrados en la MS de las dietas aumentó de 23 hasta 80% (Tabla 2).

Tabla 2.

Efecto del porcentaje de concentrado, en la materia seca de la dieta de caña de azúcar, en el desempeño de novillos confinados.

Item	Concentrado (% MS)			
	23	42	61	80
Nº de novillos	8	8	8	8
Peso vivo inicial (kg)	256	255	258	253
Peso vivo final (kg)	401	411	442	442
Aumento de PV (kg/día)	1,10	1,17	1,38	1,42
Aumento ajustado 55%	0,86	1,07	1,42	1,59
Ingestión de MS (kg/día)	7,15	7,41	8,85	8,81
Ingestión en % del PV	2,17	2,22	2,52	2,53
Conversión alimentar	8,29	6,89	6,24	5,50
Peso de la carcaza (kg)	204	219	246	256
Rendimiento (%)	50,9	53,3	55,6	59,7

(Pate, 1981)

Aumento de peso de 1,12 kg/día, en novillos de la raza charolesa de 2,5 años de edad y 300 kg de peso vivo inicial, fue observado por Brondani et al. (1986) en la evaluación de dietas conteniendo 40% de caña de azúcar y 60% de concentrado, siendo que la conversión alimentar fue de 8,5 kg de MS por kg de aumento de peso vivo. Aumentos menores fueron observados por Ferreira et al. (1986) que, utilizando niveles de 20, 35 y 50% de concentrado, obtuvo aumentos de 0,82; 0,82 y 1,01 kg/animal/día, respectivamente.

En la Embrapa Pecuária Sudeste, se obtuvo aumentos de peso de 1,35 kg/día para animales de la raza Canchim, recibiendo dietas conteniendo 40% de caña de azúcar y 60% concentrado (Esteves et al. 1993). En el mismo experimento, animales con mayor proporción de sangre cebú (½Canchim + ½ Nelore) presentaron el aumento de peso de 1,15 kg/día. En otro experimento, la suplementación de novillas cruzadas, ½ Angus + ½ Nelore y ½ Simental + ½ Nelore, mantenidas en pasturas de "coastcross" o braquiaria durante la época de la sequía, con caña de azúcar corregida con 1% de la mezcla urea/sulfato de amonio y 1,5 kg de concentrado conteniendo 18% de proteína, proporcionó aumentos de aproximadamente 0,5 kg/animal/día (Rodrigues et al., 2002).

El análisis de estos y de otros datos de la literatura, permite concluir que, el aumento de peso diario de animales alimentados con raciones conteniendo caña de azúcar como voluminoso único, dependiente básicamente de la tasa de inclusión de ingredientes concentrados, pudiendo situarse entre 0,4 y 0,7 kg/día, cuando se utiliza suplementos concentrados completando de 15 a 25% de la base seca de la ración (Boin & Tedeschi, 1993), hasta aumentos de peso variando entre 1,1 y 1,8 kg/día, con la utilización de raciones conteniendo 52 a 60% de concentrados en la MS (Brondani et al., 1986; Hernandez, 1998).

3. SILAJE DE CAÑA DE AZÚCAR

3.1. Aspectos de la fermentación y aditivos para control de la producción de etanol

El ensilaje de la caña de azúcar se presenta como alternativa al corte diario, permitiendo la cosecha de grandes áreas en corto espacio de tiempo, durante el período en que el forraje presenta su mejor valor nutritivo y que coincide con el período más propicio a los trabajos en el campo, o sea, durante la sequía. Según Nussio et al. (2003), la concentración de actividades en el proceso de ensilaje resulta en facilidad organizacional y reducción en la necesidad diaria de mano de obra, aunque represente una importante elevación en los costos de materia seca y de nutrientes, cuando comparada al manejo tradicional de la caña de azúcar bajo el régimen de cortes diarios. De esa forma, la decisión por la ensilaje depende de la consideración de los costos derivados de mayores pérdidas y de la introducción de operaciones mecanizadas adicionales.

Al considerarse la posibilidad de ensilaje de la caña de azúcar se debe tener en cuenta que estas presentan fermentación típicamente alcohólica, debido a la intensa actividad de levaduras que convierten los azúcares del forraje a etanol, CO_2 y agua. Tenores de etanol en el orden de 8 a 17% de la MS han sido relatados para caña de azúcar ensilada sin el uso de aditivos, acompañados por pérdidas gaseosas de hasta 15% de la MS y pérdidas totales de materia seca de hasta 29% (Kung Jr. & Stanley, 1982; Andrade et al., 2001; Pedroso, 2003; Silva, 2003). Este tipo de fermentación puede causar reducciones de 44 a 68% en el tenor de azúcares, aumento relativo en los componentes de la pared celular y reducción de 28% en la digestibilidad de la caña de azúcar así conservada (Alli et al., 1983; Pedroso, 2003) (Figuras 2 y 3).

Figura 2.

Evolución temporal de la concentración de etanol y de azúcares en la materia seca (MS) de silaje de caña de azúcar. (Pedroso, 2003)

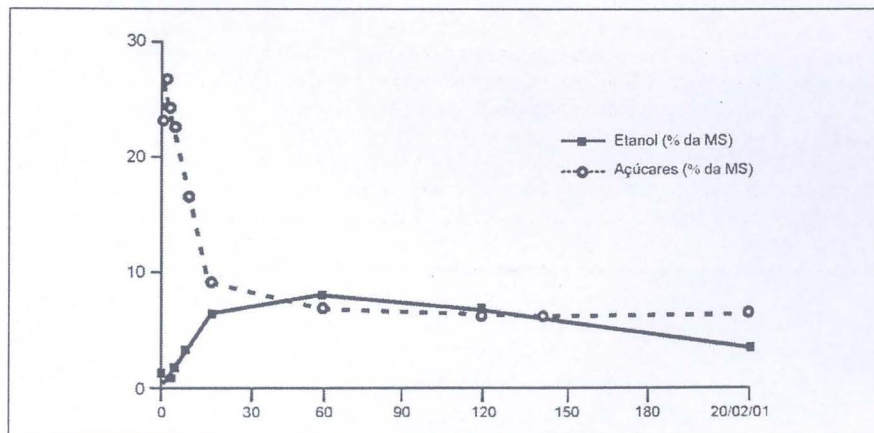
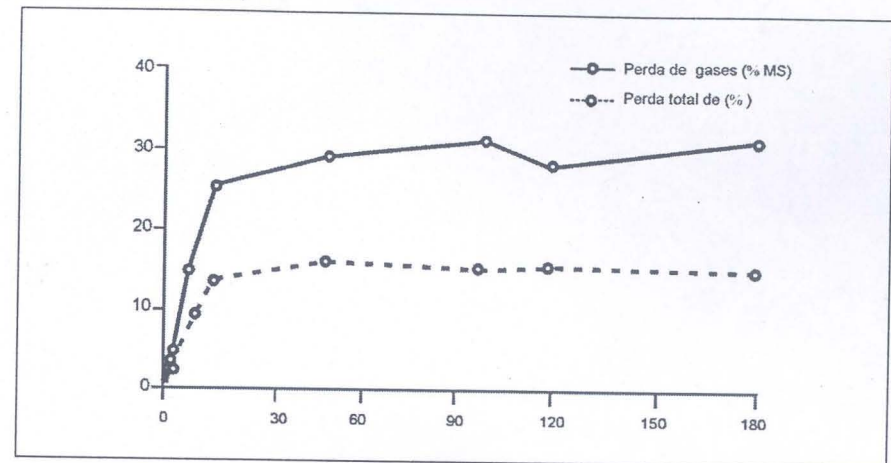


Figura 3.

Evolución temporal de la pérdida de gases y de la pérdida total de MS en silaje de caña de azúcar. (Pedroso, 2003)



El uso de aditivos, como forma de se buscar un mejor patrón de fermentación y conservación de silajes, es una práctica bastante difundida y diversos tipos de aditivos han sido evaluados en el ensilaje de la caña de azúcar, con vistas al control de la producción de etanol.

El efecto de la urea sobre la fermentación de silajes de caña de azúcar fue evaluado en varios experimentos, teniendo en vista que, en contacto con el forraje ensilado, ese aditivo se transforma en amonio (NH_3) que tiene efecto de inhibición sobre levaduras y mohos, pudiendo reducir la producción de etanol, las pérdidas de MS y de carbohidratos solubles (CHOs) de forrajes ensilados (Alli et al., 1983). Trabajos de investigación realizados en Brasil constataron que niveles entre 0,5 y 1,5% de urea pueden reducir la producción de etanol en silajes de caña de azúcar, propiciando mejor patrón de fermentación y mejor composición bromatológica de las silajes, con tenores más elevados de MS asociados a menores concentraciones de FDA y FDN y mayor digestibilidad de las silajes tratadas, en comparación a silajes de caña exclusiva (Lima et al., 2002; Molina et al., 2002; Pedroso, 2003).

Inoculantes bacterianos, conteniendo bacterias homolácticas (productoras de ácido láctico), son frecuentemente utilizados como aditivos en el ensilaje del maíz y de pastos de clima tropical y templado. El objetivo principal de la técnica es acelerar la caída del pH por la producción más intensa de ácido láctico, promoviendo así estabilización más rápida de las silajes y reducción de las pérdidas de compuestos nutritivos durante la fermentación. Entretanto, inoculantes conteniendo este tipo de bacteria se han mostrado perjudiciales al proceso de ensilaje de la caña de azúcar, estimulando la producción de etanol al contrario de controlarla. Silajes de caña tratadas con bacterias homolácticas presentaron tenor de etanol tres veces mayor en relación al silaje sin aditivos (12,5 vs 3,8%), elevadas pérdidas de MS, aumento en el tenor de fibra y pérdida de 22,5% del valor de la digestibilidad original de la caña fresca. (Pedroso et al., 2002; Pedroso, 2003).

Las altas concentraciones de etanol detectados en los silajes indican que la adición de *L. plantarum* no controló el desarrollo de las levaduras, confirmando la información de que apenas el rebajamiento del pH no es suficiente para impedir el desarrollo de estos

microrganismos y, que el ácido láctico tiene bajo poder fungicida (McDonald et al. 1991). Los resultados obtenidos con silajes de caña están de acuerdo con trabajos que mostraron que inoculantes conteniendo bacterias homofermentativas, productoras de ácido láctico, no son indicados para el control de levaduras y que puede haber estímulo a la producción de etanol en los silajes (Bolsen et al., 1992; Higginbotham et al., 1998; Ranjit & Kung Jr., 2000).

Por otro lado, se sabe que las levaduras son controladas por concentraciones de ácido acético arriba de 5,6 g/litro de medio de cultura (94 mmol/litro) (Woolford, 1975). Para un silaje con 25% de MS, 2% de ácido acético en la MS equivalen a 6,7 g del ácido por litro de la fase líquida, concentración suficiente para el control de levaduras. Inoculantes microbianos conteniendo bacterias heterofermentativas de la especie *L. buchneri*, que producen ácido acético además del ácido láctico, se mostraron capaces de elevar la concentración de ácido acético en silajes para niveles entre 3,6 a 5,0% en la MS, promoviendo reducción en la población de levaduras de silajes de gramíneas de clima templado (Ranjit and Kung Jr., 2000; Driehuis et al., 2000; Taylor et al., 2002).

Con base en esos resultados, se procedió a la evaluación de un inoculante conteniendo *L. buchneri* en el ensilaje de la caña de azúcar, habiendo sido detectada reducción de 50% en la producción de etanol y de 56% en la pérdida total de MS, en relación al silaje no aditivado (Pedroso et al., 2002; Pedroso, 2003).

Algunos agentes germicidas, utilizados como conservantes en la industria alimenticia humana, han sido testados como aditivos para silaje. Los ácidos sórbico y benzoico, fueron evaluados en laboratorio por Woolford (1975) habiendo demostrado poder inhibitor sobre clostridia, levaduras y mohos. Pedroso (2003) evaluó el benzoato de sodio y el sorbato de potasio como aditivos en el ensilaje de la caña de azúcar en dos ensayos de laboratorio. En el primer ensayo, la aplicación del benzoato, a pesar de no haber sido capaz de reducir significativamente la concentración de etanol y las pérdidas de MS, resultó en silaje con mayor digestibilidad, mientras que el sorbato (0,03% de la forraje) redujo la pérdida total de MS. En el segundo ensayo se constató que el tratamiento con benzoato (0,1% de la forraje) causó reducción en la concentración de etanol y en la población de levaduras, acompañada por el menor consumo de CHO en relación al silaje control; el tratamiento con sorbato (0,03%) redujo la producción de etanol, pero sin reducciones en la pérdida total de MS y en el consumo de carbohidratos. El efecto de estos aditivos sobre los valores promedios de algunos parámetros, obtenidos durante los dos experimentos de Pedroso (2003), pueden ser vistos en la Tabla 3, donde se destacan: mayor tenor de proteína de los silajes tratadas con urea, pero con producción relativamente alta de efluentes; reducción acentuada en la concentración de etanol y en la pérdida total de MS resultante de la inoculación con *L. buchneri*; aumento en la concentración de etanol y grandes pérdidas ocasionadas por la inoculación con *L. plantarum*.

Tabla 3.

Valores promedios de algunos parámetros observados, en dos experimentos, con el uso de activos químicos y inoculantes bacterianos en silajes de caña de azúcar.

Silaje	MS	pH	PB	FDN	Etanol	Pérdida gaseosa	Efluentes	Pérdida total de MS
	(%)				(% da MS)		(kg/t)	(%)
Sin aditivo	26,7	3,67	3,9	62,0	3,9	8,2	11,1	12,5
Urea 0,5%	27,0	3,74	8,7	56,9	3,3	6,8	26,1	12,4
Benzoato 0,1%	27,0	3,68	3,3	59,5	2,9	7,8	19,6	13,7
Sorbato 0,03%	28,7	3,68	3,7	60,9	2,4	7,0	11,3	11,4
<i>L. buchneri</i>	28,5	3,59	3,6	61,3	1,9	7,8	12,6	6,6
<i>L. plantarum</i>	26,8	3,57	4,3	66,8	8,7	11,4	15,3	14,6

MS = materia seca; PB = proteína bruta; FDN = fibra en detergente neutro. (Pedroso, 2003)

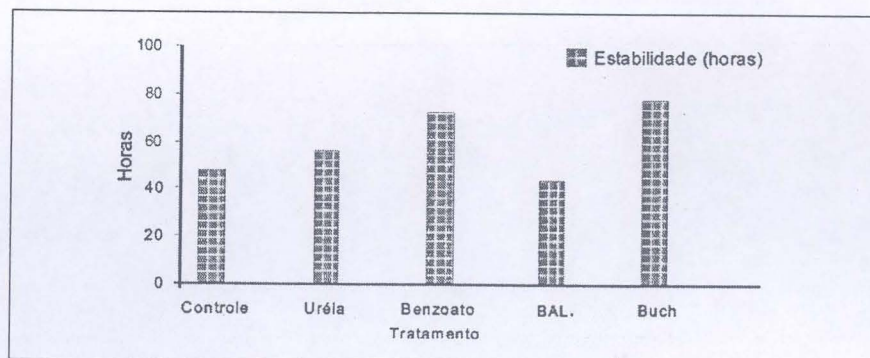
La exposición de los silajes al oxígeno, tras la abertura de los silos es inevitable, permitiendo el crecimiento de microorganismos aerobios que causan la deterioración de la forraje y la pérdida de compuestos nutritivos. El proceso de deterioración aerobia es iniciado por levaduras, causando elevación del pH, a medida que ocurre el proceso de oxidación de los productos de la fermentación de la silaje, principalmente el ácido láctico. Con la elevación del pH otros microorganismos comienzan a proliferar, en un proceso que resulta en pérdidas de componentes nutritivos del silaje, y que puede también comprometer su calidad higiénica, debido al desarrollo de microorganismos patógenos (Driehuis et al., 1999).

Ranjit & Kung Jr (2000) estudiaron la deterioración aerobia del silaje de maíz y observaron pérdidas de 5,3% de la MS y de 60% de los carbohidratos solubles hasta el tercer día de exposición al aire. En el mismo periodo, el pH aumentó de 3,9 para 5,0 y los tenores de ácido láctico y acético fueron reducidos de 7,52 para 1,35% y de 1,88 para 0,08% de la MS, respectivamente. Esos investigadores notaron todavía que, el conteo de levaduras aumentó de aproximadamente 10^6 para más de 10^8 unidades formadoras de colonia - ufc/g de silaje, tras un día y medio de exposición de la silaje al aire.

Algunos de los aditivos aquí mencionados presentaron efecto significativo de aumento de la estabilidad aerobia de los silajes de caña de azúcar, como puede ser observado en la Figura 4.

Figura 4.

Estabilidad aerobia de silajes de caña de azúcar tratadas con urea, benzoato de sodio e inoculantes conteniendo *L. Plantarum* (BAL) y *L. buchneri* (Buch). * Letras diferentes indican diferencia significativa ($P < 0,05$). (Pedroso, 2003)



3.2. Silajes de caña de azúcar aditivadas en el desempeño de bovinos

Son escasos los trabajos de investigación donde se evaluó el desempeño de bovinos alimentados con silajes de caña de azúcar aditivadas. La reducción el desempeño de animales alimentados con silajes producidas sin aditivos, en relación a animales alimentados con caña fresca, es previsible, al tenerse en cuenta las grandes pérdidas de nutrientes que ocurren en estas silajes (Alli et al., 1983; Pedroso, 2003). Alcântara et al. (1989) confirmaron la pérdida de calidad de la caña durante el ensilaje, habiendo observado reducción en la digestibilidad *in vivo* de la MS (55,3 vs 66,4 %) y menor consumo voluntario (42,5 vs 53,5 g/kg ^{0.75}) en carneros machos alimentados con silaje, en relación a los que recibieron el forraje fresco, habiendo sido las raciones suplementadas con urea y minerales.

Trabajos realizados en la ESALQ/USP confirmaron la limitación en el desempeño para animales alimentados con caña ensilada sin aditivos y constataron que el uso de algunos aditivos posibilitó desempeños mejores y cercanos a los relatados para animales alimentados con caña fresca (Pedroso, 2003; Schmidt et al., 2003)

En un experimento (Ensayo 1) fueron utilizadas 32 novillas de la raza holandesa, alimentadas con raciones conteniendo aproximadamente 46% (base seca) de silaje de caña tratada o no con aditivos. Las raciones fueron formuladas usándose el programa del NRC - Ganado de Corte (1996), objetivando tenores de 12% de PB y 70% de NDT y considerando el valor hipotético de 53% de NDT para las silajes de caña de azúcar. Se utilizó como parámetros en la formulación, ganancia de peso promedio diaria de 0,850 kg, para novillas en crecimiento pesando 450 kg (Pedroso, 2003). Se observó que los animales alimentados con el silaje no aditivado presentaron aumento de peso promedio de 0,94 kg/día, mientras que, aquellos alimentados con silajes tratadas con *L. buchneri* ($3,64 \times 10^5$ ufc/g MV) y benzoato de sodio (0,1% MV) tuvieron ganancias 32 y 21% superiores (1,24 y 1,14 kg/día, respectivamente), asemejándose a las ganancias obtenidas para animales alimentados con caña de azúcar fresca suplementada con proporciones semejantes de concentrado (50 a 60% en la MS). La conversión alimentaria para los animais recibiendo silajes tratadas con *L. buchneri* y benzoato de sodio fue de, aproximadamente, 7,7 kg MS/kg de ganancia, siendo así, mejor que el silaje no aditivado, y similar a los resultados obtenidos con caña fresca (Pate, 1981; Brondani et al., 1986; Ferreira et al., 1986; Esteves et al., 1993). El tratamiento con urea (0,5% MV) no promovió alteraciones significativas en las variables de desempeño evaluadas. No hubo diferencia para el consumo de MS entre los tratamientos.

Como parte de la evaluación de los resultados de este experimento, se realizó la comparación entre los valores de los índices de desempeño obtenidos y los valores que serían estimados por el NRC (1996), nivel 1 (tabular), para estos índices. Usándose el peso promedio real de los animales de cada bloque en el periodo experimental (bloque I: 254 kg; bloque II: 434 kg; bloque III: 477 kg; bloque IV: 530 kg), edades promedio de 12, 14, 15 y 16 meses para los bloques I, II, III e IV, respectivamente, y la composición bromatológica del silaje de cada tratamiento (Tabla 4), se procedió a la estimativa de consumo promedio de las raciones, que indicó valores alrededor de 11,5 kg MS/día para los animales de los tres bloques más pesados y 7,4 kg MS/día para el bloque de los animales más leves.

Se debe resaltar que, fueron utilizados para las estimativas los valores de composición de los silajes obtenidos en el experimento, juntamente con valores probables "teóricos", para los componentes exigidos por el programa que no estaban disponibles. Como valores de NDT, se asumió los valores de digestibilidad verdadera *in vitro* de la MS (DVIVMS) de los silajes (Tabla 4).

Tabla 4. Composición bromatológica de la caña de azúcar, quemada y picada, antes del ensilaje, y de los silajes experimentales (Ensayo 1)

Forraje	MS %	Cenizas	PB	FDN	FDA	LIG	CHOs	Etanol	DVIVMS %	pH
Caña de azúcar	31,9	6,59	3,37	47,2	35,9	6,90	26,4	0,21	55,3	5,38
Silaje: ¹										
Control	30,1	6,79	2,89	51,8	36,9	7,23	13,2	0,44	52,3	3,82
Urea	31,3	5,56	6,37	54,9	38,4	7,20	16,9	0,89	51,8	3,89
Benzoato	35,4	5,80	2,62	52,5	37,3	7,19	15,8	0,30	52,2	3,81
<i>L. buchneri</i> ²	34,1	6,21	1,96	49,1	34,8	6,40	15,1	0,29	55,2	3,83

¹ Silajes de caña de azúcar: control (sin aditivos); urea (0,5% MV); benzoato (0,1% MV) y *L. buchneri* ($3,64 \times 10^5$ ufc/g de MV); PB = proteína bruta; FDN = fibra en detergente neutro; FDA = fibra en detergente ácido; LIG = lignina; CHOs = carbohidratos solubles en agua; DVIVMS = digestibilidad verdadera *in vitro* de la MS; MS = materia seca; MV = masa verde. (Pedroso, 2003)

Los valores reales y estimados de consumo de MS están expresos en la Figura 5, donde se puede constatar que hubo superestimativa del consumo por el NRC, para los animales de los bloques más pesados (niveles de consumo más elevados), estando los puntos observados debajo de la línea de equivalencia entre valores estimados y obtenidos. En este caso, el consumo observado fue en promedio equivalente a 83% del estimado, estando, entretanto, dentro de la magnitud de consumo esperada para las categorías de los animales utilizados. Para el bloque de animales más leves la estimativa por el NRC fue bastante acertada, con los valores de consumo observados similares a los estimados (puntos próximos a la línea de equivalencia), con excepción para el tratamiento con silaje sin aditivos donde el consumo observado de los animales más leves estuvo 18% abajo del estimado.

Figura 5.

Valores de consumo de MS estimados por el NRC (1996) y observados para novillas holandesas alimentadas con raciones conteniendo 46% de silaje de caña de azúcar con y sin aditivos (Ensayo 1).

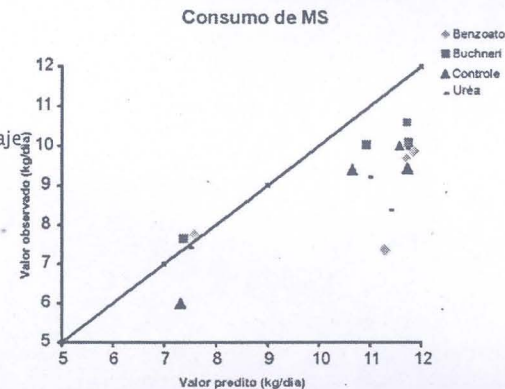
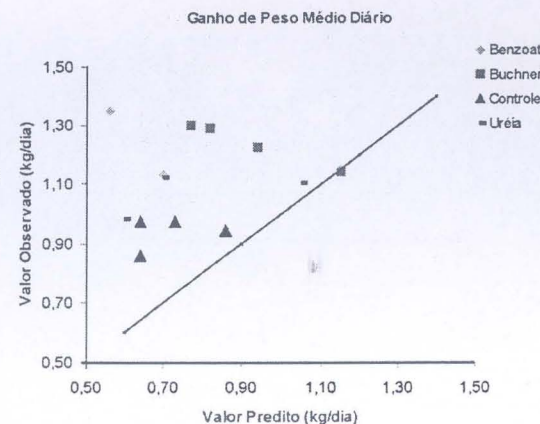


Figura 6.

Valores de ganancia de peso diario estimados por el NRC (1996) y observados para novillas holandesas alimentadas con raciones conteniendo 46% de silaje de caña de azúcar con y sin aditivos (Ensayo 1)



La estimativa para el aumento de peso de los animales, teniendo en vista los valores de consumo observados en el experimento, se encuentra en la Figura 6. Se verifica que la estimativa por el NRC menospreció el aumento de peso de los animales más pesados, siendo que los aumentos observados de estos fueron 49% superiores a los valores estimados, en promedio. Se observa también que los aumentos fueron predichos de forma bastante acertada para el bloque de los

animales más leves (puntos próximos a la línea de equivalencia), que estuvieron en promedio aproximadamente 2% arriba del estimado, nuevamente con excepción para el tratamiento con silaje sin aditivo, donde el aumento de peso real se situó 33% arriba del estimado.

Se utilizó todavía el programa del NRC para estimar cual debería ser el tenor energético de los silajes para corresponder a los valores de consumo y aumentos de peso observados. Se obtuvo, de forma general, valores excesivamente altos para los tres bloques de animales más pesados, o sea, los silajes en estos bloques deberían presentar, en promedio, 76% de NDT para permitir los aumentos observados, con los niveles de consumo verificados. Para el bloque de animales más leves, la estimativa fue de que los silajes deberían presentar NDT variando entre 51 y 53%. Con excepción apenas para el tratamiento control, la estimativa de NDT del silaje resultó en valor excesivo (64%) también para los animales más leves.

Algunas hipótesis pueden ser levantadas a partir de estos resultados. Se puede suponer que hubo alteración en la relación concentrado/voluminoso, decurrente de selección por parte de los animales, llevando a aumentos de peso excesivos en relación a los niveles de consumo observados. Sin embargo, esa hipótesis es poco probable de haber ocurrido, visto que, caso hubiese ocurrencia de desvíos, esos deberían distribuirse aleatoriamente sobre los bloques, indistintamente. Además de eso, al simularse en el NRC un acrecentamiento de 10% en la ingestión de concentrado, en relación al voluminoso, la amplitud de variación de la concentración predecida de NDT total de la ración sería de apenas 3,8 unidades porcentuales (de 69,8 para 72,5%) y el aumento de peso predecido sería incrementado en solamente 16 unidades porcentuales (de 0,77 para 0,89 kg/día), aún así no justificando los aumentos observados arriba de 1,0 kg/día.

La hipótesis más probable por tanto, es que tengan ocurrido desvíos de previsión en el programa del NRC, principalmente en relación a los animales más pesados, debido a variables no contempladas o no corregidas en la "alimentación de datos" del programa. Posiblemente, la diferencia de comportamiento verificada entre el bloque de los animales pesados y de los animales leves, en relación a la previsión de desempeño, fue debido a limitaciones en proteína metabolizable de la dieta para los animales de los bloques menores. De hecho, simulaciones realizadas por el NRC apuntaron la proteína metabolizable como el nutriente limitante al aumento de peso, para los animales menores, debido a alta exigencia de esa categoría. O sea, los animales menores no expresaron un aumento de peso superior al previsto por el programa, como verificado para los animales mayores, en virtud de limitaciones proteicas de la dieta.

Para forrajes tropicales y silajes con patrón adecuado de fermentación, la previsión del consumo suministrada por el NRC se sitúa generalmente abajo del consumo observado, desde que la calidad y el tenor de FDN de esos forrajes estén en niveles adecuados. Entretanto, para silajes con fermentaciones indeseables, como es el caso de la caña de azúcar, se verifica que el consumo previsto es generalmente superior al consumo observado, aunque el aumento observado sea superior al aumento previsto. Lo que lleva a creer que, productos de la fermentación en silajes de caña, como el ácido acético y el etanol, puedan estar inhibiendo el consumo voluntario, aunque incrementen el desempeño, por poseer elevado valor energético (Gould et al., 2001). Se puede por tanto concluir que el valor energético de silajes de caña han sido menospreciados, probablemente por el hecho de no considerarse el valor energético de componentes volátiles, como ácidos grasos volátiles, etanol y otros alcoholes, que se pierden durante la evaluación de la DIVIMS, y que pueden inhibir el consumo pero deben estimular el desempeño.

La indicación de que el valor nutritivo de silajes de caña de azúcar aditivadas puede ser mayor que el esperado fue confirmada en otros experimentos (Ensayos 2 y 3). En el Ensayo 2 se evaluó el efecto del tratamiento de los silajes con un inoculante conteniendo *L. buchneri* (con y sin enzima fibrolítica), sobre el desempeño de novillos de corte (Canchim y Nelore) alimentados con raciones conteniendo aproximadamente 45% de la MS en forma de silaje (Schmidt et al., 2003). En ese experimento también se observó aumento significativo en el consumo y en la ganancia de peso de los animales alimentados con raciones conteniendo silajes inoculadas con *L. buchneri*, en relación a aquellos alimentados con silaje sin inoculante (Tabla 2).

En el Ensayo 3, machos enteros de la raza Canchim, con peso promedio de 413 kg, fueron alimentados con raciones conteniendo alto nivel de concentrado (69% de la MS), basado en maíz, pulpa cítrica peletizada o una mezcla de esos ingredientes en partes iguales, y silaje de caña de azúcar inoculada con *L. buchneri* (31% de la MS) (Pereira et al., datos no publicados). Al procederse la estimativa, por el programa del NRC (1996), del valor energético que los silajes deberían presentar, en ambos ensayos, para permitir las ganancias observadas, se constató que las silajes deberían tener entre 55 y 58% de NDT (Ensayo 2) y entre 44 y 59% de NDT (Ensayo 3) (Tabla 2).

Tabla 2.

Estimativa del valor energético (NDT) de silajes de caña de azúcar a través de simulación por el modelo NRC (1996) para bovinos Nelore y Canchim

Tratamiento	GMD	CMS	NDT %
	Observado	Observado	Estimado
Ensayo 2 (45% silaje en la MS de las dietas)			
Control	0,81b*	7,46b *	54,8b **
<i>L. buchneri</i> (5x10 ⁴ ufc/g)	1,04a	8,77a	58,1a
<i>L. buchneri</i> (10 ⁵ ufc/g)	0,97a	8,87a	54,5b
<i>L. buchneri</i> (10 ⁵ ufc/g + enzima)	1,01a	8,59ab	56,3a
Ensayo 3 (31% silaje en la MS de las dietas)			
100% maíz	1,59	10,83	44,3
50% maíz / 50% pulpa	1,75	10,86	59,2
100% pulpa	1,48	9,78	58,9

* Letras diferentes, en la columna, indican diferencia significativa ($P < 0,10$); ** Letras diferentes, en la columna, indican diferencia significativa ($P < 0,15$); GMD = ganancia de peso vivo promedio diario; CMS = consumo de MS de la dieta promedio diaria; NDT = nutrientes digeribles totales; MS = materia seca.

Esas simulaciones demuestran que, en las condiciones de los Ensayos 2 y 3, el programa del NRC fue eficiente para prever el valor energético de las silajes, quedando los valores de NDT entre 55 y 59%, con excepción para la dieta con concentrado a base de maíz, en el Ensayo 3, donde el NDT previsto fue de 44,3%. En ese caso, posiblemente, el alto valor energético del maíz haya contribuido para deprimir el valor estimado de NDT del silaje de caña.

En el Ensayo 1 los valores previstos fueron más incorrectos y no compatibles con la expectativa de valor nutritivo de las silajes (los valores de NDT previstos fueron exageradamente altos).

4. CONCLUSIONES

El desempeño de bovinos de corte es adecuado cuando alimentados con caña de azúcar corregida, cuanto a los tenores de proteína y minerales. La adición de 0,5 a 1,0% de la mezcla urea/sulfato de amonio (9:1) al forraje, juntamente con el suministro suplementar de afrechos, como fuente de proteína y carbohidratos de menor solubilidad, permite la obtención de buenos resultados de consumo y ganancia de peso.

Silajes de caña de azúcar producidas sin aditivos, son caracterizados por intensa fermentación alcohólica, lo que resulta en pérdidas excesivas de MS y CHOs, principalmente en la forma de gases, causando acúmulo de los componentes de la pared celular y pérdida de digestibilidad de la forraje. Aditivos son capaces de reducir las pérdidas de MS y de valor nutritivo en el ensilaje de la caña de azúcar, aumentando también su estabilidad aeróbica, sin embargo, la toma de decisión por el aditivo adecuado es fundamental, pues existe la posibilidad de obtenerse efectos opuestos a los deseados, con aumento de la producción de etanol y de la pérdida de valor nutritivo durante el stock de los silajes.

La inadecuación y carencia de informaciones sobre la calidad de silajes de caña de azúcar, para alimentación del banco de datos de programas de computadora, puede llevar a errores significativos en las previsiones de desempeño para bovinos alimentados con estos silajes. Para efecto de formulación de raciones conteniendo silajes de caña de azúcar, mediante el programa del NRC (1996) nivel 1 (tabular), los valores de NDT para alimentación del banco de datos deben situarse en torno de 53% para silajes sin aditivos y 58% para silajes aditivadas. El desarrollo futuro prevee la necesidad de la consideración de los productos de fermentación de los voluminosos conservados en la forma de silaje, tanto en las estimativas de consumo, como también en las de ganancia de peso, para el refinamiento de la precisión de las simulaciones.

5. LITERATURA CITADA

- ALCÁNTARA, E.; AGUILERA, A.; ELLIOT, R.; SHIMADA, A. Fermentation and utilization by lambs of sugarcane harvested fresh and ensiled with and without NaOH. 4. Ruminant kinetics. *Animal Feed Science and Technology*, v. 23, p. 323-331, 1989.
- ALLI, I.; FAIRBAIRN, R.; BAKER, B.E. The effects of ammonia on the fermentation of chopped sugarcane. *Animal Feed Science and Technology*, v. 9, p. 291-299, 1983.
- ANDRADE, J.B.; JÚNIOR, E.F.; POSSENTI, R.A.; LEINZ, F.F.; BIANCHINI, D.; RODRIGUES, C.F.C. Valor nutritivo de silagem de cana-de-açúcar, cortada aos 7 meses de idade, tratada com uréia e adicionada de rolão de milho (compact disc). In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., Piracicaba, 2001. *Anais*. Piracicaba: SBZ, 2001.
- BOLSEN, K.K.; LIN, C.; BRENT, B.E.; FEYERHERM, A.M.; AIMUTIS, W.R.; URBAN, J.E. Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silages. *Journal of Dairy Science*, v. 75, p.3066-3083, 1992.
- BOIN, C.; TEDESCHI, L.O. Cana-de-açúcar na alimentação de gado de corte. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5., Piracicaba, 1993. *Anais*. Piracicaba: FEALQ, 1993. P. 107-126.
- BRONDANI, I.L.; RESTLE, J.; KEPLIN, L.A.S.; MARTINS, J.D. Efeito da utilização dos volumosos cana-de-açúcar e silagem de milho no desempenho de novilhas da raça charolês, mantidos em confinamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 23., 1986. Campo Grande. *Anais*. Campo Grande: 1986. p.127.
- DRIEHUIS, F.; ELFERINK, S.J.W.O.; WIKSELAAR, P.G. Fermentation characteristics and aerobic stability of grass silage inoculated with *Lactobacillus buchneri* alone and in mixture with *Pediococcus pentosaceus* and *Lactobacillus plantarum*. Grassland Farming - Balancing environmental and economic demands. In: GENERAL MEETING OF THE EUROPEAN GRASSLAND FEDERATION, 18., Tjele, Aalborg 2000. *Anais*. Aalborg: Danish Institute of agricultural Science, 2000. p. 41-43.
- ESTEVES, S.N.; CRUZ, G. M.; TULLIO, R.R.; FREITAS, A.R.F. Milho ou sorgo na alimentação de bovinos inteiros da raça canchim e ½ canchim + ½ nelore em confinamento. I. Ganho de peso e características da carcaça. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30., 1993. Rio de Janeiro. *Anais*. Rio de Janeiro: 1993. p.437.
- FERREIRA, J.J.; SALGADO, J.G.F.; MIRANDA, C.S. Cana-de-açúcar versus silagem de milho combinados com três níveis de concentrado para novilhas confinadas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 23., 1986. Campo Grande. *Anais*. Campo Grande: 1986. p.123.
- GOODING, E.G.B. Effect of quality of cane on its value as livestock feed. *Tropical Animal Production*, Santo Domingo, v.7, n.1, p.72-91, 1982.

- GOULD, J.; SCHOLLJEGERDES, E.J.; HESS, B.W.; LUDDEN, P.A.; RULE, D.C. Supplemental ethanol for ruminants consuming forages-based diets. In: UNIVERSITY OF WYOMING ANNUAL ANIMAL SCIENCE RESEARCH REPORT, 2001. Proceedings... Wyoming, 2001. p. 48-53.
- HERNANDEZ, M.R. Avaliação de variedades de cana-de-açúcar através de estudos de desempenho e digestibilidade aparente com bovinos. Jaboticabal, 1998. 78 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".
- HIGGINBOTHAM, G.E.; MUELLER, S.C.; BOLSEN, K.K.; DePETERS, E.J. Effects of inoculants containing propionic acid bacteria on fermentation and aerobic stability of corn silage. *Journal of Dairy Science*, v. 81, p. 2185-2192, 1998.
- KUNG Junior, L.; STANLEY, R.W. Effect of stage of maturity on the nutritive value of whole-plant sugarcane preserved as silage. *Journal of Animal Science*, v. 54, p. 689-696, 1982.
- LIMA, J.A.; EVANGELISTA, A.R.; ABREU, J.G.; SIQUEIRA, G.R.; SANTANA, R.A.V. Silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) enriquecida com uréia ou farelo de soja (compact disc). In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., Recife, 2002. *Anais*. Recife: SBZ, 2002.
- MATSUOKA, S.; HOFFMANN, H.P. Variedades de cana-de-açúcar para bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5., Piracicaba, 1993. *Anais*. Piracicaba: FEALQ, 1993. p. 17-35.
- MOLINA, L.R.; FERREIRA, D.A.; GONÇALVES, L.C.; CASTRO NETO, A.G.; RODRIGUES, N.M. Padrão de fermentação da silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) submetida a diferentes tratamentos (compact disc). In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., Recife, 2002. *Anais*. Recife: SBZ, 2002.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient requirements of beef cattle*. 7.ed. Washington: National Academy Press, 1996. 381p.
- NUSSIO, L.G.; MATTOS, W.R.S. Alimentos volumosos para o período da seca. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE, 1., Goiânia, 2000. *Anais*. Goiânia: CBNA, p. 85-100. 2000.
- NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P.; PEDROSO, A.F. Silagem de cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 20., Piracicaba, 2003. *Anais*. Piracicaba: FEALQ, 2003. p. 187-205.
- PATE, F.M. Nutritive value of sugar cane at different stages of maturity. *Tropical Animal Production*, Santo Domingo, v.2, n.1, p.108, 1977.
- PATE, F.M.; COLEMAN, S.W. Evaluation of sugar cane varieties as cattle feed. Florida Agricultural Experimental Station, 1975. In: RODRIGUES A. de A.; CRUZ, G. M.; ESTEVES, S.N. Potencial e limitações de dietas a base de cana-de-açúcar para recria de novilhas e vacas em lactação. São Carlos: Embrapa-CPPSE, 1998. 27p. (Embrapa-CPPSE. Circular Técnica, 16).
- PATE, F.M. Fresh sugar cane in growing-finishing steer diets. *Journal Animal Science*, v.53, p.881, 1981.
- PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; PAZIANI, S.F.; LOURES, D.R.S.; IGARASI, M.S.; MARI, L.J.; COELHO, R.M.; RIBEIRO, J.L.; ZOPOLLATTO, M.; HORII, J. Bacterial inoculants and chemical additives to improve fermentation in sugar cane (*Saccharum officinarum*) silage. In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 13. Auchincruive 2002. *Proceedings*. Auchincruive: SAC, 2002. p. 66.
- PEDROSO, A.F. Aditivos químicos e microbianos no controle de perdas e na qualidade de silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2003. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/Universidade de São Paulo, 2003.
- PRESTON, T.R.; LENG, R.A. 1980. Utilization of tropical feeds by ruminants. In: RUCKBUSH, T.; THIVELAND, P. Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants. Westport, AVI, p. 620-640.
- RANJIT, N.K.; KUNG JR., L. The effect of *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum*, or a chemical preservative on the fermentation and aerobic stability of corn silage. *Journal of Dairy Science*, v. 83, p.526-535, 2000.
- RODRIGUES, A. de A.; VIEIRA, P.F.; TORRES, R.A.; SILVEIRA, M.I. Efeito da uréia e sulfato de cálcio na digestibilidade de cana-de-açúcar por ruminantes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.27, n.10, p.1421-1427, 1992a.
- RODRIGUES, A. de A.; CRUZ, G.M.; ESTEVES, S.N. Utilização de enxofre na dieta de bovinos. São Carlos: Embrapa-CPPSE, 1998. p. (Embrapa-CPPSE. Circular Técnica, 13).
- RODRIGUES, A. de A.; CRUZ, G.M.; BATISTA, L.A. R.; LANDELL, M.G. de A. Qualidade de dezoito variedades de cana-de-açúcar como alimento para bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001. Piracicaba. *Anais*. Piracicaba: 2001. p.1111-1113.
- RODRIGUES, A. de A.; CRUZ, G.M.; ALENCAR, M.M.; BARBOSA, R.T.; CORRÊA, L.A.; OLIVEIRA, G.P. Efeito da suplementação, da disponibilidade e qualidade da forragem no ganho de peso de novilhas de diferentes grupos genéticos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002. Recife. *Anais*. Recife: 2002. 4f. CD-ROM.
- SCHMIDT, P.; NUSSIO, L.G.; RIBEIRO, J.L.; ZOPOLLATTO, M. Performance of beef bulls fed sugar cane silage (*saccharum officinarum* L.) treated with *Lactobacillus buchneri* (compact disc). In: WORLD CONFERENCE ON ANIMAL PRODUCTION, 9., Porto Alegre, 2003. *Proceedings*. Porto Alegre: WCAR, 2003.
- SILVA, S.A.R. Avaliação da eficiência fermentativa da cana-de-açúcar ensilada com diferentes aditivos. Goiânia, 2003. 44p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás.
- TAYLOR, C.C.; RANJIT, N.J.; MILLS, J.A.; NEYLON, J.M.; KUNG JR, L. The effect of treating whole-plant barley with *Lactobacillus buchneri* 40788 on silage fermentation, aerobic stability, and nutritive value for dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 85, p. 1793-1800, 2002.
- WOOLFORD, M.K. Microbial screening of food preservatives, cold sterilants and specific antimicrobial agents as potential silage additives. *Journal of Science of Food and Agriculture*, v. 26, p.229-237, 1975.