

POTENCIAL DE CANA-DE-AÇÚCAR SUCROALCOOLEIRA PARA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES AO LONGO DO CICLO DA CULTURA¹

ALESSANDRA APARECIDA GIACOMINI^{2*}, KARINA BATISTA², JOÃO BATISTA DE ANDRADE², MARIA LUCIA PEREIRA LIMA³,
LUCIANA GERDES², WALDSSIMILER TEIXEIRA DE MATTOS², IVANI POZAR OTSUK², MARIA TEREZA COLOZZA², EVALDO
FERRARI JÚNIOR²

¹Recebido para publicação em 20/06/13. Aceito para publicação em 15/01/14.

²Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Nutrição Animal e Pastagem, Instituto de Zootecnia (IZ), Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), Secretaria de Agricultura e Abastecimento (SAA), Nova Odessa, SP, Brasil.

³Centro de Bovinos de Corte, Instituto de Zootecnia (IZ), Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), Secretaria de Agricultura e Abastecimento (SAA), Sertãozinho, SP, Brasil.

*Autor correspondente: giacomini@iz.sp.gov.br

RESUMO: A indústria sucroalcooleira tem como foco a produtividade, qualidade (principalmente teor de açúcares) e longevidade do canavial, características que podem ser promissoras para uso na alimentação de ruminantes. Nesse contexto, realizou-se experimento com o objetivo de avaliar o potencial da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) variedade RB 855536 de uso industrial para uso na alimentação de ruminantes durante todo o período de produção comercial da cultura, aplicando-se as técnicas de manejo comumente utilizadas em canaviais para uso industrial. O experimento foi realizado no Instituto de Zootecnia, em Nova Odessa-SP. Os tratamentos corresponderam a quatro safras da cana-de-açúcar, referentes aos anos de 2007, 2009, 2010 e 2011, em delineamento de blocos completos casualizados com três repetições. A produção de biomassa verde e seca não diferiu entre as safras avaliadas, com valores variando de 97 a 160 kg de matéria V/ha, e 40 a 66 kg de MS/ha. O número de perfilhos por metro linear também não diferiu entre as safras, com valores de 11 a 15 perfilhos/m linear. Apesar disso, o peso por perfilho foi superior na safra de 2007 (1,6 kg/perfilho) relativamente às outras safras avaliadas. O teor de carboidrato não fibroso (CNF) variou de forma oposta ao do teor de fibra em detergente neutro (FDN). A variedade de cana-de-açúcar BR 855536 apresentou alta produção de biomassa, associada aos altos teores de CNF e baixos teores de FDN, com boa relação FDN/teor de polarização do caldo, principalmente nas duas primeiras safras (cana-planta e segunda soca). A variedade de cana-de-açúcar RB 855536 pode ser utilizada para alimentação de ruminantes ao longo do ciclo de exploração da cultura (5 anos).

Palavras-chave: produção de biomassa, RB 855536, *Sacharum officinarum*, safras, valor nutricional.

POTENTIAL OF SUGAR-ALCOHOL SUGARCANE FOR RUMINANT NUTRITION ALONG CULTURE CYCLE

ABSTRACT: The sugar-alcohol industry is focused on productivity, quality (especially sugar content) and longevity of sugarcane crop, traits that may be promising for use on ruminant feed. In this context, we performed an experiment aiming to evaluate the potential of the industrial sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) variety RB 855536 for use in ruminant nutrition throughout the period of commercial production of the crop, applying management techniques commonly used in crops for industrial use. The experiment was conducted at Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, SP. Treatments corresponded to four crops seasons of sugarcane, in the years of 2007, 2009, 2010 and 2011 in a complete randomized block design with three replications. Green and dry biomass production did not differ between crop seasons, with values ranging from 97-160 kg of green matter/ha, and 40-66 kg of DM/ha. The number of tillers per meter did not differ between crops,

with values ranging from 11-15 tiller/linear meter. Nevertheless the weight per tiller was higher in the 2007 crop (1.6 kg/tiller) related to the other crops evaluated. The non-fiber carbohydrates (NFC) content varied in the opposite way to the neutral detergent fiber (NDF). Sugarcane variety BR 855536 showed high biomass production, associated with high levels of NFC and low levels of NDF, good relationship NDF/Pol, especially in the first two crop seasons (2007 and 2009). The sugarcane variety RB 855536 can be used for ruminant feeding along culture cycle (5 years).

Keywords: biomass production, harvests, nutritional value, RB 855536, *Sacharum officinarum*.

INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é atualmente uma das principais culturas da economia brasileira. O Brasil não é apenas o maior produtor, mas também o primeiro produtor mundial de açúcar e etanol. Na safra 2011/2012, a produção brasileira de cana-de-açúcar foi de aproximadamente 560 milhões de toneladas, com produção média de 85 t/ha (variando de 65 a 120 t/ha). A estimativa de produção para a safra 2012/2013 é de 585 milhões de toneladas (BRASIL, 2013).

A principal destinação da cana-de-açúcar cultivada no Brasil é para a fabricação de açúcar e etanol. Contudo, estima-se informalmente que 10% da produção nacional de cana-de-açúcar sejam destinados à produção animal (NUSSIO *et al.*, 2006; LANDELL *et al.*, 2002). O uso da cana-de-açúcar na produção animal é difundido por seu alto potencial de produção e ciclo de colheita justamente na época de escassez de produção de forragem proveniente de pastagens (junho a outubro no Estado de São Paulo) que coincide com época da safra para uso industrial.

No entanto, em grande parte das áreas de cana-de-açúcar destinadas a alimentação animal os índices de produtividade são bem inferiores aos obtidos no setor sucroalcooleiro, devido principalmente ao descaso com as práticas agrônomicas. Com isso, os canaviais utilizados para alimentação animal geralmente apresentam menor produção e longevidade, necessitando de reformas mais frequentes, o que eleva significativamente o custo deste volumoso (NUSSIO e SCHMIDT, 2005). A implantação e o cultivo dos canaviais por parte das usinas sucroalcooleiras surgem como uma alternativa para os pecuaristas que não dispõem de mão-de-obra qualificada, máquinas e implementos adequados para ter sucesso na cultura, mas que podem utilizar um talhão da área comercial para alimentação de seu rebanho.

O processo produtivo canavieiro visa três princípios básicos: produtividade, qualidade e longevidade do canavial (CÂMARA, 1993), pois definem o custo do mesmo. Assim, um dos objetivos na produção de cana-de-açúcar é estudar

e entender o declínio da produtividade dos cortes sucessivos do canavial (ciclos fenológicos ou safras), para auxiliar na definição de quando deve ser feita sua renovação, o que pode implicar na melhoria da sua economicidade. Nesse contexto, com base no protocolo de manejo utilizado pela indústria, desenvolveu-se este trabalho com o objetivo de avaliar por 5 safras (anos) a produção e o valor nutricional da variedade RB855536 de cana-de-açúcar com vistas a seu potencial de utilização na alimentação de ruminantes.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Instituto de Zootecnia, em Nova Odessa/SP em uma área de 28 ha (22°45'14''S e 47°17'17''W) onde foram plantadas em março de 2006 mudas de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) da variedade RB 855536 de uso industrial em parceria com a Usina Açucareira Furlan S.A. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo fase arenosa (EMBRAPA, 1999). A temperatura média e os valores de precipitação somados durante o período experimental, dos meses de setembro a agosto do ano seguinte, coincidentes com o período de rebrota do canavial, são apresentados na Tabela 1.

Sessenta dias antes do plantio, o solo foi preparado e efetuada aplicação de 2.500 kg/ha de calcário dolomítico, para obtenção da saturação por bases (V%) igual a 60. O plantio foi realizado em sulcos de 30 cm de profundidade, no sistema pé com ponta e 15-16 gemas por metro linear de sulco, em linhas espaçadas de 1,35 m, aplicando-se no sulco 60 e 100 kg de K₂O e P₂O₅/ha, respectivamente. Após o plantio das mudas foi realizada adubação com 500 kg/ha da fórmula 20-05-20, de acordo com o protocolo de manejo da Usina Furlan S.A. para canaviais comerciais. O controle de invasoras foi feito após o plantio e após cada corte com 1,5 L/ha de ametrina + 1,0 L/ha de clomazone. Após cada corte da cultura, toda a área foi adubada com 500 kg/ha da fórmula 20-05-20 de acordo com o protocolo de manejo da usina para canaviais comerciais.

Tabela 1. Temperatura máxima, média e mínima, e precipitação pluvial total do período de rebrota da cultura, entre os cortes (safras) da cana-de-açúcar, de março de 2006 a agosto de 2011

	Temperatura (°C)			Precipitação (mm)
	Máxima	Média	Mínima	
março/2006 a agosto/2007 (safra 2007)	25,2	21,9	17,3	1686,2
setembro/2007 a agosto/2008 (fogo)	25,2	22,1	17,7	1055,2
setembro/2008 a agosto/2009 (safra 2009)	25,4	21,7	17,3	927,4
setembro/2009 a agosto/2010 (safra 2010)	25,6	22,2	17,8	1506,1
setembro/2010 a agosto/2011 (safra 2011)	25,1	21,7	16,8	1398,6

O delineamento experimental foi em blocos completos casualizados com três repetições (talhões com 9,3 ha cada). Os tratamentos corresponderam às safras comerciais da cultura da cana-de-açúcar dos anos de 2007 (cana-planta), 2009 (segunda soca), 2010 (terceira soca) e 2011 (quarta soca). As avaliações agrônômicas da safra de 2008 não foram realizadas devido à ocorrência de fogo acidental antes da programação de corte da usina em toda a área experimental, motivo que antecipou o corte efetuado pela usina para o dia seguinte da ocorrência desse evento (início de julho de 2008). As variáveis estudadas foram produção de biomassa/ha, número de perfilhos/m linear, composição bromatológica e relação fibra em detergente neutro/teor de polarização do caldo (FDN/Pol).

Em cada bloco foram demarcados 30 m de comprimento de 5 linhas, e foram coletados anualmente 2,5 m lineares de cana-de-açúcar por linha demarcada, sendo as amostras coletadas em pontos diferentes dentro desse intervalo de 30 m em cada uma das safras (anos). Os cortes foram realizados ao final do mês de agosto de todos os anos avaliados, dois dias antes do corte realizado pela usina para utilização do material na indústria sucroalcooleira. O corte foi realizado de forma manual com auxílio de podão, na região do colo da planta, a aproximadamente 5 cm do solo, sem a retirada do ponteiro, pois a cana-de-açúcar destinada à alimentação animal para fornecimento in natura ou posterior conservação tem toda sua parte aérea colhida (colmo e folhas). Após cada corte as amostras foram pesadas e os colmos contados para a determinação da biomassa verde por metro linear, e do número e peso de perfilhos por metro linear. Para determinação da produção de biomassa verde por hectare multiplicou-se a massa verde por metro linear e a quantidade de metros lineares existentes em um hectare, e os resultados apresentados em toneladas de matéria verde/ha (t de MV/ha). Para determinação da porcentagem de matéria seca foi

retirada uma subamostra de dez plantas inteiras (colmo + folhas, sem retirada da ponteira) de cada parcela. Essas subamostras foram picadas em ensiladeira estacionária e homogeneizadas, sendo retirada outra subamostra, que foi pesada e seca em estufa com circulação forçada de ar a 65°C até peso constante. Após secagem a subamostra foi pesada novamente, e o valor utilizado para cálculo da produção de biomassa seca por hectare (t de MS/ha).

A análise bromatológica foi realizada através da utilização de uma subamostra de 10 plantas inteiras (colmo+folhas) de cada amostra coletada, que foi picada em ensiladeira estacionária, pesada e seca em estufa com circulação forçada de ar a 65°C por 72 h. Após a secagem a amostra foi pesada e moída para determinação dos teores de proteína bruta (PB) pelo Método Kjeldhal (micro) (AOAC, 1995), fibra em detergente ácido (FDA) e (FDN) pelo método de VAN SOEST *et al.* (1991), matéria mineral (MM) como o resíduo de incineração da amostra em forno mufla a 500 - 550°C, e extrato etéreo (EE) como resíduo de substâncias solúveis em éter de petróleo. Foram estimados os teores de carboidratos totais (CHOT) utilizando-se a equação $CHOT = 100 - (PB + EE + MM)$, e carboidrato não fibroso (CNF) pela equação $CNF = 100 - (PB + FDN + EE + MM)$, de acordo com SNIFFEN *et al.* (1992). O teor de polarização do caldo (Pol) foi determinado pela Usina Açucareira Furlan S.A. a partir da leitura sacarimétrica do caldo em sacarímetro digital e automático, e calculado de acordo com metodologia descrita por FERNANDES (2003), e posteriormente utilizado para cálculo da relação FDN/Pol.

Na análise estatística utilizou-se o SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC). A análise de variância foi realizada através do procedimento GLM, sendo o nível de significância adotado de 5%. As comparações entre médias dos anos avaliados foram realizadas pelo Teste de Tukey. Para as correlações entre as variáveis utilizou-se o procedimento CORR do mesmo pacote estatístico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi verificada significância para a variação em produção de biomassa verde de cana-de-açúcar ao longo dos ciclos (safras) avaliados (Tabela 2). No entanto, apesar da ausência de significância, a produção de biomassa verde da cana-de-açúcar variedade RB 855536 diminuiu 19% comparando-se as safras de 2007 (cana-planta) e 2009 (segunda soca), foi 13% superior na safra de 2010 (terceira soca) relativamente à de 2009 (segunda soca), e 35% inferior na safra de 2011 (quarta soca) relativamente à de 2010 (terceira soca). Entretanto, essa diminuição foi de aproximadamente 40% quando comparada à produção de biomassa das safras de 2007 (cana-planta) e 2011 (quarta cana-soca). SEGATO *et al.* (2006) citaram que a cada ciclo ocorre perda na produtividade agrícola, como constatado neste trabalho.

A variação em produção de biomassa seca por hectare também não foi significativa entre as safras avaliadas, similarmente ao comportamento observado para produção de biomassa verde por hectare (Tabela 2). Podemos considerar que os valores de produção de biomassa seca por hectare da variedade RB 855536 ao longo de todos os anos avaliados neste experimento foi alta relativamente aos resultados reportados por AZEVÊDO *et al.* (2003) para as variedades SP80-1842, RB 845257 e SP 79-1011 em Oratório/MG, com produção de 29,0; 30,2 e 35,5 t de MS/ha, respectivamente, no primeiro corte do canavial (cana-planta). Ao avaliar de forma conjunta os dados obtidos por ANDRADE *et al.*

(2003) e BONOMO *et al.* (2009), SIQUEIRA *et al.* (2012) observaram que a relação entre produção de matéria digestível/ha está mais relacionada à produção de matéria seca do que à digestibilidade, e por esse motivo inferiram que a escolha das variedades, com anseios de melhoria da qualidade, não pode ser realizada em detrimento das características produtivas, o que denota que a variedade RB 855536 avaliada neste estudo, com relação à produção de biomassa, possui potencial para uso na alimentação animal ao longo do ciclo da cultura.

De acordo com DIB NUNES JR. (1987), uma produção de 110 a 120 t/ha de forragem corresponde a rendimentos de 85 t de colmo/ha, ou seja, a biomassa de colmos corresponde a 70 a 77% da biomassa total da cana-de-açúcar. Valor semelhante foi reportado por CARVALHO *et al.* (2010), que afirmou que a produção de colmos representa 80% da cana-de-açúcar destinada à alimentação animal. A partir dos valores reportados por estes autores, estimou-se a biomassa de colmos do presente experimento em 75% da biomassa total. A produção de colmos da safra de 2007 foi estimada em aproximadamente 122 t de colmos/ha, valor semelhante ao máximo de produtividade por área segundo dados do BRASIL (2013) referentes à safra 2011/2012. Esse cálculo também foi realizado para as outras safras, o que gerou estimativas de produtividade de aproximadamente 99; 112 e 73 t de colmos/ha nas safras de 2009, 2010 e 2011, respectivamente. Estes valores demonstraram que no terceiro e quarto cortes do canavial (anos de 2009 e 2010, segunda e terceira socas, respectivamente) a produtividade de colmos foi superior à da média nacional registrada pelo BRASIL (2013) de 85 t de MV

Tabela 2. Características produtivas e composição químico-bromatológica da variedade de cana-de-açúcar RB 85536 por safra comercial, de março de 2006 a agosto de 2011

Característica	Safras (anos avaliados)				EPM ²	Valor de P
	2007	2009	2010	2011		
Biomassa (t de MV/ha) ¹	162,6	132,0	148,9	96,9	15,64	0,075
Biomassa (t de MS/ha) ¹	65,8	40,1	62,8	54,8	6,87	0,078
Número de perfilhos/m linear	15	13	15	11	1,5	0,215
Peso por perfilho (kg)	1,6 A	1,3 B	1,3 B	1,2 B	0,03	0,001
MS (%)	40,5 B	30,4 C	42,2 B	56,6A	5,93	<0,001
PB (%MS)	3,6 A	2,8 B	2,8 B	2,5 B	0,13	0,004
FDA (%MS)	27,9 B	20,1 C	27,9 B	31,8 A	0,69	< 0,001
FDN (%MS)	45,3 B	37,1 C	54,6 A	52,9 A	1,02	< 0,001
CNF (%MS)	48,0 B	57,5 A	39,9 C	41,8 C	1,07	< 0,001
FDN/Pol	3,1 B	2,6 C	3,8 A	3,7 A	0,07	< 0,001

¹Estatística referente a dados transformados para Log de X. ²Erro padrão da média. Médias seguidas de letras maiúsculas nas linhas comparam valores entre safras.

de colmos/ha, e valor de 14% inferior somente no último corte do canavial, ano de 2011 (quarta soca).

De acordo com SILVA (2010) um canavial mantém-se produtivo por cinco a seis cortes, quando a produtividade média atinge ao redor de 65 t/ha de colmos. Nesse contexto, no caso do presente experimento, com produção estimada de colmos de 73 t/ha no último ano avaliado (2011 – quarta soca), pode-se supor que a lavoura ainda foi rentável economicamente, mas que o término do ciclo da cultura nessa safra foi adequado, prevenindo uma situação de baixa rentabilidade econômica se o canavial fosse mantido por mais uma safra (quinta soca). De acordo com SEGATO *et al.* (2006), os ciclos se repetem em intervalos anuais até que a lavoura não seja mais rentável economicamente, quando a cultura normalmente passa pelo manejo denominado de reforma e o ciclo reinicia com o plantio de uma nova muda.

SANTOS (1975) e SANTOS (1981) estudaram associação entre chuva e produtividade na cultura da cana-de-açúcar, e verificaram que a variabilidade climática é, na maioria das vezes, responsável pela oscilação na produção, seja ela positiva ou negativa, podendo ocorrer por excessos ou déficits hídricos. Esses autores concluíram que totais médios de produção de biomassa verde dessa cultura com os totais médios pluviométricos tiveram correlação positiva em média de 0,75, revelando tendência de aumento nos totais de produção quando se elevam os totais pluviométricos. O mesmo foi verificado neste estudo, com correlação altamente significativa entre a precipitação e os períodos de rebrota (Tabela 1) e a produção de biomassa verde (Tabela 3). Desta forma, é possível inferir que o fator climático que causa maior variabilidade anual na produção e produtividade é a disponibilidade de água (ALFONSI *et al.*, 1987; TERAMOTO, 2003). KATZ (1995) também reportou que as flutuações anuais na produção da cana-de-açúcar estão principalmente ligadas às oscilações climáticas, em especial a precipitação

pluvial, embora se devam levar em conta também os atributos dos solos e a tecnologia adotada.

Não foi verificada diferença em número de perfilhos por metro linear entre as safras avaliadas (Tabela 2). SUGUITANI e MATSUOKA (2001) estudaram quatro variedades de cana-de-açúcar, entre elas a RB 855536, e reportaram número de perfilhos variando entre 10 e 13 perfilhos/m linear dependendo da variedade, enquanto neste trabalho foram verificados valores que variaram de 10 a 15 perfilhos/m linear, ou seja, semelhantes. ALVAREZ e CASTRO (1999) também avaliaram o número de perfilhos por metro linear e não verificaram diferença entre cana crua e queimada, e nem entre os períodos avaliados (primeira e segunda socas). Apesar de o número de perfilhos/m linear não ter variado com as safras, o peso por perfilho foi superior na safra de 2007 relativamente às outras safras avaliadas (Tabela 2), o que pode ser uma característica da cana-planta, pois de acordo com MATSUOKA (1996) a soqueira se desenvolve a partir da brotação das gemas da base dos colmos colhidos na safra anterior e seu comportamento fisiológico é distinto daquele da cana-planta.

Correlação altamente significativa foi verificada entre a produção de biomassa de cana-de-açúcar por hectare com o número de perfilhos por metro linear, e peso por perfilho (Tabela 3). Comportamento semelhante foi observado por SEGATO *et al.* (2006), que verificaram grande relação entre produtividade com o perfilhamento. De forma similar, FERREIRA *et al.* (2007) constataram coeficiente de correlação fenotípica entre toneladas de cana-de-açúcar por hectare, número de colmos e massa média de colmos. Já SILVERA *et al.* (2009) e DE SOUSA e REA (1993) reportaram associação positiva entre as variáveis produção de biomassa e número de perfilhos por metro linear.

De acordo com PÁDUA *et al.* (2012), o critério adotado para escolha da cana-de-açúcar destinada à alimentação animal deve estar respaldado numa série de fatores que permitam avaliar a potencialidade das variedades disponíveis, não

Tabela 3. Coeficientes de correlação de Pearson (r) entre características da variedade de cana-de-açúcar RB 85536, em safra comercial (corte) avaliado de março de 2006 a agosto de 2011

	Precipitação pluvial		Número perfilhos por m linear		Peso por perfilho		FDN (%MS)	
	r	P	r	P	r	P	r	P
Biomassa (ton MV/ha)	0,65	0,023	0,91	<0,001	0,79	0,002	-	-
CNF (%MS)	-	-	-	-	-	-	-0,996	<0,001

P: significância

sendo recomendada a utilização de características isoladas. Neste trabalho a variedade RB 855536 apresentou alta produção de biomassa em todos os anos avaliados, o que por si só pode ser considerado como um indicativo de sua aptidão para uso na alimentação animal. No entanto, considerando-se que a idade do talhão pode afetar a composição químico-bromatológica da cana-de-açúcar, foi também avaliado o valor nutricional a cada safra.

O teor de PB da cana-planta (safra de 2007) foi aproximadamente 23% superior em relação ao da safra de 2009 (segunda soca), e não diferiu entre as safras de cana soca até o final do experimento (Tabela 2). De acordo com ANDRADE *et al.* (2004) e BONOMO *et al.* (2009), os teores de proteína bruta de cultivares de cana-de-açúcar variam de 1,91% a 3,81%, e os teores verificados neste trabalho encontram-se dentro dessa amplitude de variação. SIQUEIRA *et al.* (2012) reportaram que o teor de proteína é considerado um dos maiores empecilhos para a adoção da cana-de-açúcar como alimento volumoso para ruminantes, mas afirmaram que é negligenciada sua capacidade de fixar carbono com baixa exigência em nitrogênio, gerando elevada produção de biomassa por unidade de área. Os autores consideram que essa deficiência da cana-de-açúcar, na verdade, constitui-se em uma grande vantagem, pois caso a melhoria qualitativa da forrageira fosse baseada no aumento do teor proteico, provavelmente, esta perderia sua principal vantagem, que é a produtividade de massa seca.

Segundo VOLTOLINI *et al.* (2012) a cana-de-açúcar é utilizada como ingrediente volumoso de rações para animais ruminantes, de forma a proporcionar também considerável aporte de CNF, o que enriquece o aporte energético nas dietas dos animais. Assim, a avaliação da cana-de-açúcar para uso na alimentação animal deve considerar também o teor de CNF (LANDELL *et al.*, 2002). Os CNF são rapidamente fermentados no rúmen e são de fácil aproveitamento pelo animal (PÁDUA *et al.*, 2012), e na cana-de-açúcar os CNF são representados quase que exclusivamente por sacarose, mas também por pequena quantidade de amido, glicose e frutose (BARNES, 1974). Dessa forma, a porcentagem de CNF é importante do ponto de vista da alimentação animal, pois com o aumento da porcentagem de sacarose, aumenta a digestibilidade da matéria seca da cana-de-açúcar (SALAS *et al.*, 1992).

O maior teor de CNF foi verificado na segunda safra avaliada (segunda soca - 2009), com valor intermediário na safra da cana-planta (2007) e menor nas duas últimas safras da cana-soca (2010 e 2011), mostrando a variação de acordo com o tempo

de exploração do canavial (safras). O teor de CNF variou de forma inversamente proporcional ao teor de FDN, ou seja, quando o teor de CNF foi maior, o teor de FDN foi menor (Tabela 2). Nesse contexto, foi realizada análise de correlação entre essas duas variáveis, que denotou correlação linear negativa altamente significativa entre elas (Tabela 3), o que corrobora a afirmação de PÁDUA *et al.* (2012) de que o teor de CNF se opõe proporcionalmente ao teor de carboidratos fibrosos (FDN).

O teor da FDN foi superior nas duas últimas safras (2010 e 2011), com menor valor na safra de 2009 (segunda soca), e valor intermediário na safra de 2007 (cana-planta) (Tabela 2). De acordo com HERNANDEZ (1998) a FDN da cana-de-açúcar apresenta baixa digestibilidade, em média 40% e, portanto, a redução em seus teores implica em melhor qualidade do volumoso. Dessa forma, a melhor qualidade da cana-de-açúcar foi verificada no ano de 2009 (segunda soca), quando apresentou o maior teor de CNF e o menor de FDA relativamente às outras safras avaliadas, diminuindo nas duas últimas safras (terceira e quarta socas).

Com vistas à alimentação animal, ANDRADE *et al.* (2004) afirmaram que é interessante que a cana-de-açúcar tenha baixos teores dos componentes da fibra e maiores teores de carboidratos não estruturais, uma vez que a fibra da cana apresenta como característica baixa digestibilidade e os açúcares são considerados prontamente digestíveis (LANDELL *et al.*, 2002). ANDRADE *et al.* (2004) avaliaram a composição química de 60 genótipos de cana-de-açúcar planta, aos 12 meses de crescimento vegetativo (24 cultivares e 16 clones) e reportaram teores médios de 49,1% de FDN, sendo que 33% do material estudado apresentou teor de FDN inferior a 45%. O teor de FDN da cana-planta neste trabalho foi de 45%, abaixo dos teores médios encontrados por ANDRADE *et al.* (2004), e o maior teor de FDN (55% na safra de 2010) foi inferior aos 60% limitantes reportados por VAN SOEST (1994), o que denota que a variedade RB 855536 pode ser indicada para uso na alimentação animal ao longo de seu ciclo produtivo.

O teor de FDA foi superior na safra de 2011 (quarta soca), com valores intermediários nas safras de 2007 (cana-planta) e 2010 (terceira soca), e menor valor na safra de 2009 (segunda soca) (Tabela 2). A variação no teor da FDA foi semelhante ao da FDN, com exceção da safra de 2010 (terceira soca), quando o teor da FDN foi superior ao das safras de 2007 e 2009, e igual ao da última safra (2011), o que denota que no ano de 2010 (terceira soca) deve ter havido maior teor de hemicelulose na FDN. PATE *et al.* (2001), estudando o valor

nutricional de 66 variedades comerciais de cana-de-açúcar, reportaram ampla variação no teor de FDA (28,3% a 41,5%) e concluíram que, para se utilizar a cana-de-açúcar para alimentação animal, deve ser dada ênfase ao baixo conteúdo desta fibra, pois a FDA é a porção menos digerível da parede celular pelos microrganismos do rúmen, sendo constituída em sua quase totalidade de lignina e celulose (SILVA e QUEIROZ, 2002).

VAN SOEST (1994) considerou que teor de 40% da FDA é limitante da digestibilidade. Nesse contexto, a safra de 2009 (segunda soca) foi melhor para uso na alimentação animal, e o canavial perdeu qualidade com a idade. No entanto, o valor máximo encontrado (32% na safra de 2011) foi 23% inferior ao valor máximo de 41,5% reportado por PATE *et al.* (2001), e 20% inferior ao teor limitante de consumo reportado por VAN SOEST (1994), o que indica que, mesmo com o avanço da idade, a cana-de-açúcar variedade RB 855536 pode ser utilizada para alimentação animal, seguindo o protocolo de manejo da indústria sucroalcooleira.

O Pol da cana-de-açúcar foi definido como a sacarose aparente por cento de caldo (LEME FILHO, 2005). No entanto, o valor de Pol por si só é conveniente para a indústria, mas para a utilização da cana-de-açúcar na alimentação animal é mais interessante avaliar a relação FDN/Pol (SCHOGOR, 2008). A relação FDN/Pol foi superior nas safras de 2010 e 2011 relativamente às safras de 2007 (cana-planta), que apresentou valor intermediário, e de 2009 (segunda soca), quando foi verificado o menor valor da relação (Tabela 2). Entre os fatores que afetam a relação FDN/Pol, ressalta-se a variação encontrada nos teores de FDN.

De acordo com GOODING (1982), quanto menor a relação FDN/Pol mais energia o animal irá consumir, sendo por esse motivo uma característica importante a ser avaliada na cana-de-açúcar, pois alto conteúdo de FDN limita em determinado grau a ingestão de matéria seca e, conseqüentemente, o consumo de energia. Além disso, RODRIGUES *et al.* (2001) observaram que, quanto menor a relação FDN/açúcares, maior a digestibilidade *in vitro* da matéria seca, e SIQUEIRA *et al.* (2012) relataram que a redução na relação FDN/Pol é determinante para o aumento da digestibilidade da matéria seca da cana-de-açúcar.

Observando-se os valores da relação FDN/Pol (Tabela 2), fica claro que nas últimas safras (terceira e quarta cana-soca - 2010 e 2011) os valores foram superiores ao observados para cana-planta (2007) e segunda soca (2009), o que denota que o canavial perdeu qualidade com o avanço da idade. RODRIGUES

et al. (2001) avaliaram 18 variedades de cana-de-açúcar e reportaram que a relação FDN/Pol variou de 2,9 a 4,1. Com base nesse estudo, esses mesmos autores mencionam que a relação FDN/Pol pode servir de indicador de variedades de cana-de-açúcar para alimentação de ruminantes, e que o valor de 3,02 pode servir como referência para essa indicação.

A partir dessas considerações, é possível inferir que os valores de FDN/Pol encontrados nesse estudo, para cana-planta (2007) e segunda soca (2009) estão muito próximos ao definido por RODRIGUES *et al.* (2001) como referência para uso na alimentação de ruminantes, e que os valores nas últimas duas safras (terceira e quarta socas) ainda se encontram dentro da amplitude de variação descrita por esse autor. AZEVÊDO *et al.* (2003) avaliaram três variedades de cana-de-açúcar no primeiro corte (cana-planta) e reportaram valores da relação FDN/Pol de 2,7; 2,8 e 2,3; inferiores ao valor encontrado para cana-planta neste trabalho, mas semelhante ao valor verificado para a segunda soca (2009).

De acordo com MELLO *et al.* (2006), que compararam nove variedades de cana-de-açúcar, a variedade RB 855536 atendeu aos quatro critérios de avaliação para uso na alimentação de bovinos: teores de FDN < 49,14%, relação FDN/Pol < 3,03, teores de carboidratos de elevada degradação (A+B1) > 52,02 e porcentagem de fibra indigerível (C) < 13,82. Comparando-se essas premissas com os resultados deste trabalho, nota-se que, de acordo com os teores de FDN e relação FDN/Pol, a variedade RB 855536 atendeu aos critérios para uso na alimentação de bovinos na cana-planta (2007) e segunda soca (2009). No entanto, de acordo com os critérios de VAN SOEST (1994), os valores de FDN e FDA verificados nas duas últimas safras da cana-de-açúcar (2010 e 2011) não são suficientes para limitar consumo ou digestibilidade, o que denota o potencial de uso da cana-de-açúcar RB 855536 ao longo do ciclo da cultura para alimentação animal.

SIQUEIRA *et al.* (2012) relataram que a experimentação agrônômica com a cana-de-açúcar é uma linha de pesquisa bastante explorada quando destinada ao setor sucroalcooleiro, e que de maneira generalizada deve-se seguir as recomendações de plantio, manejo, adubação e controle de pragas e doenças conforme as idealizadas para produção de açúcar e etanol. Levando-se em consideração a afirmação de SIQUEIRA *et al.* (2012), e também de NUSSIO *et al.* (2007), de que quando comparada a outras fontes de forragens, a cana-de-açúcar tem se apresentado como alternativa economicamente viável na maioria das simulações de custo de produção e, mais que isso, tem gerado coeficientes

de desempenho animal tão satisfatórios quanto qualquer outra fonte de alimento volumoso tradicional, o uso da cana-de-açúcar para alimentação animal durante todo o ciclo da cultura, seguindo o protocolo de manejo utilizado pela indústria sucroalcooleira, pode ser viável.

CONCLUSÕES

A variedade de cana-de-açúcar de uso industrial RB 855536 pode ser utilizada para alimentação animal ao longo do ciclo de exploração da cultura (5 anos). No entanto, deve-se considerar que seu valor nutricional diminui nos dois últimos anos de exploração (terceira e quarta cana-soca).

REFERÊNCIAS

- ALFONSI, R.R.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; BRUNINI, O.; BARBIERI, V. Condições climáticas para a cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S.B. (Ed.) **Cana-de-açúcar: Cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, 1987, p.42-55.
- ALVAREZ, I.A.; CASTRO, P.R.C. Crescimento da parte aérea de cana crua e queimada. **Scientia Agricola**, v.56, p.1069-1079, 1999.
- ANDRADE, J.B.; FERRARI JUNIOR, E.; POSSENTI, R.A.; OTSUK, I.P.; ZIMBACK L.; LANDELL, M.G.A. Seleção de 39 variedades de cana-de-açúcar para alimentação animal. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.40, p.287-296, 2003.
- ANDRADE, J.B.; FERRARI JUNIOR, E.; POSSENTI, R. A.; OTSUK, I.P.; ZIMBACK, L.; LANDELL, M.G.A. Composição química de genótipos de cana-de-açúcar em duas idades, para fins de nutrição animal. **Bragantia**, v.63, p.341-349, 2004.
- AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Micro Kjeldahl method. In: CUNNIFF, P. (Ed.). **Official methods of analysis of AOAC International**. Arlington, 1995, p.7.
- BARNES, A.C. **The sugar cane**. London: Leonard Hill Books, 1974. 572p.
- AZEVÊDO, J.A.G., PEREIRA, J.C.; QUEIROZ, A.C.; CARNEIRO, P.C.S.; LANA, R.P.; BARBOSA, M.H. P.; FERNANDES, A.M.; RENNÓ, F. P. Composição químico-bromatológica, fracionamento de carboidratos e cinética da degradação *in vitro* da fibra de três variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.1443-1453, 2003.
- BARNES, A.C. **The sugar cane**. London: Leonard Hill Books, 1974. 572p.
- BONOMO, P.; CARDOSO, C.M.M.; PEDREIRA, M.S.; SANTOS, C.C.; PIRES, A.J.V.; SILVA, F.F. Potencial forrageiro de variedades de cana-de-açúcar para alimentação de ruminantes. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.31, p.53-59, 2009.
- BRASIL. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Anuário estatístico de agroenergia 2012: statistical yearbook of agrienergy / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Produção e Agroenergia. Bilingüe. – Brasília : MAPA/ACS, 2013. 284 p.
- CÂMARA, G.M.S. Ecofisiologia da cultura da cana-de-açúcar. In: CÂMARA, G.M.S. (Ed.) **Produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: ESALQ, 1993, p.31-64.
- CARVALHO, M.V.; RODRIGUES, P.H.M.; LIMA, M. L.P.; ANJOS, I.A.; LANDELL, M.G.A.; SANTOS, M.V.; SILVA, L.F.P. Composição bromatológica e digestibilidade de cana-de-açúcar colhida em duas épocas do ano. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.47, p.298-306, 2010.
- DESOUZA, O.; REA, R. Correlación entre los componentes de rendimiento y calidad en cinco cultivares híbridos de caña de azúcar. **Caña de Azúcar**, v.11, p.45-52, 1993.
- DIB NUNES JR., M.S. Variedades de cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S.B. (Ed.) **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, 1987, p.187-259.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Embrapa: Brasília, 1999. 412 p.
- FERNANDES, A.C. **Cálculos na agroindústria da cana-de-açúcar**. Piracicaba: STAB, 2003. 240p.
- FERREIRA, F.M.; BARROS, W.S.; SILVA, F. L.; BARBOSA, M.H.P.; CRUZ, C.D.; BASTOS, I.T. Relações fenotípicas e genotípicas entre componentes de produção em cana-de-açúcar. **Bragantia**, v.66, p.605-610, 2007.
- GOODING, E.G.B. Effect of quality of cane on its value as livestock feed. **Tropical Animal Production**, v.7, p.72-91, 1982.
- HERNANDEZ, M.R. **Desempenho e digestibilidade aparente de variedades de cana-de-açúcar com bovinos**. 1998. 69f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1998.

- KATZ, E. **Influência climática na produção de cana-de-açúcar no núcleo canavieiro de Jaú (SP)**. 1995. 75f. Dissertação (Mestrado em Geografia e Estatística) – IGCE/UNESP, Rio Claro, 1995.
- LANDELL, M.G.A.; CAMPANA, M.P.C.; RODRIGUES, A.A.; CRUZ, G.M.; BATISTA, L.A.R.; FIGUEIREDO, P.; SILVA, M.A.; BIDOIA, M.A.P.; ROSSETO, R.; MARTINS, A.L.M.; GALLO, P.B.; KANTACK, R.A. D.; CAVICHIOLI, J.C.; VASCONCELOS, A.C.M.; XAVIER, M. A. **A variedade IAC86-2480 como nova opção de cana-de-açúcar para fins forrageiros: manejo de produção e uso na alimentação animal**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2002. 36p. (Boletim técnico, 193)
- LEME FILHO, J.R.A. **Estudo comparativo dos métodos de determinação de estimativa dos teores de fibra e de açúcares redutores em cana-de-açúcar (Saccharum spp)**. 2005. 151 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.
- MATSUOKA, S. **Botânica e ecossifologia da cana-de-açúcar**. Araras: UFSCar, 1996. 93p.
- MELLO, S.Q.S.; FRANÇA, A.F.S.; LIMA, M.L. M.; RIBEIRO, D.S.; MIYAGI, E.S.; REIS, J.G. Parâmetros do valor nutritivo de nove variedades de cana-de-açúcar cultivadas sob irrigação. **Ciência Animal Brasileira**, v.7, p. 373-381, 2006.
- NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P. Silagens de cana-de-açúcar para bovinos leiteiros: aspectos agrônomicos e nutricionais. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA LEITEIRA: VISÃO TÉCNICA E ECONÔMICA DA PRODUÇÃO LEITEIRA. 5., 2005, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2005. p.193-218.
- NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P.; SCHOGOR, A.L.B., MARI, L.J. Cana-de-açúcar como alimento para bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3., 2006, Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2006. p.277-328.
- NUSSIO, L.G.; SANTOS, M.C.; QUEIROZ, O.C.M. Estratégias para produção de bovinos diante da expansão da cultura canavieira. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 24., 2007, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2007. p.243-272.
- PÁDUA, F.T.; FONTES, C.A.A.; THIÉBAUT, J.T.L.; DEMINICS, B.B.; ALMEIDA, J.C.C.; ARAUJO, R.P. Produção, composição química e degradabilidade ruminal *in situ* de cultivares de cana-de-açúcar. **Archivos de Zootecnia**, v.61, p.375-386, 2012.
- PATE, F.M.; ALVAREZ, J.; PHILLIPS, J.D.; ELAND, B.R. **Sugarcane as a cattle feed: production and utilization**. Florida: University of Florida/ Cooperative Extension Service, 2001. 25p.
- RODRIGUES, A.A.; CRUZ, G.M.; BATISTA, L.A.R.; LANDELL, M.G.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: SBZ, 2001. p.1111-1112.
- SALAS, M.; AUMONT, G.; BIESSY, G.; MAGNIE, E. Effect of variety, stage of maturity and nitrate fertilization on nutritive values of sugar canes. **Animal Feed Science And Technology**, v.39, p.265-277, 1992.
- SANTOS, M.J.Z. **Importância da variação do regime pluviométrico para a produção canavieira na região de Piracicaba, SP**. 1975. 115f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1975.
- SANTOS, M.J.Z. **Influências climáticas associadas às pedológicas e econômicas na produção da cana-de-açúcar nos núcleos canavieiros do Estado de São Paulo**. 1981. 411f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1981.
- SCHOGOR, A.L.B. **Avaliação agrônômica da cana-de-açúcar submetida a métodos de colheita para produção animal**. 2008. 166f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2008.
- SILVA, M.A. Biorreguladores: nova tecnologia para maior produtividade e longevidade do canavial. **Pesquisa & Tecnologia**, v.7, p.1-4, 2010.
- SEGATO, S.V.; MATTIUZ, C.F.M.; MOZAMBANI, A.E. Aspectos fenológicos da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S.V.; PINTO, A.S.; JENDIROBA, E. NÓBREGA, J.C.M. (Eds.) **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: FEALQ, 2006. p.19-36.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: UFV, 2002. 235p.
- SILVERA, C.R.; URDANETA, J.; BORGES, J.; VERDE, O.

Respuesta agronómica de cultivares de caña de azúcar com potencial forrajero a diferentes intervalos de corte em Yaracuy, Venezuela. **Zootecnia Tropical**, v.27, p.143-150, 2009.

SIQUEIRA, G.R.; ROTH, M.T.P.; MORETTI, M.H.; BENATTI, J.M.B.; RESENDE, F.D. Uso da cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, p.991-1008, 2012.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D., VAN SOEST, P. J.; FOX, D.G.; RUSSELL, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II- Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.

SUGUITANI, C.; MATSUOKA, S. Efeitos do fósforo nas características industriais e na produtividade agrícola em cana-de-açúcar (cana planta) cultivada em duas regiões do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 28., 2001, Londrina. Ciência

do solo: fator de produtividade competitiva com sustentabilidade. **Anais...** Londrina: SBCS, 2001. p.119.

TERAMOTO, E.R. **Avaliação e aplicação de modelos de estimative de produção de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) baseados em parâmetros do solo e clima**. 2003. 86f. Tese (Doutorado em Agronomia) - ESALQ/USP, Piracicaba, 2003.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.

VOLTOLINI, T.V.; SILVA, J.G.; SILCA, W.E.L.; NASCIMENTO, J.M.L.; QUEIROZ, M.A.A.; OLIVEIRA, A.R. Valor nutritivo de cultivares de cana-de-açúcar sob irrigação. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, p.894-901, 2012.