



Composição químico-bromatológica e degradação *in vitro* do bagaço de cana-de-açúcar tratado com hidróxido de sódio¹

Gil Mario Ferreira Gomes², Ângela Maria de Vasconcelos³, Hévila Oliveira Salles⁴, Antônio Silvío do Egito⁴, Aline Vieira Landim⁵, Natália lívia Oliveira Fonteles⁶

¹Projeto financiado pela Embrapa Caprinos e Ovinos/PETROBRÁS

²Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA. Bolsista Embrapa Caprinos e Ovinos E-mail: gilmariofg@yahoo.com.br

³Zootecnista, D.Sc. Professora Adjunta – UVA. Orientadora E-mail: angv06@hotmail.com

⁴Pesquisadores da Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral-CE

⁵Professor do Depto. de Zootecnia/UVA/CCAB, Sobral-CE

⁶Estudante de Mestrado - UVA

Resumo: Objetivou-se determinar a composição químico-bromatológica e degradação *in vitro* da matéria seca do bagaço de cana-de-açúcar (BCA) tratado com hidróxido de sódio (NaOH). Para hidrólise do BCA utilizou-se a proporção de 80 mL de NaOH a 50% para 100g de BCA. Na degradação *in vitro* do bagaço de cana *in natura* (BIN) e hidrolisado (BH) foram colhidos líquido ruminal de ovinos e caprinos. O tratamento com NaOH resultou numa maior solubilização da Hemicelulose (76,84%) e Lignina (88%) sendo a Celulose menos afetada (5,43%). A Fibra Detergente Ácida sofreu maior solubilização (83,18%) que a Fibra Detergente Neutra (54,53%). Houve diferença entre os tratamentos para digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) ($P < 0,05$), sendo a maior digestão observada para BH (73,86 vs 42,59). O NaOH pode ser utilizado na degradação do BCA e no pré-tratamento para isolamento e purificação da celulose. Alta concentração de NaOH não afetou a degradação *in vitro* pelos microrganismos ruminais.

Palavras-chaves: celulose, fibra, lignocelulósico, lignina, *in vitro*

Abstract: The aim of this study was to determine the chemical composition and *in vitro* degradability of dry matter sugarcane bagasse (SCB) treated with sodium hydroxide (NaOH). To SCB hydrolysis was used the ratio of 80mL of NaOH 50% to 100g of SCB. For *in vitro* degradability of sugarcane bagasse *in natura* (BIN) and hydrolyzed (BH) was collected rumen fluid from sheep and goats. NaOH treatment resulted in greater solubilization of hemicellulose (76.84%) and lignin (88%) being the cellulose less affected (5.43%). It was observed more solubility of acid-detergent fiber (83.18%) than of neutral detergent fiber (54.53%). There were significant differences between treatments for *in vitro* digestibility matter dry ($P < 0.05$), showing, the BH, better digestibility (73.86%) than the BIN (42.59%). So, the NaOH can be used in the degradation of the SCB and in the pre-treatment for isolation and purification of cellulose. High concentration of NaOH did not affect the *in vitro* degradability by rumen microorganisms.

Keywords: cellulose, fiber, lignocellulosic, lignin, *in vitro*

Introdução

O bagaço de cana-de-açúcar é um subproduto da extração do conteúdo solúvel da cana-de-açúcar por moagem. Nos últimos anos tem-se aumentado seu volume devido à demanda por fontes renováveis de combustíveis, como por exemplo, a gasolina que vem sendo paulatinamente substituída por etanol.

A não utilização deste resíduo gera acúmulo, resultando em potencial fonte de contaminação ambiental. Outro aspecto é que o bagaço de cana pode ser reutilizado pela indústria e assim aumentar a eficiência de sua utilização na produção de etanol. Por ser um material orgânico rico em celulose, um polímero de glicose, pode ser degradado até sua unidade básica e gerar álcool. Os principais estudos na biodegradação do bagaço de cana incluem a utilização de enzimas e compostos químicos (ácidos e bases). A utilização de ácidos vem sendo pouco relevante devido seu alto poder corrosivo. Assim, estudos vêm sendo concentrados na utilização de enzimas e bases. Andrade e Fukushima (1994), por sua vez, trataram bagaço de cana com soluções alcalinas e observaram superioridade do NaOH em relação ao NH_4OH em degradar o bagaço. Em relação ao uso de enzimas no Brasil, os estudos ainda são incipientes. No entanto, a grande biodiversidade brasileira se apresenta como um potencial celeiro de organismos que podem gerar enzimas com maior eficiência na degradação. Fontes potenciais dessas enzimas seriam microrganismos que se desenvolvem em materiais lignocelulósicos da cana em decomposição ou em animais que possuem a capacidade de se alimentar e degradar a biomassa *in natura*, como por exemplo, os ruminantes que são animais dotados de microrganismos nos seus estômagos responsáveis por sintetizar enzimas para a degradação de alimentos fibrosos. Neste contexto, a demanda por pesquisas voltadas para a biodegradação do bagaço de cana é significativa. Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar a

composição químico-bromatológica e a degradação *in vitro* da matéria seca do bagaço de cana tratado com hidróxido de sódio (NaOH).

Material e Métodos

Este trabalho foi desenvolvido na Embrapa Caprinos e Ovinos. O bagaço de cana-de-açúcar foi colhido numa moenda artesanal localizada no Município de Guaraciaba do Norte/CE. Após, foi distribuído uniformemente sobre uma lona e revolvido várias vezes ao dia até completa secagem para ser estocado. Uma amostra foi colhida para ser submetida à hidrólise química. Esse material foi levado ao Laboratório de Nutrição Animal da Embrapa Caprinos e Ovinos onde foi pulverizado com uma solução de hidróxido de sódio a 50% na proporção de 80 mL para 100g de bagaço de cana e homogeneizado, ficando em repouso por 24 horas. Após, foi submetido à pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 65°C por 48 horas e, em seguida, moído em peneira de 1 mm para posterior análise.

A análise bromatológica das amostras coletadas foi obtida utilizando as técnicas descritas em AOAC (1990), e a fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), celulose (Cel), Hemicelulose (Hcel) e Lignina (Lig) segundo Van Soest *et al.* (1991). Para avaliação da digestibilidade *in vitro* colheu-se o inóculo ruminal, obtido de caprinos e ovinos, sendo coletado diretamente da cânula dos animais e colocado em recipientes plásticos de 500 mL, sendo, após, coados e transferidos para garrafas térmicas previamente aquecidas com água morna, aproximadamente 39°C, e levadas imediatamente ao laboratório. Foi usado fluxo de CO₂ por 10 min, no recipiente com líquido ruminal. Aproximadamente 0,5 g de bagaço de cana *in natura* (BIN) e hidrolisado (BH) foram colocados nos tubos com fluido ruminal diluído 1:4 líquido ruminal:solução tampão, respectivamente. Seguiu-se a técnica de duas etapas descrita por Tilley e Terrey (1963). O delineamento foi inteiramente casualizado. Os dados foram analisados pelo teste t de Student com nível de significância de 5%.

Resultados e Discussão

A composição químico-bromatológica do BIN e BH são apresentadas na Tabela 1. Como pode ser observado, o tratamento do bagaço de cana com NaOH atuou principalmente na solubilização da Hemicelulose – Hcel (76,84%) e Lignina – Lig (88%). Por outro lado, a fração celulósica sofreu reduzida hidrólise, pois apenas 5,43% do material original (BIN) foi solubilizado. Segundo Sun *et al.* (2004) a Hcel está presente principalmente na superfície externa da fibra e, por isso é facilmente solubilizada por solução alcalina. Em contraste, a celulose se concentra no interior da fibra apresentando menor solubilização. Já é bastante documentado na literatura sobre a ligação química entre lignina e carboidratos formando os produtos lignocelulósicos (SUN *et al.*, 2004), no entanto, tem sido sugerido que as principais ligações ocorrem entre Lig e Hcel (TENKANEN *et al.*, 1999). Isto provavelmente explica a elevada solubilização da Lig em soluções alcalinas. A fibra detergente ácido - FDA (83,18%) sofreu alta hidrólise o que demonstra que a lignina é o principal constituinte desta fração, uma vez que a hemicelulose é solúvel em solução detergente ácido (VAN SOEST, 1994). A fibra detergente neutro – FDN, por sua vez, foi 54,53% solubilizada. Isso mostra fortes evidências de que a fração fibra do bagaço de cana é constituída principalmente por celulose e lignina com uma proporção aproximada de 50:50, respectivamente.

Houve diferença (P<0,05) entre os tratamentos para a digestibilidade *in vitro* da Matéria Seca (DIVMS) (Tabela 1). O tratamento com NaOH aumentou em 31,27 pontos percentuais a DIVMS. Este efeito já era esperado devido à alta solubilização da Lig, indicando que a celulose ficou mais acessível para ação dos microrganismos do líquido ruminal. A lignina é um composto polifenólico indigerível pelos microrganismos ruminantes que pode se ligar a outros componentes da parede celular vegetal, como por exemplo, celulose, proteína e hemicelulose, indisponibilizando-os (VAN SOEST, 1994). A elevada quantidade de NaOH utilizada neste trabalho não é recomendada para uso na alimentação de ruminantes. No entanto, neste estudo, foi observado que houve degradação pelos microrganismos ruminantes e que a proporção de 80 mL (NaOH):100 g (bagaço de cana) pode ser utilizado para isolamento e cultivo de microrganismos celulolíticos, já que a composição microbiana é significativamente alterada pela composição do alimento ou dieta.

Tabela 1: Composição químico-bromatológica e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) do bagaço de cana-de-açúcar *in natura* (BIN) e hidrolisado (BH).

Componente	BIN	BH
Matéria Seca (%)	91.42	80.91
DIVMS (%)	42,59 ^b	73,86 ^a
	(% MS)	
Proteína Bruta	3.97	1.07
Extrato Etéreo	3.83	3.78
Fibra Detergente Neutro	76.46	34.77
Fibra Detergente Ácido	44.30	7.45
Hemicelulose	32.16	7.45
Celulose	26.16	24.74
Lignina	21.33	2.54
Cinzas	3.32	0.01

^{a,b}Letras diferentes na mesma linha diferem ao nível de significância de 5 % pelo teste t de Student.

Conclusões

O NaOH a 50% na proporção de 80 mL para 100 g pode ser utilizado na degradação do BCA, bem como no pré-tratamento para isolamento e purificação da celulose. A concentração de NaOH utilizada não afetou a degradação do BCA pelos microrganismos ruminais.

Referências Bibliográficas

- ANDRADE, M.B.M.; FUKUSHIMA, R.S. Efeitos de diferentes tratamentos no bagaço de cana sobre a digestibilidade dos nutrientes. 1. Digestibilidade *in vitro*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., 1994, Maringá. Anais... Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1994. p.514.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. Official methods of analysis. 15.ed. Washington D.C.: 1990. 1141p.
- SUN, J.X.; SUN, X.F.; ZHAO, H.; SUN, R.C. Isolation and characterization of cellulose from sugarcane bagasse. *Polymer Degradation and Stability*, v.84, p.331-339, 2004.
- TENKANEN, M.; TAMMINEN, T.; HORTLING, B. Investigation of lignin-carbohydrate complexes in kraft pulps by selective enzymatic treatments. *Applied Microbiology Biotechnology*, v.51, p.241-248, 1999.
- TILLEY, J.M.A. & TERRY, R.A. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J. Br. Grassl. Soc.*, v.18, n.2, p.104-111, 1963.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Animal Science*, v.74, p.3583-3597, 1991.