

Análise da composição química de cinco variedades de capim-elefante por métodos diferentes

Carolina Assunção Lucas da Silva¹, Raquel Bombarda Campanha², Juarez Campolina Machado³, Patrícia Abrão Oliveira⁴

Resumo

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) é uma gramínea considerada como uma alternativa sustentável para a produção de energia e biocombustíveis em razão da sua alta eficiência fotossintética (metabolismo C4), grande capacidade de acumulação de matéria seca e de fixação biológica de nitrogênio. Por ser uma forrageira, geralmente, o capim-elefante tem a sua composição química determinada por análise bromatológica. Para a produção de biocombustíveis, a composição química deve ser avaliada por métodos com maior exatidão. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os teores de celulose, hemicelulose e lignina de variedades de capim-elefante por análise bromatológica e pelo protocolo do National Renewable Energy Laboratory (NREL). As análises dos teores de celulose, hemicelulose e lignina resultaram em valores diferentes nos dois métodos avaliados. O método adotado pelo NREL apresentou maiores teores de lignina e menores de celulose e hemicelulose do que aqueles obtidos na análise bromatológica.

Introdução

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) é uma forrageira tradicionalmente utilizada na alimentação de rebanhos leiteiros, sob a forma de capineira e, em menor escala, como forragem conservada. É uma gramínea que apresenta grande capacidade de acumulação de matéria seca e composição bromatológica adequada para alimentação animal, com um percentual de fibra elevado (QUESADA et al., 2004).

¹ Graduanda em Farmácia, Universidade de Brasília, carolina.als94@gmail.com

² Química, mestre em Engenharia e Ciência de Alimentos, analista da Embrapa Agroenergia, raquel.campanha@embrapa.br

³ Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, juarez.machado@embrapa.br

⁴ Farmacêutica bioquímica, doutora em Química, pesquisadora da Embrapa Agroenergia, patricia.oliveira@embrapa.br

Atualmente, o aumento da demanda energética mundial tem exigido o desenvolvimento de processos economicamente viáveis. Dessa forma, o aproveitamento de biomassa lignocelulósica tem se tornado de grande relevância. Os principais usos da biomassa como insumo energético são: a produção de energia térmica (carvão vegetal, lenha e resíduos agroflorestais), produção de energia mecânica (álcool combustível e bio-óleos) e produção de energia elétrica (combustão direta, gaseificação e queima de gases). Em todos os casos, o capim-elefante é considerado como uma alternativa sustentável, em razão da sua alta eficiência fotossintética (metabolismo C4), grande capacidade de acumulação de matéria seca e de fixação biológica de nitrogênio; além de suas propriedades químicas (ANDERSON et al., 2008; MORAIS et al., 2009).

As análises de composição química com foco em nutrição, ou seja, bromatológicas, são fundamentais quando o objetivo é avaliar a qualidade de alimentos e rações animais. A quantificação dos componentes presentes nas gramíneas possibilita a produção de rações mais eficientes e racionaliza a utilização de recursos (NOGUEIRA; SOUZA, 2005). Para a análise da composição química de biomassas lignocelulósicas para a produção de bioenergia, há a necessidade de métodos com maior exatidão e com mais informações a respeito da parede celular e de outros constituintes da biomassa. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é comparar os principais métodos de análise quantitativa de celulose, hemicelulose e lignina em diferentes variedades de capim-elefante.

Materiais e métodos

Amostras de cinco variedades de capim-elefante (Tabela 1) coletadas no banco de germoplasma da Embrapa Gado de Leite foram secas em temperatura ambiente e trituradas em moinho de facas tipo Wiley.

Tabela 1. Variedades de capim-elefante analisadas.

Variedades
Três Rios
Pusa Napier n° 2
Merkeron de Pinda
Taiwan A-144
Elefante da Colômbia

As amostras de capim-elefante foram analisadas em relação aos teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HCEL), celulose (CEL), lignina (LDA), segundo técnicas descritas no Manual de Laboratórios (NOGUEIRA; SOUZA, 2005): solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos. As mesmas amostras de capim-elefante foram analisadas em relação aos teores de carboidratos estruturais e lignina de acordo com o protocolo do National Renewable Energy Laboratory (NREL) (SLUITER et al., 2008). Para a determinação de celulose, foi considerado o teor de glucana, e, para hemicelulose, foi considerada a soma de xilana, arabinana e grupos acetil. Todas as análises foram realizadas em duplicata. A diferença entre as médias foi estatisticamente avaliada pelo software Excel usando o teste *t* Student ($p < 0,05$).

Resultados e discussão

A determinação dos teores de carboidratos estruturais e lignina pelo método do NREL consiste basicamente na hidrólise do material com ácido sulfúrico 72%, que posteriormente é colocado em um banho termostático a 30 °C por 1 hora. O material sólido resultante é denominado lignina Klason ou lignina insolúvel. Na fração líquida, são determinados os teores de lignina solúvel por espectrofotometria em 240 nm e o teor dos carboidratos estruturais (CE) é determinado por cromatografia líquida com detecção por índice de refração.

Já a análise bromatológica de determinação de fibra em detergente neutro (FDN) consegue aferir o componente fibroso da biomassa (hemicelulose, celulose e lignina) por gravimetria. Após a análise de FDN, é realizada a determinação de fibra em detergente ácido (FDA), que são a celulose e lignina. Após a obtenção de FDA, há uma última etapa de hidrólise em ácido sulfúrico 72%, em que é obtido um resíduo sólido final constituído de lignina. Nessa etapa final, a lignina solúvel em ácido não é medida, como ocorre no método NREL.

Os valores descritos na literatura sobre a composição química de biomassa lignocelulósica varia em função do tipo de biomassa e normalmente apresenta 35-50% de celulose, seguido de 20-35% de hemicelulose, 10-25% de lignina e uma pequena quantidade de cinzas e extrativos (SANTOS et al., 2012).

Os resultados apresentados na Tabela 2 mostram que os valores obtidos para as cinco variedades de capim-elefante nas análises bromatológicas e pelo método do NREL se encontram dentro da faixa esperada para biomassas lignocelulósicas, porém, não podem ser considerados equivalentes. Os valores

encontrados para cada uma das cinco espécies em replicatas biológicas pelo método do NREL foram uma média de 37,2 para glucana, 13,49 para xilana, 2,65 para arabinana e 3,09 para grupos acetil da variedade Elefante da Colômbia. A variedade Três Rios apresentou uma média de 35,5 de glucana, 13,04 de xilana, 2,66 de arabinana e 3,24 de acetil. Os valores encontrados para a variedade Pusa Napier nº 2 foram 37,73 de glucana, 13,80 de xilana, 2,58 de arabinana e 3,61 de acetil. O capim-elefante da variedade Merkeron de Pinda apresentou os seguintes valores: 37,08; 13,03; 2,50 e 3,36, respectivamente, para glucana, xilana, arabinana e acetil. A outra variedade analisada, Taiwan A-144, apresentou em média os seguintes valores: 37,57 para glucana, 14,14 para xilana, 2,82 para arabinana e 3,60 para grupos acetil.

Tabela 2. Valores, em base seca, de celulose, hemicelulose e lignina de cinco variedades de capim-elefante.

Método*	Cel	Hcel	Lig
Bromatológico	41,51±0,67 ^a	27,16±0,10 ^a	10,22±0,23 ^a
NREL	37,18±1,08 ^b	19,47±0,85 ^b	23,53±1,03 ^b

*Cada valor representa a média de duas determinações de cinco amostras com o respectivo desvio padrão. Valores seguidos pela mesma letra na mesma coluna não diferem significativamente pelo teste t de Student ($p < 0,05$).

A principal diferença nos resultados se refere ao teor de lignina, pois o teor encontrado pelo método do NREL é quase o dobro que o obtido na análise bromatológica (Tabela 2). A análise do teor de lignina é considerada de grande dificuldade em termos de exatidão, em decorrência da complexidade inerente à parede celular de gramíneas. Existem vários métodos para quantificação de lignina (Klason, lignina detergente ácido, brometo de acetila, tioglicolato, etc.), mas ainda não há um método não invasivo, rápido, que permita uma análise de grande número de amostras na rotina e que produza resultados exatos.

O teor de lignina encontrado pelo método do NREL é um valor relativamente alto, porém nesse valor está incluída a lignina que foi solubilizada pelo ácido e determinada por espectrofotometria a 240 nm. Neste resultado, a possibilidade de interferência da celulose não hidrolisada estar aumentando o valor de lignina obtido é mínima, pois a formação de celobiose é monitorada por cromatografia durante a análise de carboidratos estruturais. O teor subestimado para a lignina

na análise bromatológica se deve ao fato de a lignina solúvel não ser quantificada e, portanto, não há como medir a extensão dessa solubilização.

Como os valores de celulose, hemicelulose e lignina na análise bromatológica são estimados por cálculos a partir de FDN, FDA e LDA, o valor subestimado de lignina irá influenciar diretamente no teor de celulose que ficará aumentado.

Os teores discrepantes de hemicelulose se devem à diferença de métodos, no método do NREL, o teor de hemicelulose é obtido a partir da análise cromatográfica de carboidratos estruturais e, na análise bromatológica, a partir da determinação de FDN e FDA (FDN menos FDA). Pela análise cromatográfica de carboidratos estruturais, obtém-se os constituintes da parede celular e uma parte sofre degradação. Nessa etapa, pode-se fazer a correção com um padrão de carboidratos que são hidrolisados nas mesmas condições, pelos produtos de degradação (furfural e hidroximetilfurfural) ou optar pela não correção, como foi realizado neste trabalho. De qualquer forma, os valores encontrados no método do Nrel são sempre estimados de acordo com os constituintes da parede celular, fornecendo um valor mais correto da hemicelulose para análise de biomassa lignocelulósica para produção de energia, enquanto na análise bromatológica são estimados pelos cálculos de FDN, FDA e LDA.

Conclusões

Apesar das diferenças encontradas, a análise bromatológica é de grande utilidade na rotina de laboratórios de nutrição animal, pois é um método de boa precisão e permite avaliar grande número de amostras simultaneamente. Considerando-se a análise de biomassa lignocelulósica para produção de energia e biocombustíveis, apesar de serem dispendiosos e de execução lenta, os protocolos do NREL são aceitos internacionalmente e produzem resultados com melhor exatidão. Tendo em vista que, atualmente, a demanda energética mundial aumentou e que tem sido necessário o desenvolvimento de obtenção de energia de forma sustentável, acredita-se que o protocolo do NREL é adequado para essas análises voltadas para a produção de energia e biocombustíveis e espera-se que num futuro próximo seja possível criar condições favoráveis para uma execução mais rápida do método, otimizando o processo.

Apoio financeiro

Este trabalho foi financiado pela Embrapa.

Referências

ANDERSON, W.; CASLER, M.; BALDWIN, B. Improvement of perennial forage species as feedstock for bioenergy. In: VERMERRIS, W. (Ed.). **Genetic improvement of bioenergy crops**. New Delhi: Springer, 2008. p. 308-345.

MORAIS, R. F. de; SOUZA, B. J. de; LEITE, J. M.; SOARES, L. H. de B.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S. Elephant grass genotypes for bioenergy production by direct biomass combustion. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 2, p. 133-140, 2009.

NOGUEIRA, A. R. de A.; SOUZA, G. B. de. (Ed.). **Manual de laboratórios: solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos**. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005.

QUESADA, D. M.; BODDEY, R. M.; REIS, V. M.; URQUIAGA, S. Parâmetros qualitativos de genótipos de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) estudados para a produção de energia através da biomassa. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2004. 4 p. (Embrapa Agrobiologia. Circular técnica, 8).

RODRIGUES, R. C. **Métodos de análises bromatológicas de alimentos: métodos físicos, químicos e bromatológicos**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 306).

SANTOS, F. A.; QUEIRÓZ, J. H.; COLODETTE, J. L.; FERNANDES, S. A.; GUIMARÃES, V. M.; REZENDE, S. T. Potencial da palha de cana-de-açúcar para produção de etanol. **Química Nova**, São Paulo, v. 35, n. 5, p. 1004-1010, 2012.

SLUITER, A.; HAMES, B.; RUIZ, R.; SCARLATA, C.; SLUITER, J.; TEMPLETON, D.; CROCKER, D. **Determination of structural carbohydrates and lignin in biomass: Laboratory Analytical Procedure (LAP)**. Golden: National Renewable Energy Laboratory, 2008. Technical Report - NREL/TP-510-42618.