JIC JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA XV EDIÇÃO
Integridade Científica e Combate à desinformação
20 a 22 de outubro
uffs.edu.br/jic
UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO TEMPO DE COLHEITA NA COMPOSIÇÃO LIGNOCELULÓSICA DA BIOMASSA DE CAPIM ELEFANTE

KAILLANY E. G. LIPES [1,2], ALINE P. DRESCH [2,3], SIUMAR P. TIRONI [4], JOÃO P. BENDER [2,4], GUILHERME M. MIBIELLI [2,5]

1 Introdução

As biomassas lignocelulósicas estão amplamente disponíveis na natureza e se destacam como fontes renováveis e de baixo custo para a produção de matéria-prima (Pinales-Márquez et al., 2021; Verdini et al., 2021). O capim elefante (*Pennisetum purpureum*) tem ganhado destaque por suas características agronômicas favoráveis. Trata-se de uma planta de rápido crescimento, capaz de produzir até quatro colheitas anuais, com baixa exigência quanto ao uso de fertilizantes e defensivos agrícolas (Lista et al., 2020; Vargas et al., 2023). Além disso, apresenta elevada adaptabilidade, desenvolvendo-se satisfatoriamente em diferentes tipos de solo. Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo otimizar o aproveitamento do capim elefante como biomassa lignocelulósica, através da identificação do tempo de corte para maximizar o rendimento de seus componentes estruturais, como celulose, hemicelulose e lignina.

2 Objetivos

Este estudo teve como objetivo avaliar a influência de diferentes tempos de colheita sobre a composição físico-química do capim elefante, com ênfase nos teores de celulose, hemicelulose e lignina.

3 Metodologia

3.1 Coleta e preparo da biomassa

O capim elefante foi cultivado na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus* Chapecó, em uma área de aproximadamente 3,2 m², subdividida em 16 blocos. A colheita da biomassa foi realizada em diferentes estágios de desenvolvimento: 60, 90 e 120 dias após o plantio, além de uma amostra de rebrote. O rebrote foi obtido a partir da planta colhida aos 60 dias, que foram mantidas para um novo crescimento por mais 60 dias

1 Discente, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Chapecó, contato: kaillany.lipes@estudante.uffs.edu.br.
2 Grupo de pesquisa em Processos Enzimáticos e Microbiológicos (GPPEM).
3 Mestra, Universidade Federal do Paraná, *Campus* Palotina.
4 Docente, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Chapecó
5 Docente, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Chapecó, **Orientador**.

antes da segunda colheita, sendo, portanto, denominada “rebrote de 60 dias”. Para cada repetição, foi colhida uma área de 1,00 x 0,20 m, com o corte realizado a 10 cm do solo. Após a colheita, a biomassa foi pesada para o cálculo da produtividade por hectare. Em seguida, o material vegetal foi separado em folhas e caules, que foram individualmente pesados para determinar a proporção de cada fração na composição total da planta.

Posteriormente, as frações de caule e folha foram secas em estufa a 60 °C por 72 horas, moídas em moinho de facas do tipo Willye e peneiradas por meio de peneirador eletromagnético a fim de obter partículas com diâmetro máximo de 0,60 mm.

3.2 Caracterização da biomassa

A caracterização físico-química foi realizada separadamente para caules e folhas em todos os tempos de colheita (60, 90, 120 e rebrote de 60 dias). O teor de umidade foi determinado conforme os protocolos da National Renewable Energy Laboratory (NREL) (Sluiter et al., 2005), por meio da secagem das amostras a 105 °C até atingirem peso constante. O teor de cinzas foi obtido pela calcinação de 0,5 g de biomassa seca em cadinhos de porcelana, submetidos a mufla a 800 °C por, no mínimo, duas horas, até atingir peso constante.

A quantificação dos extrativos foi realizada segundo a metodologia proposta pela NREL (NREL/TP-510-42619) (Sluiter et al., 2008). Para isso, 2 g de biomassa seca foram pesadas em cartuchos próprios para extração e submetidas à extração sucessiva com água destilada e etanol em um extrator Soxhlet. O processo foi mantido até que o solvente se tornasse incolor, sinalizando o término da extração. Em seguida, os cartuchos foram secos em estufa a 105 °C até a obtenção de peso constante. A quantidade de extrativos foi determinada pela diferença de massa antes e após a extração.

Os teores de celulose, hemicelulose e lignina foram quantificados conforme a metodologia da NREL (NREL/TP-510-42625) (Sluiter et al., 2012). Para o procedimento, utilizaram-se 0,3 g de biomassa isenta de extrativos, que foi submetida à hidrólise com 3 mL de ácido sulfúrico a 72% (v/v), em banho-maria a 30 °C por 1 hora. A solução foi então diluída a 4% com 84 mL de água deionizada e autoclavada a 121 °C por 1 hora. Após filtração a vácuo, a fração sólida foi lavada com 500 mL de água deionizada e seca a 105 °C até peso constante, para quantificação da lignina insolúvel em ácido. Já a fração líquida foi dividida em duas partes: uma delas foi utilizada para determinação da lignina solúvel em ácido por espectrofotometria UV-Vis (modelo UV-1800); e a outra foi neutralizada com carbonato de cálcio até atingir pH entre 5 e 6, filtrada em filtros de seringa de 0,2 µm e analisada por

cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) (Shimadzu), para determinação dos teores de carboidratos, grupos acetil e lignina solúvel.

A determinação do teor de proteína foi realizada através do método de Kjeldahl (N = 6,25), com adaptações (Schmidt et al., 2025). Foram digeridos 0,2 g de biomassa seca com peróxido de hidrogênio, ácido sulfúrico a 72% (v/v) e uma mistura digestora (contendo 100 g de sulfato de sódio [Na_2SO_4]; 10 g de sulfato de cobre [$CuSO_4$]; e 1 g de selênio), a 350 °C até formação de coloração verde esmeralda. Após a digestão, a amostra foi diluída, neutralizada com hidróxido de sódio (10 mol/L) e submetida à destilação. O nitrogênio liberado foi quantificado por titulação com ácido sulfúrico, utilizando ácido bórico como indicador.

4 Resultados e Discussão

4.1 Produtividade do capim-elefante

A produtividade do capim-elefante apresentou aumento significativo com o avanço do ciclo de desenvolvimento da planta. Aos 60 dias, a produtividade em matéria seca foi de 64,77 t ha^{-1}, aumentando para 145,48 t ha^{-1} aos 90 dias e alcançando 291,32 t ha^{-1} aos 120 dias. Já o rebrote colhido aos 60 dias apresentou produtividade de 56,35 t ha^{-1}. Os resultados obtidos neste estudo superam valores reportados na literatura. De acordo com Rengsirikul et al. (2011) a produtividade aos dois meses de crescimento foi de 50,8 t ha^{-1}, enquanto o genótipo denominado “Mole de Volta Grande” apresentou desenvolvimento inferior, com produtividade de apenas 6,81 t ha^{-1} no mesmo estágio de desenvolvimento (Souza Freitas et al., 2017). Essas variações podem ser explicadas pelas diferenças no material genético, nos métodos de cultivo, nas condições do solo e do clima, e no manejo realizado nas diferentes regiões avaliadas (Negawo et al., 2017).

4.2 Composição química

A tabela 1 apresenta a composição físico-química do capim-elefante, separada em folhas e caules, em diferentes estágios de desenvolvimento.

Tabela 1 - Caracterização físico-química de folhas e caules da biomassa de capim elefante em diferentes estágios de crescimento.

Composição (%)	60 dias		90 dias		120 dias		Rebrote 60 dias	
	Folha	Caule	Folha	Caule	Folha	Caule	Folha	Caule
Cinzas	5,78 ± 0,21	8,73 ± 0,24	6,39 ± 0,10	5,35 ± 0,42	6,11 ± 0,56	3,80 ± 0,12	7,37 ± 0,23	5,53 ± 0,08
Umidade	6,90 ± 0,14	13,27 ± 0,36	4,81 ± 0,27	9,12 ± 0,10	6,96 ± 0,16	4,22 ± 0,24	6,35 ± 0,24	8,82 ± 0,27
Extrativos	23,96 ± 0,51	34,37 ± 0,29	21,27 ± 0,75	25,01 ± 0,49	20,64 ± 0,29	19,55 ± 0,80	20,01 ± 0,24	25,00 ± 0,50
Lignina total	16,62 ± 1,29	18,05 ± 1,28	17,44 ± 2,01	22,86 ± 1,14	19,60 ± 0,87	23,70 ± 0,98	23,46 ± 1,72	22,24 ± 1,43
Celulose	29,28 ± 1,61	26,51 ± 0,91	26,02 ± 1,27	32,53 ± 1,06	22,46 ± 0,73	29,92 ± 0,35	25,76 ± 1,03	28,33 ± 0,15
Hemicelulose	13,21 ± 0,38	11,34 ± 0,62	13,83 ± 1,23	13,68 ± 0,84	13,00 ± 0,25	14,37 ± 0,09	14,59 ± 0,41	13,17 ± 0,07
Proteína	8,18 ± 0,03	3,34 ± 0,46	9,11 ± 0,32	1,64 ± 0,00	9,67 ± 0,34	3,17 ± 0,00	11,61 ± 0,32	6,10 ± 0,27

De acordo com os dados apresentados, os caules exibiram um aumento progressivo nos teores de lignina e extrativos, especialmente aos 120 dias, o que pode ser atribuído ao processo de lignificação, que está relacionado à maturação da planta, resultando em tecidos mais rígidos e estruturais (YUAN et al., 2024). Por outro lado, as folhas apresentaram maiores teores de proteína e cinzas nos períodos iniciais de colheita (60 e 90 dias), geralmente, plantas mais jovens costumam conter uma maior quantidade de cinzas, sendo que esses valores variam conforme o grau de maturidade da planta.

Nos caules, o teor de celulose aumentou até os 90 dias. A hemicelulose, embora tenha apresentado variações menos expressivas, foi mais elevada nas folhas do rebrote, o que sugere a presença de tecidos em formação.

5 Conclusão

Neste estudo, observou-se que, entre os componentes avaliados, apenas o teor de celulose não apresentou variações significativas a o longo dos diferentes tempos de colheita (60, 90, 120 dias e rebrote de 60 dias). As variações nos teores de hemicelulose e lignina indicam que a escolha do momento de corte deve considerar o uso final da biomassa: colheitas precoces favorecem menor teor de lignina, enquanto cortes mais tardios aumentam o rendimento e a concentração de componentes estruturais.

Referências Bibliográficas

LISTA, F. N. et al. Nutritive value and anatomical characterization from pennisetum purpureum genotypes. Acta Scientiarum - **Biological Sciences**, v. 42, p. 1–7, 2020.

NEGAWO, A. T. et al. The importance of Napier grass (Pennisetum purpureum) in the smallholder dairy industry in East Africa. **Agronomy**, Basel, v.7, n.2, p. 28, 2017. https://www.mdpi.com/2073-4395/7/2/28.

PINALES-MÁRQUEZ, C. D. et al. Circular bioeconomy and integrated biorefinery in the production of xylooligosaccharides from lignocellulosic biomass: A review. **Industrial Crops and Products**, v. 162, n. October 2020, 2021.

RENGSIRIKUL, K.; ISHII, Y.; KANGVANSAICHOL, K.; PRIPANAPONG, P.; SRIPICHITT, P.; PUNSUVON, V.; VAITHANOMSAT, P.; NAKAMANEE, G.; TUDSRI, S. Effects of inter-cutting interval on biomass yield, growth components and chemical

composition of napiergrass (*Pennisetum purpureum Schumach*) cultivars as bioenergy crops in Thailand. **Grassland Science**. 57, 135–141, 2011. https://doi.org/10.1111/J.1744-697X.2011.00220.

SCHMIDT, A. R., DRESCH, A. P., MARTH, J., GIEHL, A., FOGOLARI, O., DALLAGO, R. M., TREICHEL, H., MIBIELLI, G. M., ALVES JUNIOR, S. L., & BENDER, J. P. Impact of Oxalic Acid Pretreatment on the Solubility and Fermentability of Hemicelluloses in Brewer's Spent Grain. **Industrial Biotechnology**, 2025. https://doi.org/10.1089/ind.2024.0045

SLUITER, A.; HAMES, B.; RUIZ, R.; SCARLATA, C.; SLUITER, J.; TEMPLETON, D. Determination of Total Solids in Biomass. **National Renewable Energy Laboratory (NREL)**,
2005.

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)**, April 2012.

SLUITER, A.; HAMES, B.; RUIZ, R.; SCARLATA, C.; SLUITER, J.; TEMPLETON, D. Determination of Extractives in Biomass. **Laboratory Analytical Procedure (LAP)**, 2008.

SOUZA FREITAS, R.; DA COSTA BARBÉ, T.; FIGUEIREDO DAHER, R.; KESIA, A., VIDAL, F.; STIDA, W.F.; BRITO DA SILVA, V.; RAFAELA DA, B.; MENEZES, S.; PEREIRA, A. VANDER. Chemical Composition and Energy Yield of Elephant-Grass Biomass as Function of Five Different Production Ages. **Journal of Agricultural Science**. 10, p343. 2017. https://doi.org/10.5539/JAS.V10N1P343

VARGAS, A. C. G. et al. Batch Fermentation of Lignocellulosic Elephant Grass Biomass for 2G Ethanol and Xylitol Production. **Bioenergy Research**, n. 0123456789, 2023.

VERDINI, F. et al. Cellulose recovery from agri-food residues by effective cavitational treatments. **Applied Sciences (Switzerland)**, v. 11, n. 10, 2021.

YUAN, J.; LIU, G.; LIU, P.; HUANG, R. Comprehensive assessment of elephant grass (*Pennisetum purpureum*) stalks at different growth stages as raw materials for nanocellulose production. **Tropical Plants**, 2024 1e013 3, 0–0. 2024. https://doi.org/10.48130/TP-0024-0013

Palavras-chave: Celulose; Hemicelulose; Lignina; Idade de corte; Rendimento de matéria seca.

Nº de Registro no sistema Prisma: PES N° 2024-0457

Financiamento:

CNPq