



CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA E QUÍMICA DE HÍBRIDOS DE SORGO BIOMASSA

Ruane Alice da Silva⁽¹⁾, Rafael Augusto da Costa Parrella⁽²⁾, José Airton Rodrigues Nunes⁽³⁾, Nádia Nardely Lacerda Durães Parrella⁽⁴⁾, Pedro César de Oliveira Ribeiro⁽⁵⁾, Robert Eugene Schaffert⁽²⁾.

RESUMO

Buscando alternativas para aumentar a segurança do fornecimento de energia renovável, o sorgo biomassa (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) se apresenta como uma excelente opção para cogeração de energia. Esse apresenta alta produção de biomassa, ciclo curto relativo à cana, e cultivo totalmente mecanizado. O presente trabalho objetivou a caracterização agronômica e química de híbridos de sorgo biomassa, avaliados em dois ambientes em 2014/2015. Foram avaliados a produção de matéria seca (PMS), em t ha⁻¹, teores de celulose, hemicelulose e lignina, em %. Todas as características apresentaram significância para a fonte de variação híbridos, locais e interação híbridos x locais. Foi possível identificar híbridos de sorgo biomassa que apresentam alta produção de biomassa seca nos dois locais avaliados, associando altos teores de celulose, hemicelulose e lignina. Os híbridos B002, B004, B008, B024, B027, B028 e B032 destacaram-se por apresentar maior produtividade nos dois ambientes. Todos os híbridos de sorgo biomassa apresentaram produtividade de três a quatro vezes superior aos híbridos de sorgo forrageiros, confirmado o grande potencial produtivo dos novos cultivares. Considerando os altos níveis de produtividade e qualidade da biomassa, bem como aspectos fitotécnicos da cultura, como ciclo curto relativa a cana (6 meses), plantio, manejo e colheita mecanizados, o sorgo biomassa vem se destacando como uma cultura promissora no fornecimento de matéria prima para geração de energia renovável no Brasil.

Palavra-chave: *Sorghum bicolor*, composição de biomassa, cogeração, híbridos.

SUMMARY

AGRONOMIC AND CHEMICAL CHARACTERIZATION OF HYBRID BIOMASS SORGHUM

Biomass sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) is presented as an excellent alternative feedstock for energy cogeneration. Biomass sorghum has high productivity on, short cycle compared to sugarcane (six months) and fully mechanized cultivation and harvest. This objective of this study was to characterize the agronomic and chemical parameters of hybrid biomass sorghum evaluated in two environments in 2014/2015. Dry matter production (DMP) in t ha⁻¹, cellulose, hemicellulose and lignin content, in % were evaluated. The hybrids, locations and hybrid x locations interaction were significant for all the parameters evaluated. Biomass sorghum hybrids with high production of dry biomass, high cellulose, hemicellulose and lignin content at the two locations were identified. The hybrids; B002, B004, B008, B024, B027, B028 and

¹Graduanda em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal de São João del-Rei-UFSJ e-mail: ruane.alice29@gmail.com; ²Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas/ MG, ³Professor Universidade Federal de Lavras-UFLA, Lavras/MG; ⁴Professora Universidade Federal de São João del-Rei-UFSJ, Sete lagoas/MG; ⁵Mestrando em Genética e Melhoramento de Plantas – UFV/Viçosa-MG/Brasil.



B032, were highlighted for higher productivity in both environments. All the biomass sorghum hybrid evaluated had much higher productivity than the forage sorghum hybrids, confirming the great productive potential of these new cultivars. These results confirm the great potential of biomass sorghum hybrids to complement available feedstocks for cogeneration of electrical energy.

Key-words: *Sorghum bicolor*, biomass composition, cogeneration, hybrids.

INTRODUÇÃO

Buscando alternativas para aumentar a segurança do fornecimento de energia elétrica, em 2004, foi desenvolvido o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), que visa a produção de energia elétrica através de fontes renováveis, como as provenientes de energia eólica, biomassa e pequenas centrais hidrelétricas (PCH). Dentre essas fontes, vale destacar a biomassa que, para a geração de energia, pode ser definida como a massa de derivados oriundos de organismos vivos, apresentando vantagens, por ser uma fonte renovável, que utiliza o reaproveitamento de resíduos, sendo menos poluente, e de baixo custo (MAMEDES, 2010).

O sorgo biomassa (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) se apresenta como uma excelente alternativa na produção de energia. Esta cultura apresenta rápido crescimento, alto potencial produtivo, manejo da cultura integralmente mecanizável. Além disso, apresenta poder calorífico alto, semelhante ao da cana-de-açúcar, que é a principal matéria prima utilizada neste setor atualmente. O sorgo biomassa é cultivado durante a primavera/verão, com colheita ocorrendo nos meses de março, abril e maio, possibilitando a cogeração de energia na entressafra da cana de açúcar e com isso, aumentando a geração de renda no setor (MAY et al., 2014). Dessa forma, mostra-se como uma opção para ampliar a matriz energética sustentável no Brasil.

O desenvolvimento de cultivares que atendam às características tecnológicas demandadas pelo setor sucroenergético é um dos papéis dos programas de melhoramento genético. Além de produtivas, as cultivares também precisam ser estáveis, quanto às variações ambientais e responsivas às melhorias no ambiente. O programa de melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo desenvolve híbridos de sorgo biomassa para cogeração de energia, sendo importante a caracterização dos materiais em desenvolvimento em diferentes ambientes.

OBJETIVOS

O presente trabalho objetivou a caracterização agrônômica e química de híbridos experimentais de sorgo biomassa, em dois ambientes.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na safra agrícola de 2014/2015, em dois locais; na área experimental da Embrapa Milho e Sorgo, localizada em Sete Lagoas - MG, e no Centro de Desenvolvimento Científico e Tecnológico Agropecuário – Munquém da Universidade Federal de Lavras – UFLA, localizada em Lavras- MG, onde foram avaliados 36 híbridos de sorgo. Destes, 34 são híbridos biomassa pertencentes ao



programa de melhoramento da Embrapa, sendo 33 experimentais, do 201429B001 ao 201429B0033 e o híbrido comercial BRS 716. Adicionalmente foram avaliados dois híbridos de sorgo forrageiro como testemunhas, o BRS655 e Volumax. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com parcelas constituídas por 4 fileiras de 5 metros, com espaçamento de 0,7 m e compostas por 3 repetições. Utilizou-se uma população inicial de 110.000 plantas ha^{-1} . Foi realizada adubação de plantio na dose de 400 kg ha^{-1} de 08-28-16 e adubação de cobertura com 200 kg ha^{-1} de ureia, quando as plantas estavam com 4-6 folhas definitivas. As características avaliadas foram: produção de matéria seca (PMS) em t.ha^{-1} , teores de celulose, hemicelulose e lignina em %. As análises de composição química (LIG, CEL e HEM) das amostras da biomassa dos híbridos foram realizadas no laboratório da Embrapa Milho e Sorgo utilizando a espectroscopia no infravermelho próximo (NIR) de acordo com os procedimentos descritos por Guimarães et al. (2014). Os espectros NIR das amostras analisadas foram obtidos em equipamento NIRFlex 500, marca Buchi. Foi utilizado o programa Genes (CRUZ, 2013), para as análises estatísticas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo das análises de variância para produção de matéria seca (PMS), em t ha^{-1} , teores de celulose, hemicelulose e lignina, em %, estão apresentadas na tabela 1. Todas as características apresentaram significância ($p \leq 0,01$) para a fonte de variação híbridos, confirmando a existência de variabilidade genética entre os híbridos testados, que é essencial para seleção de genótipos superiores. Para a fonte de variação locais, houve diferenças significativas ($p \leq 0,05$) para todas as características, exceto teor de lignina, mostrando efeito de ambiente para a maioria das características avaliadas. Foi verificada interação híbridos x locais significativa ($p < 0,05$) para todas as características, mostrando comportamento não coincidente dos híbridos nos dois locais para os caracteres avaliados.

Os valores médios para produção de matéria seca (PMS), teores de celulose, hemicelulose e lignina estão apresentados na tabela 2. A PMS variou de 8,8 t ha^{-1} para o híbrido BRS655 a 38,1 t ha^{-1} para o híbrido B031 no município de Lavras-MG. No município de Sete lagoas-MG, a PMS variou de 8,8 t ha^{-1} também para o híbrido BRS655 a 63,3 t ha^{-1} para o híbrido B028. O teor de celulose variou de 32,4% para o híbrido B012 a 42,3% para o híbrido B002 no município de Lavras-MG. No município de Sete lagoas-MG, o teor de celulose variou de 34,9% para o híbrido B001 a 42,5% para o híbrido BRS655. O teor de hemicelulose variou de 25,6% para o híbrido B001 a 29,6% para o híbrido B007 no município de Lavras-MG. No município de Sete lagoas-MG, o teor de hemicelulose variou de 24,9% para o híbrido B024 a 28,8% para o híbrido Volumax. O teor de lignina variou de 6% para o híbrido B012 a 8,1% para o híbrido B014 no município de Lavras-MG. No município de Sete lagoas-MG, o teor de lignina variou de 6,4% para o híbrido B001 a 8,3% para o híbrido Volumax.



Tabela 1: Análise de variância para produção de matéria seca (PMS), em t ha⁻¹, teores de celulose, hemicelulose e lignina, em %, avaliados em híbridos de sorgo biomassa nos municípios de Lavras-MG (LA) e Sete lagoas-MG (SL), na safra agrícola de 2014/15.

FV	GL	QM			
		PMS	CEL	HEMI	LIG
HÍBRIDOS	35	329.12**	10.87**	3.4**	0.74**
LOCAIS	1	8559.68**	77.83**	45.83*	0.04 ^{ns}
HÍBRIDOS x LOCAIS	35	120.06**	8.5*	2.43**	0.63*
RESÍDUO	140	36.32	5.58	0.81	0.39
TOTAL	215				
MÉDIA		34.32	39.14	27.45	7.28
CV (%)		17.70	6.04	3.27	8.60

** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade respectivamente pelo teste F; ns não-significativo pelo teste F.

O sorgo biomassa é fotossensível, e floresce apenas quando os dias possuem menos de 12 horas e 20 minutos (ROONEY & AYDIN, 1999), período entre 21 de março a 22 de setembro, na maior parte do Brasil. No entanto, quando o sorgo biomassa é semeado nos meses de outubro a dezembro no Brasil, quando o fotoperíodo é maior que 12 horas e 20 minutos, ele apenas iniciará o desenvolvimento da gema floral a partir de 21 de março do ano seguinte, ampliando o ciclo vegetativo, porte e, concomitantemente, possibilitando maior produção de biomassa por hectare/ciclo, em comparação com cultivares fotossensíveis, que florescem em qualquer época do ano e apresentam ciclo curto (PARRELLA et al., 2010). Estes híbridos apresentam porte superior a 5m e potencial para produção superior a 30 t ha⁻¹ de biomassa seca (PARRELLA et al., 2010 e CASTRO et al., 2015).

Os resultados de produção de massa seca obtidos neste trabalho corroboram com aqueles observados na literatura para sorgo biomassa, com 14 híbridos apresentando produtividade superior a 30 t ha⁻¹ nos dois ambientes avaliados, confirmando o grande potencial produtivo destes híbridos. A maioria dos genótipos apresentaram produtividade de biomassa seca bastante superior aos híbridos de sorgo forrageiros, confirmado o grande potencial produtivo dos novos híbridos. Vale destacar os híbridos B002, B004, B008, B024, B027, B028 e B032, que se apresentaram mais produtivos e associam mais valores de celulose, hemicelulose e lignina, sendo de grande interesse para a cogeração de energia.

O sorgo biomassa também apresenta com alto teor de fibra, superior a 20%. Castro et al. (2015), observou teor de fibra média de 36 % para os híbridos de sorgo biomassa avaliados. Estes valores elevados são de grande interesse da indústria, que já utiliza a cana de açúcar, que apresenta fibra em torno de 13% (AMARAL &



TAVARES, 2013). Resultados também demonstram grande potencial da biomassa para co-geração de energia através da queima da biomassa, com valores do poder calorífico superior e inferior da

Tabela 2: Valores médios para produção de matéria seca (PMS), teores de celulose, hemicelulose e lignina, avaliados em híbridos de sorgo biomassa nos municípios de Lavras-MG(LA) e Sete lagoas-MG (SL), na safra agrícola de 2014/15.

Genótipo	PMS (t ha ⁻¹)						Celulose (%)						Hemicelulose (%)						Lignina (%)					
	LA			SL			LA			SL			LA			SL			LA			SL		
201429B028	32.7	B	a	63.3	A	a	40.3	A	a	37.8	A	a	29.1	A	a	25.6	B	c	8.0	A	a	6.7	B	a
201429B008	27.9	B	a	53.8	A	a	39.4	A	a	40.2	A	a	28.0	A	a	28.1	A	a	7.2	A	a	7.5	A	a
201429B024	31.6	B	a	53.8	A	a	38.3	A	a	38.1	A	a	26.8	A	b	24.9	B	c	7.1	A	a	6.6	A	a
201429B004	28.2	B	a	51.4	A	a	39.6	A	a	41.1	A	a	28.5	A	a	27.5	A	a	7.7	A	a	7.2	A	a
201429B002	31.5	B	a	51.3	A	a	42.3	A	a	39.1	A	a	28.9	A	a	26.3	B	b	7.9	A	a	7.2	A	a
201429B027	27.0	B	a	51.2	A	a	38.8	A	a	40.8	A	a	28.5	A	a	27.1	A	b	7.5	A	a	7.7	A	a
201429B032	30.4	B	a	48.6	A	a	40.5	A	a	39.8	A	a	28.4	A	a	27.4	A	a	7.8	A	a	7.3	A	a
201429B001	34.5	B	a	47.7	A	a	36.4	A	b	34.9	A	a	25.6	A	b	25.5	A	c	6.0	A	b	6.4	A	a
201429B009	24.9	B	a	47.5	A	a	35.0	A	b	37.9	A	a	28.0	A	a	25.0	B	c	6.8	A	b	6.7	A	a
201429B031	38.1	A	a	47.3	A	a	37.4	A	b	40.7	A	a	26.9	A	b	27.3	A	a	6.8	A	b	7.2	A	a
201429B007	26.7	B	a	47.1	A	a	39.3	A	a	39.6	A	a	29.6	A	a	27.2	B	b	7.7	A	a	7.0	A	a
201429B019	25.8	B	a	45.6	A	b	38.3	A	a	37.8	A	a	28.0	A	a	26.1	B	b	7.3	A	a	6.7	A	a
201429B029	28.3	B	a	44.8	A	b	38.5	A	a	40.1	A	a	26.7	A	b	27.1	A	b	7.4	A	a	7.3	A	a
201429B022	32.2	B	a	44.5	A	b	38.5	A	a	40.9	A	a	27.6	A	b	26.9	A	b	7.2	A	a	7.6	A	a
201429B021	27.3	B	a	44.1	A	b	40.0	A	a	39.6	A	a	28.7	A	a	26.1	B	b	7.4	A	a	7.4	A	a
201429B015	21.3	B	a	43.7	A	b	38.7	A	a	38.7	A	a	26.8	A	b	26.8	A	b	7.0	A	b	7.0	A	a
201429B016	32.2	B	a	43.2	A	b	40.2	A	a	39.5	A	a	28.7	A	a	26.5	B	b	7.9	A	a	7.1	A	a
201429B005	26.2	B	a	42.7	A	b	34.7	B	b	40.0	A	a	25.8	A	b	27.1	A	b	6.3	B	b	7.9	A	a
201429B010	28.4	B	a	41.6	A	b	38.4	A	a	39.5	A	a	28.7	A	a	26.4	B	b	7.5	A	a	7.1	A	a
201429B026	25.5	B	a	41.2	A	b	37.2	A	b	39.7	A	a	27.5	A	b	26.7	A	b	7.1	A	a	7.2	A	a
201429B020	28.4	B	a	39.6	A	b	38.5	A	a	39.2	A	a	28.8	A	a	26.3	B	b	7.7	A	a	7.3	A	a
201429B003	33.3	A	a	39.5	A	b	34.6	B	b	39.9	A	a	27.9	A	a	26.9	A	b	6.6	A	b	7.0	A	a
201429B011	26.7	B	a	39.3	A	b	39.9	A	a	40.2	A	a	28.4	A	a	27.2	A	b	7.5	A	a	7.1	A	a
BRS 716	28.5	B	a	39.3	A	b	39.3	A	a	40.3	A	a	27.4	A	b	28.4	A	a	7.5	A	a	7.7	A	a
201429B023	24.6	B	a	38.3	A	b	40.7	A	a	40.6	A	a	27.4	A	b	26.4	A	b	7.4	A	a	7.6	A	a
201429B030	28.8	A	a	36.9	A	b	39.6	A	a	39.9	A	a	27.9	A	a	26.2	B	b	7.5	A	a	7.4	A	a
201429B012	22.7	B	a	35.8	A	c	32.4	B	b	40.3	A	a	26.8	A	b	26.6	A	b	6.0	B	b	7.1	A	a
201429B014	31.3	A	a	34.6	A	c	40.9	A	a	40.5	A	a	29.4	A	a	28.7	A	a	8.1	A	a	7.6	A	a
201429B033	36.7	A	a	33.6	A	c	40.6	A	a	41.0	A	a	28.1	A	a	28.4	A	a	7.6	A	a	7.8	A	a
201429B017	30.3	A	a	31.1	A	c	39.6	A	a	40.9	A	a	28.6	A	a	27.6	A	a	7.3	A	a	7.7	A	a
201429B013	35.8	A	a	30.9	A	c	37.6	A	b	39.2	A	a	26.8	A	b	27.0	A	b	6.8	A	b	7.2	A	a
201429B006	30.7	A	a	30.0	A	c	36.6	A	b	37.9	A	a	26.8	B	b	28.5	A	a	6.7	A	b	7.1	A	a



201429B025	23.8	A	a	27.8	A	c	42.0	A	a	39.8	A	a	28.5	A	a	26.3	B	b	8.0	A	a	7.0	B	a
201429B018	26.2	A	a	27.8	A	c	39.6	A	a	41.2	A	a	28.4	A	a	28.2	A	a	7.2	A	a	7.7	A	a
Volumax	11.5	A	b	16.6	A	d	37.7	A	b	41.5	A	a	28.6	A	a	28.8	A	a	7.0	B	b	8.3	A	a
BRS655	8.8	A	b	6.6	A	e	36.3	B	b	42.5	A	a	28.4	A	a	28.2	A	a	7.0	B	b	8.2	A	a

As Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas na horizontal são homogêneas estatisticamente, médias seguidas das mesmas letras minúsculas na vertical são homogêneas estatisticamente.

biomassa, base seca, em torno de 4.300 e 3800 Kcal kg⁻¹ de matéria seca, respectivamente (MAY et al., 2014). Com 50% de umidade na biomassa o poder calorífico inferior está em torno de 1800 Kcal kg⁻¹ de matéria seca. Isto mostra grande potencial desta matéria prima para geração de energia.

Considerando os altos níveis de produtividade e qualidade da biomassa, bem como aspectos fitotécnicos da cultura como ciclo curto (6 meses), plantio, manejo e colheita mecanizados, o sorgo biomassa vêm se apresentando como uma cultura promissora no fornecimento de matéria prima para geração de energia renovável no Brasil.

CONCLUSÕES

Os híbridos de sorgo biomassa apresentaram alta produção de biomassa seca nos dois locais avaliados com altos teores de celulose, hemicelulose e lignina. Os híbridos B002, B004, B008, B024, B027, B028 e B032 se destacaram por apresentar produtividade de biomassa seca superior a 30 t ha⁻¹ nos dos ambientes.

Todos os híbridos de sorgo biomassa apresentaram produtividade bastante superior aos híbridos de sorgo forrageiros, confirmado o grande potencial produtivo destes cultivares.

LITERATURA CITADA

- AMARAL, F. C.S.; TAVARES, S.R.L.; **Diferença do Teor de Fibra da Cana-de-Açúcar para Fins Energéticos Motivada pelo Bioma**. Embrapa Solos, Documento 159, ISSN 1517-2627, Rio de Janeiro, RJ, 2013.
- CASTRO, F. M. R.; BRUZI, A. T.; NUNES, J. A. R.; PARRELLA, R. A. C.; LOMBARDI, G. M. R.; ALBUQUERQUE, C. J. A.; LOPES, M. **Agronomic and energetic potential of biomass sorghum genotypes**. American Journal of Plant Sciences, v. 6, p. 1862-1873, July 2015.
- CRUZ, C. D. **Programa Genes**: biometria. Viçosa: UFRV, 2013. 382 p.
- GUIMARÃES, C.C.; SIMEONE, M. L.F.; PARRELLA, R. A. DA C.; SENA, M. **Use of NIRS to predict composition and bioethanol yield from cell wall structural components of sweet sorghum biomass**. Microchemical Journal, 117, 194–201, 2014.
- MAMEDES, J. A.; RODRIGUES, M. P. J.; VANISSANG, C. A. **Biomassa no Brasil**. Bolsista de Valor: Revista de divulgação do Projeto Universidade Petrobras e IF Fluminense, v. 1, p. 65-73, 2010.



MAY, A.; PARRELLA, R. A. da C.; DAMASCENO, C. M. B.; SIMEONE, M. L. F. **Sorgo como matéria-prima para produção de bioenergia: etanol e cogeração.** Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 35, n. 278, p. 14-20, jan./fev. 2014. 25719

PARRELLA, R. A.C.; RODRIGUES, J. A. S.; TARDIN, F. D.; DAMASCENO, C. M. B.; SCHAFFERT, R. E. **Desenvolvimento de híbridos de sorgo sensíveis ao fotoperíodo visando alta produtividade de biomassa.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 25 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 28).

ROONEY, W. L.; AYDIN, S. **Genetic control of a photoperiod-sensitive response in *Sorghum bicolor* (L.) Moench.** Crop Science, Madison, v.39, p. 397-400, 1999.

SCOTT, A.; KNOTT, M. Cluster-analysis method for grouping means in analysis of variance. Biometrics, Washington D.C., v.30, n.3, p.507-512, 1974.