

## AVALIAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE HÍBRIDOS DE SORGO BIOMASSA NA REGIÃO DE SETE LAGOAS.

Mateus Saturnino Oliveira<sup>1</sup>, Rafael Augusto da Costa Parrella<sup>2</sup>, Robert Eugene Schaffert<sup>2</sup>, Michele Jorge da Silva<sup>3</sup>, Álvaro Eugenio Duarte França<sup>3</sup>, Vander Filiipe de Souza<sup>3</sup>, Ruane Alice da Silva<sup>4</sup>, Pedro César de Oliveira<sup>4</sup>, Renan Silva e Souza<sup>4</sup>, Miguel Mesquita Rabelo<sup>4</sup>, Crislene Vieira dos Santos<sup>4</sup>.

<sup>1</sup>Estudante de Engenharia Agrônoma, Universidade Federal de São João del Rei, UFSJ, Sete Lagoas/MG, email: [mateusatur@yahoo.com.br](mailto:mateusatur@yahoo.com.br). <sup>2</sup> Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas/MG, email: [rafael.parrella@embrapa.br](mailto:rafael.parrella@embrapa.br), [robert.schaffert@embrapa.br](mailto:robert.schaffert@embrapa.br). <sup>3</sup> Estudante de Mestrado em Genética e Melhoramento, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG, email: [michelejorgesilva@gmail.com](mailto:michelejorgesilva@gmail.com). <sup>3</sup> Estudante de Mestrado em Melhoramento de Plantas, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco/PE, email: [alvarofranca@hotmail.com](mailto:alvarofranca@hotmail.com). <sup>3</sup> Estudante de Doutorado, UFSJ, São João del Rei/MG, email: [vandersouza@gmail.com](mailto:vandersouza@gmail.com). <sup>4</sup> Estudantes de Graduação em Engenharia Agrônoma, Universidade Federal de São João del Rei, UFSJ, Sete Lagoas/MG, email(s): [ruane.alice29@gmail.com](mailto:ruane.alice29@gmail.com), [pedroagroufsj@yahoo.com.br](mailto:pedroagroufsj@yahoo.com.br), [renan9105@yahoo.com.br](mailto:renan9105@yahoo.com.br), [miguelmagronomia@yahoo.com.br](mailto:miguelmagronomia@yahoo.com.br), [cris-vieira15@hotmail.com](mailto:cris-vieira15@hotmail.com).

### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar híbridos de sorgo biomassa, visando à geração de energia. O ensaio foi implantado no ano agrícola de 2013/2014, em Sete Lagoas-MG, com semeadura realizada no final do mês de novembro de 2013. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com 3 repetições e 16 genótipos de sorgo. As parcelas experimentais foram constituídas por 4 fileiras de cinco metros, espaçadas de 0,70m. As avaliações foram feitas nas duas fileiras centrais de cada parcela, as características avaliadas foram florescimento, altura de plantas (AP), produção de massa verde total (PMV), produção de massa seca total (PMS) e porcentagem de matéria seca (MS). Os dados de PMV e PMS foram convertidos para t.ha<sup>-1</sup>. Cultivares de sorgo biomassa, sensíveis ao fotoperíodo, apresentaram ciclo médio de seis meses e porte alto (superior a 4m) que refletiu em alto potencial produtivo de biomassa.

**Palavras Chave:** *Bioenergia, Sorgo biomassa, Co-geração.*

### ABSTRACT

#### *EVALUATION AND CHARACTERIZATION OF BIOMASS SORGHUM HYBRIDS IN THE REGION OF SETE LAGOAS.*

The objective of this study was to evaluate hybrids of sorghum biomass, in order to generate energy. The trial was implemented in the agricultural year 2013/2014 in Sete Lagoas, Minas Gerais which was sowed at the end of November, 2013. The experimental design was conducted in a randomized block with three replications, with 16 genotypes of sorghum. The experimental plots consisted of 4 rows of five meters, spaced 0.70 m. The assessments were made in the two central rows of each plot and the characters were days to flowering, plant height (PH), green mass production (PMV), total dry mass (PMS) and percentage of dry mass (DM). The characters PMV and PMS were converted to t.ha<sup>-1</sup>. Biomass sorghum cultivars sensitive to photoperiod showed an average six-month cycle and tall (over 4m) which resulted in high biomass production potential.

Of sorghum biomass, sensitive to photoperiod have average cycle of six months and tall (over 4m) which resulted in high production potential of biomass.

**Keywords:** *Bioenergy biomass sorghum, co-generation.*

### INTRODUÇÃO

O Brasil e vários países do mundo preocupados com os problemas energéticos do futuro, já visualizaram a importância da produção e do uso da biomassa para a geração de energia. A demanda por energia no Brasil tende crescer a um ritmo mais acelerado do que na China nas próximas décadas (UDOP, 2011). A co-geração de eletricidade com a queima da biomassa (bagaço) em termoelétrica tornou-se um negócio bastante atrativo. Atualmente, cerca de 5% da matriz brasileira de geração de energia elétrica é originária da queima do bagaço da cana-de-açúcar em 313 usinas, as quais comercializam o excedente de energia, sendo a agroeletricidade o mais recente e promissor produto do agronegócio brasileiro (Conab, 2011).

O programa de melhoramento genético da Embrapa Milho e Sorgo, visando atender a grande demanda por biomassa para geração de energia, desenvolveram híbridos de sorgo biomassa, sensíveis ao fotoperíodo, com

alto potencial produtivo por ciclo (6 meses). Em cultivares sensíveis, a gema apical permanece vegetativa até que os dias encurtem o bastante para haver a sua diferenciação em gema floral, e isso é o que se chama fotoperíodo crítico. Desta forma, cultivares de sorgo biomassa, sensíveis ao período de luz, semeados nos meses de setembro ou outubro em regiões com o dia maior que 12 horas e 20 minutos, apenas iniciarão o desenvolvimento da gema floral a partir de 21 de março do ano seguinte, ampliando o ciclo vegetativo e, concomitantemente, possibilitando maior produção de biomassa por hectare/ciclo em comparação às cultivares insensíveis ao fotoperíodo.

Os ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU) destinam-se à avaliação final das linhagens selecionadas em ensaios de rendimento preliminares, em condições ambientais diversificadas, visando obter informações agronômicas detalhadas para o lançamento de novas cultivares. Através desses ensaios, obtêm-se os requisitos mínimos para inscrição no Registro Nacional de Cultivares (RCN). Neste sentido, este experimento teve como objetivo avaliar o desempenho de híbridos de sorgo biomassa, visando potencial para geração de energia.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O ensaio de VCU foi implantado no ano agrícola de 2013/2014, em Sete Lagoas-MG, com semeadura realizada no final do mês de novembro de 2013.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com 3 repetições e 16 genótipos de sorgo, sendo 2 híbridos de sorgo forrageiro comerciais (BRS655 e Volumax) como testemunha e 14 genótipos experimentais pertencentes ao programa de melhoramento de sorgo da Embrapa. As parcelas experimentais foram constituídas por 4 fileiras de cinco metros, espaçadas de 0,70m. A população inicial utilizada foi de 125.000 plantas/ha, para a adubação de plantio foram utilizados 400 kg.ha<sup>-1</sup> do formulado NPK e foram aplicados 200 kg.ha<sup>-1</sup> de uréia em cobertura. Procedeu-se irrigação suplementar durante veranico. Os demais tratamentos culturais foram os normalmente utilizados para a cultura.

As avaliações foram feitas nas duas fileiras centrais de cada parcela e as características avaliadas foram: florescimento (Flor): número de dias da semeadura até o início da liberação de pólen em 50% das plantas da parcela; altura de plantas (AP): altura média, em metros, das plantas de cada parcela, medidas da superfície do solo ao ápice da panícula; produção de massa verde total (PMV): determinado em kg/parcela, através da pesagem de todas as plantas (colmos + folhas) de cada parcela, colhidas na maturidade fisiológica do grão; produção de massa seca total (PMS): determinado em kg/parcela, através da multiplicação da produção de massa verde total pela porcentagem de matéria seca desta biomassa; porcentagem de matéria seca (MS): determinado em porcentagem (%), através da retirada de uma amostra da biomassa verde das parcelas, no momento da colheita, as quais foram armazenadas em estufa a 65°C por 72 horas. Posteriormente, através da diferença entre os pesos secos e úmidos, obtêm-se a porcentagem de matéria seca de cada parcela. Os dados de PMV e PMS foram convertidos para t.ha<sup>-1</sup>.

As análises de variâncias para cada característica foram feitas utilizando-se o programa Sisvar 4.1 (Ferreira, 2003) e as médias foram agrupadas de acordo com o método de Scott-Knott (1974).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resumos das análises de variância para florescimento (FLOR), altura de plantas (AP), produção de massa verde (PMV), produção de massa seca (PMS) e porcentagem de matéria seca (MS) estão apresentadas na tabela 1. Verificou-se diferenças significativas ( $p < 0,01$ ) entre os genótipos de sorgo avaliados, exceto para a característica porcentagem matéria seca, mostrando que os genótipos avaliados apresentaram diferenças genéticas entre si.

As médias dos genótipos para florescimento, altura de plantas, produção de massa verde (PMV), produção de massa seca (PMS) e porcentagem de matéria seca (MS) estão apresentadas na tabela 2. O plantio foi realizado no final do mês de novembro, então era esperado que os genótipos de sorgo sensíveis ao fotoperíodo fossem florescer a partir do mês de março, quando dias estão curtos o suficiente para estimular o florescimento destes genótipos.

Os híbridos de sorgo forrageiros BRS655 e Volumax, insensíveis ao fotoperíodo, com florescimento aos 82 e 93 dias após o plantio (DAP) em Sete Lagoas, tabela 2, apresentaram ciclo curto como esperado, confirmando sua insensibilidade ao fotoperíodo, devido seu florescimento ter ocorrido durante o mês de fevereiro e início de março, quando os dias ainda estão longos e não estimulam os genótipos de sorgo sensíveis a florescer no local avaliado. Todos os demais genótipos apresentaram-se sensíveis ao fotoperíodo, pois o florescimento ocorreu no fim de março e início de abril, com florescimento superior a 130 DAP, quando os genótipos de sorgo sensíveis são estimulados a florescer, variando de 131 a 166 DAP.

A altura de plantas para os híbridos sensíveis ao fotoperíodo variou de 3,40 m a 4,63 m (Tabela 2), com o híbrido CMSXS7025 apresentando maior porte. Para os híbridos forrageiros comerciais, a altura variou de 2,13 m a 2,20 m. Estes genótipos são insensíveis ao fotoperíodo, possuindo um ciclo vegetativo curto em relação aos

**9º CONGRESSO INTERNACIONAL DE BIOENERGIA  
SÃO PAULO – SP – 01 A 03 DE OUTUBRO DE 2014**

sensíveis, mesmo sendo conduzido durante os dias longos, encerrando-se o período vegetativo precocemente, reduzindo assim seu porte.

Para produção de massa verde (PMV) os híbridos experimentais variaram de 37,95 t ha<sup>-1</sup> a 76,24 t ha<sup>-1</sup>, sendo o de maior produção CMSXS7016 (Tabela 2). Os híbridos forrageiros comerciais Volumax e BRS655, a PMV foi de 34,33 t ha<sup>-1</sup> e 47,57 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Como estes híbridos são insensíveis ao fotoperíodo, eles apresentaram menor ciclo e conseqüentemente menor porte, que refletiu em menores produtividades. Verifica-se, portanto, que os híbridos experimentais apresentaram produtividade bastante superior aos híbridos de sorgo forrageiro avaliados.

Para produção de massa seca (PMS) os resultados são concordantes com PMV e os híbridos variaram de 12,54 t ha<sup>-1</sup> a 24,88 t ha<sup>-1</sup> (Tabela 2). Os híbridos forrageiros comerciais Volumax e BRS655, a PMS foi de 12,54 t ha<sup>-1</sup> e 17,52 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Como estes cultivares são insensíveis ao fotoperíodo, eles apresentaram menor ciclo e porte, que refletiu em menores produtividades. Destacam - se os híbridos CMSXS7016, CMSXS7024, CMSXS7029, CMSXS7030, CMSXS7025, CMSXS7021, CMSXS7027 e CMSXS7023, sensíveis ao fotoperíodo, que apresentaram maiores produtividades. A porcentagem de matéria seca (MS) dos híbridos experimentais variaram de 32,23% a 38,07% (Tabela 2), mas sem diferença significativa.

**Tabela 1.** Resumo das análises de variâncias conjuntas para florescimento (dias), altura de plantas (m), produção de massa verde (PMV), em t.ha-1, produção de massa seca (PMS), em t.ha-1 porcentagem de matéria seca (MS), em %, obtidos a partir da avaliação de híbridos de sorgo sensível ao fotoperíodo, avaliados em Sete Lagoas-MG, na safra de agrícola 2013/2014.

**Table 1.** Summary of the combined analysis of variance for flowering (days), plant height (m), shoot weight (PMV) in t ha-1, dry mass (PMS), in t.ha- 1 percentage of dry matter (MS), in%, obtained from the evaluation of hybrids of photoperiod sensitive sorghum evaluated in Sete Lagoas, Minas Gerais, in the 2013/2014 agricultural season.

FV	GL	QM				
		Florescimento (dias)	Altura (m)	PMV (t/há-1)	PMS (t/há-1)	MS (%)
Blocos	2	5,49	6,15	79,05	33,41	23,49
Híbridos	15	0,00**	0,00**	0,02**	0,26**	8,26
Erro	29	101,55	0,12	96,81	13,25	15
CV (%)		7,21	9,02	17,23	18,14	10,92
Média		139,68	3,92	57,09	20,07	35,47

\*\* Significativo, pelo teste de F, a e 1% de probabilidade.

**Tabela 2.** Valores médios para florescimento, em dias, altura de plantas (m), produção de massa verde (PMV), em t.ha-1, produção de massa seca (PMS), em t.ha-1 porcentagem de matéria seca (MS), em %, obtidos a partir da avaliação de híbridos de sorgo sensível ao fotoperíodo, avaliados em Sete Lagoas-MG, na safra de agrícola 2013/2014.

**Table 2.** Mean values for flowering in days, plant height (m), shoot weight (PMV) in t ha-1, dry mass (PMS), in t ha-1 percentage of raw dry (MS), in%, obtained from the evaluation of hybrids of photoperiod sensitive sorghum evaluated in Sete Lagoas, Minas Gerais, in the 2013/2014 agricultural season.

Híbridos	Florescimento		Altura		PMV		PMS		MS(%)	
CMSXS 7016	166	A	4,30	A	76,24	A	24,88	A	32,70	A
CMSXS7024	157	A	4,43	A	74,76	A	24,12	A	32,23	A
CMSXS7029	144	B	4,43	A	70,81	A	24,20	A	34,18	A
CMSXS7030	144	B	4,00	B	65,75	A	23,24	A	35,47	A
CMSXS7025	138	B	4,63	A	64,81	A	22,39	A	34,52	A
CMSXS 7015	138	B	4,53	A	63,38	A	21,46	A	33,98	A
CMSXS7021	151	A	3,63	B	61,71	A	22,44	A	36,47	A
CMSXS7027	148	B	4,40	A	59,76	A	19,77	A	33,34	A
CMSXS7023	135	B	4,33	A	58,14	A	22,15	A	38,07	A
CMSXS7028	144	B	4,27	A	52,00	B	17,72	B	34,33	A
CMSXS7022	161	A	3,57	B	50,24	B	16,86	B	33,87	A
CMSXS7031	142	B	3,83	B	46,86	B	17,70	B	36,99	A
CMSXS7026	131	B	3,40	B	46,10	B	17,61	B	37,75	A
CMSXS 7012	141	B	4,10	A	37,95	B	12,88	B	34,02	A
Volumax	93	C	2,13	C	34,33	B	12,54	B	36,61	A
BRS655	82	C	2,20	C	47,57	B	17,52	B	36,83	A

\*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5%.

Diante dos altos níveis de produtividade de biomassa, o sorgo biomassa, sensível ao fotoperíodo, apresenta-se como alternativa promissora no fornecimento de matéria prima para produção de energia. Vale destacar os híbridos CMSXS7016, CMSXS7024, CMSXS7029, CMSXS7030, CMSXS7025, CMSXS7021, CMSXS7027 e CMSXS7023, que apresentaram maiores rendimentos de biomassa, sendo muito promissores. O próximo passo é a caracterização da qualidade da biomassa (análise centesimal) destes híbridos para quantificar o rendimento total de energia.

## CONCLUSÃO

O sorgo biomassa sensível ao fotoperíodo, cultivado durante a primavera/verão, apresenta potencial produtivo superior aos híbridos de sorgo forrageiro comerciais avaliados.

## AGRADECIMENTOS

A Fapemig pelo financiamento e a Embrapa Milho e Sorgo.

## REFERÊNCIAS

CONAB COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – A geração termelétrica com a queima do bagaço de cana-de-açúcar no Brasil. Análise do desempenho da safra 2009-2010, Conab, 157 p. Março, 2011.

**9º CONGRESSO INTERNACIONAL DE BIOENERGIA  
SÃO PAULO – SP – 01 A 03 DE OUTUBRO DE 2014**

FERREIRA, D. F. SISVAR para Windows 4.3. Lavras, MG: UFLA/DEX, 2003. Software.

PARRELLA, R. A. da C. ; Rodrigues, J. A. dos S. ; Tardin, F. D. ; Damasceno, C. M. B. ; Schaffert, R. E. .  
Desenvolvimento de híbridos de sorgo sensíveis ao fotoperíodo visando alta produtividade de biomassa. Boletim  
de Pesquisa e Desenvolvimento (Embrapa Milho e Sorgo), v. 28, p. 01-23, 2010.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance.  
Biometrics, Raleigh, v.30, n.3, p.507-512, Sept.1974.

UDOP, União dos Produtores de Bioenergia. Demanda por energia no Brasil vai crescer mais que a da China.  
<http://www.udop.com.br/index.php/tv/consecana/index.php?item=noticias&cod=1079384>.