

Desempenho Agronômico de Híbridos de Sorgo Biomassa

Gutemberg de Aquiles Pereira¹, Rafael A. da C. Parrella ², Nádia N.N.L.D. Parrella ³, Vander F. Sousa⁴, Robert Eugene Schaffert ⁵ e Ráisa Karina Costa⁶

¹Unifem, Bolsista PIBIC FAPEMIG gap.aquiles@yahoo.com.br, ²Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG parrella@cnpms.embrapa.br, ³Epamig- URECO nadia@epamig.br, ⁴Doutorando UFSJ vander@hotmail.com, ⁵Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, schaffer@cnpms.embrapa.br, ⁶Unifem, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG raisakcosta@yahoo.com.br

Resumo- O objetivo deste trabalho foi caracterizar o potencial agronômico de híbridos de sorgo biomassa visando à geração de energia. O ensaio foi implantado no ano agrícola de 2011/2012, em Sete Lagoas-MG, com semeadura realizada no final do mês de novembro de 2011. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com 3 repetições e 25 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 e 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⁻¹. Híbridos 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: Sorghum bicolor, Co-geração, Bioenergia.

Introdução

A demanda por energia no Brasil tende crescer a um ritmo mais acelerado do que na China nas próximas décadas (UDOP, 2011). Prevendo os problemas energéticos do futuro, o Brasil e vários países do mundo já visualizaram a importância da produção e do uso da biomassa para a geração de energia. A co-geração de eletricidade com a queima da biomassa (bagaço) em termoelétrica tornou-se um negócio bastante atrativo. Haja vista, que a importância das hidroelétricas no total da capacidade de energia foi reduzida de 82,2% em 2001 para 70,8 no final de 2009, e as termelétricas aumentaram em 70% sua participação, passando de 14% em 2001, para 23,8% em 2009. 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).

Visando atender a grande demanda por biomassa para geração de energia, o programa de melhoramento genético da Embrapa Milho e Sorgo desenvolveu 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 fotoperíodo, semeados nos meses de setembro ou outubro em regiões com fotoperíodo 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. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi caracterizar o potencial agrônomo de híbridos de sorgo biomassa visando à geração de energia.

Material e Métodos

O ensaio foi implantado no ano agrícola de 2011/2012, em Sete Lagoas-MG, com semeadura realizada no final do mês de novembro de 2011. Nessa época de plantio os dias possuem mais de 12 horas e 20 minutos de luz, sendo possível a ampliação do período vegetativo de cultivares de sorgo sensíveis ao fotoperíodo, os quais só irão florescer após 21 de março (Equinócio de outono) quando os dias possuem menos de 12 horas e 20 minutos.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com 3 repetições e 25 genótipos de sorgo, sendo 2 híbridos de sorgo forrageiro comerciais (BRS655 e Volumax) como testemunha e 23 genótipos experimentais pertencentes ao programa de melhoramento de sorgo da Embrapa, dos quais 20 são híbridos experimentais (Hib-exp001 a Hib-020) de sorgo biomassa e 3 são variedades experimentais (Var-exp021 a Var-exp023). 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, mas o stand final foi de 110.000 plantas/ha, ou seja, um pouco abaixo do pretendido que refletiu em menores médias de produtividade dos materiais. Para a adubação de plantio foram utilizados 400 kg.ha⁻¹ do formulado NPK e foram aplicados 200 kg.ha⁻¹ de uréia em cobertura. Procedeu-se irrigação suplementar durante verânico. 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, obtém-se a porcentagem de matéria seca de cada parcela. Os dados de PMV e PMS foram convertidos para t.ha⁻¹.

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). Foram obtidas estimativas de correlações de Pearson utilizando o programa MstatC.

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 para todas as características, mostrando que os genótipos avaliados apresentaram diferenças genéticas entre si.

Na tabelas 2, estão apresentadas 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). 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 81 e 114 dias após o plantio (DAP) em Sete Lagoas, tabela 2, apresentaram ciclo curto como esperado, confirmando menor sensibilidade 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 (híbridos e variedades) apresentaram-se sensíveis ao fotoperíodo, pois o florescimento ocorreu no fim de março e início de abril, com florescimento após 120 DAP, quando os genótipos de sorgo sensíveis são estimulados a florescer, com variação de 123 a 169 DAP.

Os híbridos de sorgo biomassa experimentais avaliados foram obtidos através do

cruzamento de linhagens macho estéril A1, insensíveis, com linhagens R sensíveis ao fotoperíodo. Como todos os híbridos apresentaram-se sensíveis ao fotoperíodo, o fato sugere que esta característica apresenta herança monogênica e o fenótipo sensível é dominante sobre o insensível. Parrella et al., 2010 avaliaram parte destes híbridos na safra agrícola 2009/2010 e o comportamento dos híbridos corroboram com os resultados obtidos nesta safra. Contudo, verificou-se grande variação dentro dos genótipos sensíveis, com os híbridos apresentando florescimento variando de 123 a 169 DAP e variedades de 161 a 167 DAP (Tabela 2), sugerindo a existência de mais genes envolvidos no caráter e que é prematuro afirmar herança monogênica no controle deste caráter.

A altura de plantas para os híbridos variou de 3,47 m a 4,30 m e variedades de 3,77 m a 4,60 m (Tabela 2). Alguns híbridos forrageiros comerciais houve uma variação na altura de 1,87 m a 2,15 m. Estes genótipos são insensíveis ao fotoperíodo, ou seja, floresce entre os 80 e 110 DAP, independente do comprimento do dia, encerrando-se o período vegetativo precocemente, reduzindo assim seu porte. Verifica-se que foi possível identificar híbridos experimentais de maior porte do que as variedades (005, 007 e 019), fato conhecido como heterose ou vigor híbrido, que é a superioridade do F_1 em relação aos pais.

Para produção de massa verde (PMV) os híbridos experimentais variaram de 54,84 t ha⁻¹ a 104,18 t ha⁻¹ e variedades de 66,24 t ha⁻¹ a 72,65 t ha⁻¹ (Tabela 2). Os híbridos forrageiros comerciais BRS655 e Volumax, a PMV foi de 45,40 t ha⁻¹ e 45,92 t ha⁻¹, respectivamente. Como estes cultivares são insensíveis ao fotoperíodo, eles apresentaram menor ciclo e porte, que refletiu em menores produtividades. Verifica-se novamente que, foi possível identificar híbridos experimentais com produtividade superior às variedades, confirmando a presença de heterose para este caráter em sorgo, uma vez que os genótipos Var-exp021, Var-exp 022 e Var-exp 023 são os parentais masculinos dos híbridos avaliados e em muitos destes, foi possível verificar o vigor híbrido, como nos híbridos 001, 002, 003, 005, 007, 012, 013, 016, 017, 018 e 019 (Tabela 2).

Para produção de massa seca (PMS) os resultados são concordantes com PMV, os híbridos experimentais variaram de 18,53 t ha⁻¹ a 35,83 t ha⁻¹ e variedades de 21,32 t ha⁻¹ a 25,98 t ha⁻¹ (Tabela 2). Os híbridos forrageiros comerciais BRS655 e Volumax, a PMV foi de 13,36 t ha⁻¹ e 14,95 t ha⁻¹, respectivamente. Como estes cultivares são insensíveis ao fotoperíodo, eles apresentaram menor ciclo e porte, que refletiu em menores produtividades. Verifica-se novamente que, foi possível identificar híbridos experimentais com produtividade superior às variedades, confirmando a presença de heterose para este caráter em sorgo, uma

vez que os genótipos Var-exp021, Var-exp 022 e Var-exp 023 são os parentais masculinos dos híbridos avaliados e em muitos destes, foi possível verificar o vigor híbrido, como nos híbridos 001, 002, 003, 005, 007,012, 013, 016, 017, 018 e 019 (Tabela 2).

A porcentagem de matéria seca (MS) dos híbridos experimentais variaram de 31,03% a 38,20% e variedades de 32,27% a 35,9% (Tabela 2). Os híbridos forrageiros comerciais BRS655 e Volumax, a MS foi de 29,10% e 32,67%, respectivamente. Verifica-se que foi possível identificar híbridos experimentais com alta PMV associados a altas porcentagens de matéria seca, como nos híbridos 001, 002, 003, 005, 007,012, 016, 018 e 019 (Tabela 2), que reflete maior produtividade.

Foram obtidas as estimativas de correlações de Pearson entre os pares de caracteres. Verificou-se correlação positiva ($p < 0,01$), entre Florescimento com AT (0,76), PMV (0,57) e PMS (0,59), indicando que, plantas de maior ciclo crescem mais e conseqüentemente, apresentam maior PMV e PMS. Correlação positiva e alta (0,79 e 0,85) foi verificada ($p < 0,01$) entre altura de plantas com PMV e PMS, indicando que, plantas de maior porte, apresentam maior PMV e PMS. Correlação positiva e alta (0,96) foi verificada ($p < 0,01$) entre PMV e PMS, indicando que, plantas com maior produtividade de massa verde, apresentam maior PMS.

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 001, 002, 003, 005, 007,012, 016, 018 e 019, que apresentaram maiores rendimentos de biomassa, sendo promissores para lançamento no mercado. O próximo passo é a caracterização da qualidade da biomassa destes híbridos para quantificar o rendimento total de energia. Em resultados preliminares, não publicados, o bagaço de sorgo têm-se demonstrado equivalente e/ou superior ao bagaço de cana na co-geração de eletricidade, provavelmente devido ao maior teor de fibra em relação ao bagaço de cana.

Conclusão

Híbridos 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.

Agradecimentos

Ao projeto Sweetfuel e Fapemig pelo apoio financeiro e à Embrapa Milho e Sorgo.

Literatura Citada

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.

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>.

Tabela 1. Resumo das análises de variâncias conjuntas para florescimento, em dias, altura de plantas (AP), em 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 e variedades de sorgo sensível ao fotoperíodo, avaliados em Sete Lagoas-MG, na safra de agrícola 2011/2012.

FV	GL	QM				
		Florescimento (dias)	Altura (m)	PMV (t.ha ⁻¹)	PMS (t.ha ⁻¹)	MS (t.ha ⁻¹)
Blocos	2	74.29	0.58 **	78.07	9.97	8.46
Genótipos	24	1096.89 **	1.42 **	739.71 **	81.24 **	12.93 **
Erro	48	67.60	0.10	83.17	10.86	4.45
CV (%)		5.55	7.95	12.41	13.26	6.23
Média		148.00	3.95	73.49	24.85	33.86

*, ** Significativo, pelo teste de F, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente

Tabela 2. Valores médios para florescimento, em dias, altura de plantas (AP), em 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 e variedades de sorgo sensível ao fotoperíodo, avaliados em Sete Lagoas-MG, na safra de agrícola 2011/2012.

Cultivares	Flor		Altura		PMV		PMS		MS	
Hib-exp019	159	a4	4.93	a3	104.18	a3	35.83	a4	34.44	a2
Hib-exp017	169	a4	4.33	a3	99.84	a3	31.05	a4	31.03	a1
Hib-exp003	160	a4	4.52	a3	97.90	a3	31.49	a4	32.25	a1
Hib-exp007	148	a3	4.67	a3	92.31	a3	30.29	a4	32.80	a1
Hib-exp016	164	a4	4.38	a3	90.06	a3	29.18	a4	32.38	a1
Hib-exp001	147	a3	4.20	a3	89.41	a3	31.13	a4	34.77	a2
Hib-exp005	152	a3	4.63	a3	83.54	a3	28.10	a3	33.61	a1
Hib-exp018	147	a3	3.80	a2	77.64	a2	26.47	a3	34.12	a2
Hib-exp013	153	a3	3.97	a2	75.27	a2	23.62	a2	31.33	a1
Hib-exp002	146	a3	3.98	a2	74.53	a2	24.75	a3	33.21	a1
Hib-exp012	148	a3	4.23	a3	73.41	a2	26.11	a3	35.91	a2
Var-exp023	161	a4	4.60	a3	72.65	a2	25.98	a3	35.90	a2
Var-exp021	163	a4	4.32	a3	71.86	a2	24.92	a3	34.76	a2
Hib-exp004	142	a3	4.03	a2	71.13	a2	25.56	a3	35.87	a2
Hib-exp020	141	a3	3.73	a2	70.69	a2	22.28	a2	31.59	a1
Hib-exp010	140	a3	3.67	a2	68.88	a2	26.24	a3	38.20	a2
Var-exp022	167	a4	3.77	a2	66.24	a2	21.32	a2	32.27	a1
Hib-exp008	154	a3	4.00	a2	65.39	a2	22.84	a2	34.97	a2
Hib-exp011	144	a3	3.90	a2	65.18	a2	24.23	a3	37.08	a2
Hib-exp015	162	a4	3.47	a2	64.56	a2	21.81	a2	33.51	a1
Hib-exp006	153	a3	3.98	a2	60.36	a1	21.39	a2	35.42	a2
Hib-exp009	123	a2	3.93	a2	55.98	a1	19.91	a2	35.73	a2
Hib-exp014	165	a4	3.67	a2	54.84	a1	18.53	a2	33.60	a1
Volumax	114	a2	2.15	a1	45.92	a1	14.94	a1	32.67	a1
BRS655	81	a1	1.87	a1	45.40	a1	13.36	a1	29.10	a1

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