

Interação genótipo x ambiente em híbridos de Sorgo Biomassa

Raiane Scandiane da Silva⁽¹⁾; Gustavo Igor dos Santos Delforno⁽²⁾; Marco Antonio Aparecido Barelli⁽³⁾; Taiana Paula Streck Vendruscolo⁽⁴⁾; Marcilene Alvez Castrilon⁽⁵⁾; Carla Lima Correa⁽⁶⁾; Flavio Dessaune Tardin⁽⁷⁾.

⁽¹⁾ Mestranda no programa de pós-graduação em Genética e Melhoramento de Plantas; Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres – MT, raiane.scandian@gmail.com; ⁽²⁾ Graduando em agronomia, Universidade do estado de Mato Grosso; ⁽³⁾ Docente da Universidade do Estado de Mato Grosso; ⁽⁴⁾ Mestranda do programa de pós-graduação em genética e melhoramento de Plantas, Universidade do Estado de Mato Grosso; ⁽⁵⁾ Mestranda do programa de pós-graduação em genética e melhoramento de Plantas, Universidade do Estado de Mato Grosso; ⁽⁶⁾ Docente da Universidade do Estado de Mato Grosso; Dr. Pesquisador Embrapa Milho e Sorgo, Embrapa, Sinop, Mato Grosso, Brasil. ⁽⁷⁾

RESUMO: O sorgo biomassa é uma alternativa promissora para geração de energia através da queima de sua biomassa lignocelulósica. Porém, existe uma dificuldade encontrada nos experimentos com sorgo em várias regiões, que é a interação genótipo ambiente. Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo verificar a presença da interação genótipo x ambiente em 34 híbridos de sorgo biomassa em duas regiões do Mato Grosso, bem como identificar os materiais mais produtivos. O delineamento foi inteiramente casualizados com 34 tratamentos três repetições. Os dados foram submetidos ao teste de normalidade e análise de variância individual e conjunta, e as médias foram agrupadas utilizando-se o teste de Scott-Knott, todos os dados foram analisados utilizando-se o programa Genes. Os genótipos 2014B29026 e 2014B030 destacaram entre os demais genótipos avaliados, apresentando as maiores médias de produção para as duas características avaliadas.

Termos de indexação: *Sorghum bicolor* (L.) Moench, GxA, Potencial energético.

INTRODUÇÃO

O sorgo biomassa apresenta-se como uma planta sensível ao fotoperíodo, com característica fotossintética do tipo C4, fazendo que este tenha maior período vegetativo e conseqüentemente maior produção de massa verde e massa seca (Carrillo et al., 2014), e se destaca, quando comparado a outras culturas com potencial energético (capim elefante; cana-de-açúcar; sorgo sacarino, eucalipto, dentre outras) devido algumas vantagens, como possuir ciclo mais curto, baixo

custo de implantação, ampla adaptabilidade, alto poder calorífico e tolerante a baixa umidade (Chielle et al., 2013).

Sua principal finalidade é produção de biomassa, utilizada como fonte renovável de energia através da queima de sua biomassa lignocelulósica (May et al., 2013). Neste sentido, a realização de estudos para avaliar o potencial produtivo dessa cultura em diversas regiões se torna necessário (May et al., 2013; Carrillo et al. 2014), pois conhecer o comportamento de genótipos em diversos ambientes, principalmente quanto a capacidade de produção de biomassa, é imprescindível para ampliação do sorgo biomassa como alternativa as demais culturas energéticas.

Porém, o efeito da interação entre o genótipo e o ambiente é uma dificuldade encontrada nos experimentos com sorgo em várias regiões, que é a resposta em função das variações entre os locais ou anos.

A interação genótipo x ambiente constitui-se um dos maiores problemas dos programas de melhoramento de qualquer espécie, seja na fase de seleção ou recomendação de cultivares (Delacy et al., 2010).

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo verificar a presença da interação genótipo x ambiente em 34 híbridos de sorgo biomassa em duas regiões do Mato Grosso, bem como identificar os materiais mais produtivos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em duas regiões do Estado de Mato Grosso, uma localizada na área experimental do laboratório de recursos genéticos & biotecnologia da Universidade do Estado de Mato

Grosso em Cáceres, e outra no campo experimental da Embrapa agrossilvipastoril em Sinop.

Tratamentos e amostragens

Os materiais utilizados nos experimentos foram concedidos pelo Programa de Melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo, localizada no município de Sete Lagoas – MG. Sendo todos eles híbridos sensíveis ao fotoperíodo, são eles: 201429B001; 201429B002; 201429B003; 201429B004; 201429B005; 201429B006; 201429B007; 201429B008; 201429B009; 201429B010; 201429B011; 201429B012; 201429B013; 201429B014; 201429B015; 201429B016; 201429B017; 201429B018; 201429B019; 201429B020; 201429B020; 201429B021; 201429B022; 201429B023; 201429B024; 201429B025; 201429B026; 201429B027; 201429B028; 201429B029; 201429B030; 201429B031; 201429B032; 201429B033 e BRS716.

Delineamento e análise estatística

Foi adotado o delineamento em blocos ao acaso (DBC) com 34 tratamentos e três repetições. As parcelas experimentais foram compostas de quatro fileiras de cinco metros, espaçadas de 0,70 m, onde cada fileira foi constituída de aproximadamente de 50 plantas, sendo apenas as duas fileiras centrais consideradas como úteis. Cada parcela ocupou 14 m², totalizando em todo experimento uma área de 1.512 m² (0,1512 ha).

As características avaliadas foram: produção de massa verde (PMV), determinado em Kg/parcela através da pesagem das 10 plantas colhidas da área útil de cada parcela e produção de massa seca (PMS), determinado em porcentagem (%), através da retirada de uma amostra da biomassa verde de cada parcela útil, no momento da colheita, as quais foram armazenadas em estufa a 65°C por seis dias.

Após as avaliações em campo, inicialmente os dados foram submetidos ao teste de normalidade e à análise de variância individual, posteriormente realizou-se a análise conjunta dos dados, com o objetivo de identificar possíveis interações (GxA) sobre as características avaliadas. Foi considerado os efeitos de genótipo como fixo e dos locais como aleatórios. A análise foi realizada de acordo com o modelo estatístico:

$$Y_{ijkm} = m + G_i + A_j + GA_{ij} + B/A_{jk} + E_{ijk} \quad (1)$$

Em que: Y_{ijk} = observação do genótipo i no ambiente j e no bloco k ; M = média geral; G_i = efeito do i -ésimo genótipo; A_j = efeito do j -ésimo ambiente; GA_{ij} = efeito da interação i -ésimo genótipo no j -ésimo ambiente; B/A_{jk} = efeito do k -ésimo bloco dentro do j -ésimo ambiente; E_{ijkm} =

erro aleatório experimental médio associado à observação Y_{ijkm} .

As médias foram agrupadas utilizando-se o teste de Scott-Knott (1974), todos os dados foram analisados utilizando-se o programa Genes (Cruz, 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observado que a razão entre a maior e o menor quadrado médio do resíduo em todas as características avaliadas foram inferiores a 7 (**Tabela 1**), que segundo Cruz & Regazzi (1997) é a premissa que possibilita a análise conjunta dos dados e indica homogeneidade da variância residual.

Tabela 1 – Resumo da análise de variância conjunta para as características (PMV) e produção de massa verde e (PMS) produção de massa seca de 34 genótipos de Sorgo, nos municípios de Cáceres e Sinop – MT, na safra 2014/2015.

FV	GL	Quadrado médio	
		PMV (t.ha ⁻¹)	PMS (t.ha ⁻¹)
Bloco/Ambiente	4	660,59	33,74
Genótipo	35	558,66**	92,40**
Ambiente	1	1690,52 ^{ns}	153,70**
G x A	35	207,36**	20,12**
Resíduo	140	95,31	13,26
CV (%)		14,29	17,20
Média		68,28	21,16
QMR ⁺ /QMR ⁻		2,18	1,80

FV= fonte de variação; GL=graus de liberdade; PMV= produção de massa verde; PMS= produção massa seca; CV= coeficiente de variação; QMR⁺/QMR⁻ = razão entre a maior e o menor quadrado médio do resíduo.

A análise de variância conjunta apresentou efeitos significativos ($P < 0,01$) pelo teste F entre os genótipos, ambientes e na interação entre genótipos e ambientes (GxA). O genótipo apresentou-se significativo para ambas variáveis, já o ambiente mostrou-se significativo apenas para a peso de massa seca (PMS).

A significância do ambiente para as características pode ser justificada por diferentes fatores, tais como: diferença na variação edofoclimáticas ocorrida entre os dois ambientes; diferenças na fertilidade do solo; precipitação; temperatura; severidade das doenças que acometem a cultura, dentre outros (Borém e Miranda, 2009).

O resultado da análise de variância conjunta também apontou efeitos significativos da interação genótipo x ambiente para as duas características avaliadas (PMV e PMS). Esses resultados infere que os genótipos apresentaram desempenho

diferenciado diante as variações ambientais, necessitando assim de um posterior estudo para o desdobramento do efeito dessa interação, a fim de identificar os genótipos de maior adaptabilidade e estabilidade fenotípica.

As diferenças encontradas entre os ambientes em que foram conduzidos os experimentos e as significâncias existentes entre os genótipos avaliados, evidenciam a variabilidade entre eles para as características avaliadas, apontando assim a necessidade de realizar o agrupamento dos genótipos por meio do teste de Scott e Knott (1974).

Na Tabela 2 estão apresentadas as médias das duas características avaliadas dos 34 genótipos de sorgo biomassa, agrupados pelo teste Scott e Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 2 – Valores médios para peso de massa verde PMV (t.ha⁻¹) e peso de massa seca PMS (t.ha⁻¹) de 34 genótipos de sorgo biomassa avaliados em Cáceres-MT e Sinop-MT na safra 2014/2015.

Genótipos	PMV (t.ha ⁻¹)		PMS (t.ha ⁻¹)	
	Cáceres	Sinop	Cáceres	Sinop
2014B29001	77,33 Aa	83,33 Aa	25,12 Aa	27,13 Aa
2014B29002	73,23 Aa	83,66 Aa	21,06 Ab	25,20 Aa
2014B29003	71,33 Aa	81,10 Ab	22,13 Aa	18,70 Aa
2014B29004	72,80 Aa	64,76 Ab	22,60 Aa	20,13 Aa
2014B29005	76,46 Aa	72,16 Aa	23,06 Aa	21,93 Aa
2014B29006	80,73 Aa	67,26 Aa	22,63 Aa	18,80 Aa
2014B29007	57,90 Ab	56,50 Ab	19,83 Ab	19,63 Aa
2014B29008	75,56 Aa	64,50 Ab	23,53 Aa	20,10 Aa
2014B29009	58,30 Aa	66,50 Aa	23,60 Aa	20,03 Aa
2014B29010	64,03 Ab	62,23 Ab	17,33 Ab	17,00 Ab
2014B29011	50,86 Ab	48,10 Ac	15,10 Ab	14,33 Ab
2014B29012	70,46 Aa	60,73 Ab	28,06 Aa	22,20 Aa
2014B29013	75,83 Aa	80,20 Aa	23,06 Aa	24,80 Aa
2014B29014	63,36 Ab	74,80 Aa	19,23 Ab	22,60 Aa
2014B29015	75,66 Aa	73,56 Aa	22,30 Aa	21,60 Aa
2014B29016	74,06 Aa	71,03 Aa	21,70 Aa	20,86 Aa
2014B29017	67,33 Ab	76,83 Aa	19,80 Ab	22,16 Aa
2014B29018	79,13 Aa	58,00 Bb	23,66 Aa	17,43 Bb
2014B29019	73,60 Aa	49,50 Bc	18,00 Ab	12,06 Ac
2014B29020	81,40 Aa	74,10 Aa	26,56 Aa	23,83 Aa
2014B29021	78,06 Aa	58,93 Bb	25,53 Aa	19,23 Ba
2014B29022	78,13 Aa	75,70 Aa	23,80 Aa	23,10 Aa
2014B29023	61,53 Ab	74,56 Aa	17,30 Ab	21,23 Aa
2014B29024	68,96 Aa	56,83 Ab	22,86 Aa	18,83 Aa
2014B29025	57,90 Ab	63,60 Ab	18,46 Ab	20,30 Aa
2014B29026	77,33 Aa	84,40 Aa	26,36 Aa	28,76 Aa
2014B29027	62,13 Ab	61,46 Ab	19,93 Ab	19,63 Aa
2014B29028	57,63 Ab	46,53 Ac	17,76 Ab	14,40 Ab
2014B29029	62,03 Ab	69,93 Aa	19,76 Ab	22,53 Aa
2014B29030	94,50 Aa	61,26 Bb	34,40 Aa	22,66 Ba
2014B29031	74,10 Aa	76,96 Aa	24,36 Aa	25,23 Aa
2014B29032	81,50 Aa	59,80 Bb	25,73 Aa	18,76 Ba
2014B29033	72,06 Aa	75,46 Aa	21,93 Aa	22,90 Aa
BRS716	79,76 Aa	76,26 Aa	26,33 Aa	25,46 Aa
Médias	72,01	67,34	22,43	20,98

PMV: Peso de massa verde (t.ha⁻¹); PMS: Peso de massa seca (t.ha⁻¹); *Médias seguidas da mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical constituem do mesmo grupo, pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade.

média de 72,01t.ha⁻¹ para Cáceres, proporcionando a existência de dois grupos de médias. Enquanto para Sinop, a média foi 67,34 t.ha⁻¹, proporcionando a formação de três grupos. Ainda foi possível agrupar os genótipos em dois grupos distintos entre os dois ambientes, sendo a maioria agrupada em um único grupo, porém os genótipos 2014B29018, 2014B29019, 2014B29021, 2014B29030 e 2014B29032 obtiveram produtividades bem distintas entre os dois ambientes, explicando assim a formação desses dois grupos.

Os genótipos 2014B29020, 2014B29030 e 2014B29032 para o ambiente de Cáceres e 2014B29001, 2014B29002 e 2014B29026 para o ambiente Sinop foram os que apresentaram maior produção de peso de massa verde por hectare.

A média da produção de matéria verde obtida no presente trabalho foi superior ao encontrado por Neto et al. (2010) avaliando o crescimento e produtividade sorgo forrageiro, onde encontraram produtividade máxima de 62,17 t.ha⁻¹ de matéria verde.

A produção de matéria seca de sorgo biomassa em média pode chegar a mais de 30 t.ha⁻¹, sendo que alguns materiais experimentais de programa de melhoramento Embrapa Milho e Sorgo, já apresentam produtividade acima de 50 t.ha⁻¹ de matéria seca (Parrela et al., 2011).

No presente estudo, o ambiente de Cáceres obteve média 22,43 t.ha⁻¹ de massa seca, enquanto para o ambiente de Sinop foi observado uma redução na média, atingindo 20,98 t.ha⁻¹. Foi verificado a formação de dois grupos de médias entre os genótipos em Cáceres, destacando a produtividade do genótipo 2014B29030 com 34,40 t.ha⁻¹. Já em Sinop foi observada a formação de três grupos entre os genótipos, destacando com maior produção o genótipo 2014B29026 com 28,76 t.ha⁻¹ e com menor produção o genótipo 2014B29019 com 12,6 t.ha⁻¹. Ainda foi possível verificar a formação de dois grupos de médias entre os dois ambientes para a característica PMS.

Giacomini et al. (2013) avaliaram cultivares de sorgo sacarino visando seu potencial para obtenção de bioenergia, e obtiveram média de 10,85 t.ha⁻¹ de matéria seca. Sales et al., (2015) avaliando a biomassa de capim elefante para produção de bioenergia, encontrou produção média de 27,16 t ha⁻¹, valores esses, que indicam superioridade da produção de matéria seca do sorgo biomassa em relação a demais culturas com potencial energético.

CONCLUSÕES

Avaliando a produção de massa verde (PMV) dentro de cada ambiente, foi possível verificar uma

A análise de variância conjunta apontou efeitos significativos da interação genótipo x ambiente para as características avaliadas, evidenciando assim a necessidade de um posterior estudo para o desdobramento dessa interação.

Os genótipos 2014B29026 e 2014B030 destacaram entre os demais genótipos avaliados pelo teste Scott e Knott, apresentando as maiores médias de produção para as duas características avaliadas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fapemat, que promove incentivo das atividades e apoio financeiro deste estudo, e a Embrapa Milho e Sorgo de Sete Lagoas-MG, pelo apoio técnico.

REFERÊNCIAS

- LIN, C.S.; BINNS, M.R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. **Canadian Journal of Plant Science**, v.68, p.193-198, 1988.
- GIACOMINI, I.; SIQUEIRA, F. L. T.; PEDROZA, M. M.; MELLO, S. Q. S.; CERQUEIRA, F. B.; SALLA, L. Uso potencial de sorgo sacarino para a produção de etanol no estado do Tocantins. **Revista Agrogeoambiental**, v.5, n.3, 2013.
- PARRELLA, R. A. C.; SCHAFFERT, R. E.; MAY, A.; EMYGDIO, B.; PORTUGAL, A. F.; DAMASCENO, C. M. B. Desempenho agrônômico de híbridos de sorgo biomassa. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. 19 p. (Embrapa Milho e Sorgo. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, 41).
- SALES, F. A.; CARAMORI, P. H.; RICCE, W. S.; COSTA, M. A. T.; ZARO, G. C. Biomass of elephant grass and leucaena for bioenergy production, **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 6, p. 3567-3578, 2015.
- MAY, A.; SOUZA, V. F.; GRAVINA, G. A.; FERNANDES, P. G. Plant population and row spacing on biomass sorghum yield performance. **Ciencia Rural**, Santa Maria, v. 46, n. 46, p. 434-439, mar, 2016.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2.ed. Viçosa: UFV, 1997. 390p.
- CARRILLO, M. A.; STAGGENBORG, S. A.; PINEDA, J. A. Washing sorghum biomass with water to improve its quality for combustion. **Fuel**, v.116, p.427-431, 2014.
- CHIELLE, Z.G.; GOMES, J.F.; ZUCHI, J.; GABE, N.L.; RODRIGUES, L.R. Desempenho de genótipos de sorgo silageiro no Rio Grande do Sul na safra 2011/2012. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.12, n.3, p.260-269, 2013.
- DELACY, I. H.; KUAL, S.; RANA, B. S.; COOPER, M. Genotypic variation for grain and stover yield of dryland (rabi) sorghum in India 2. A characterisation of genotypexenvironment interactions. **Field Crops Research**, v. 118, p. 236-242, 2010.
- CRUZ, C. D. **Programa Genes – Versão Windows**. Viçosa: UFV, 2015.
- NETO, R. C. A.; MIRANDA, N. O.; DUDA, G. P.; GÓES, G. B.; LIMA, A. S. Crescimento e produtividade do sorgo forrageiro BR 601 sob adubação verde. **Revista Brasileira de engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 2, p. 124-130, 2010.
- BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de plantas**. 5. Ed. Viçosa: Editora UFV, 2009. V. 1. 529 p



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"
