

Genótipos de Sorgo Forrageiro no Semiárido de Pernambuco e Alagoas – Estimativas de Parâmetros Genéticos de variáveis de Produção

José Nildo Tabosa¹, Fernando Gomes da Silva², Marta Maria Amâncio do Nascimento¹, Alexandre Hugo Cezar Barros³, Ana Rita Moraes Brandão Brito¹ e Josimar Bento Simplício⁴

¹ IPA – Instituto Agrônomo de Pernambuco – Recife – PE. nildo.tabosa@ipa.br ²SEAGRI – Secretaria de Agricultura de Alagoas. gomes_opuntia@yahoo.com.br e ⁴Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Serra Talhada. josimar@uast.ufrpe.br;

RESUMO - O sorgo forrageiro no semiárido apresenta-se como alternativa à oferta de volumosos para a pecuária regional no período estival do ano. O IPA tem trabalhado no desenvolvimento de genótipos tolerantes às adversidades ambientais, principalmente ao estresse hídrico. Para isso são necessários estudos comparativos entre genótipos, visando recomendar aqueles que apresentam adequada relação entre produtividade e eficiência de uso de água. O objetivo desse trabalho foi avaliar genótipos forrageiros e silageiro em diferentes ambientes do semiárido através de variáveis de produção e de estimativa de parâmetros genéticos. Trabalho conduzido em 2011, sob o delineamento de blocos casualizados com 12 tratamentos (10 variedades e duas progênies) em três ambientes (Caruaru e Serra Talhada em Pernambuco e Santana do Ipanema em Alagoas). As maiores produções de matéria seca (MS) foram para as progênies T07, T17 e para variedade IPA SF 25, com 15, 16 e 17 t.ha⁻¹, respectivamente. O coeficiente de herdabilidade para esta variável foi de 78, 4 %, sendo considerado alto. Houve correlação fenotípica e significativa entre a MS e as demais variáveis (altura de planta, floração e eficiência de uso de água). Estas estimativas demonstram o elevado potencial de produção, justificando a continuidade desse programa de melhoramento.

Palavras-chave: *Sorghum bicolor*, herdabilidade, variância genotípica, matéria seca.

Introdução

A cultura do sorgo forrageiro vem contribuindo para a oferta de volumosos, com ênfase no período seco do ano para a pecuária na região semiárida, principalmente na região delimitada pela bacia leiteira nos estados de Pernambuco e de Alagoas. Neste foco, o IPA tem trabalhado na busca de materiais genéticos cada vez mais eficientes quanto à tolerância às adversidades ambientais, como estresse hídrico e salinidade. Para isso, anualmente é avaliado um conjunto de materiais forrageiros e silageiros com características distintas para produção de forragem e eficiência no uso de água. Estudos comparativos entre esses materiais vêm sendo realizados, visando recomendar aos produtores aquelas que apresentarem melhor relação entre a produtividade e adaptabilidade à região. É sabido que a planta de sorgo apresenta características intrínsecas de adaptabilidade para a região semiárida. Aliado a esse fato ressalta-se que em face da estacionalidade de produção das pastagens e intensificação dos sistemas de produção, o uso de silagem de sorgo vem crescendo nas regiões semiáridas, onde a cultura se sobressai, por sua maior tolerância ao estresse hídrico e salino. Por ser uma planta

versátil, que se adapta a outras situações de clima e solo, o sorgo forrageiro vem apresentando resultados de produtividade e qualidade da forragem. Convém frisar que sob condições adequadas de irrigação e de adubação, foram obtidos resultados com a variedade SF 15, da ordem de 194 t.ha⁻¹ de matéria verde e 57 t.ha⁻¹ de matéria seca, em um único corte, evidenciando assim, todo o potencial de produção do material (Tabosa et al., 2010). Vale salientar que esta variedade em condições de sequeiro tem respondido satisfatoriamente em diferentes ambientes atingindo produtividade média da ordem de 50 t.ha⁻¹ de matéria verde de até 20 t.ha⁻¹ de matéria seca. É ressaltado também resultados obtidos por Simplício et al., (2006) e Tabosa et al., (2002), onde foram avaliados 20 materiais forrageiros em Pernambuco e Alagoas, com produtividades médias de matéria seca de até 21,36 t.ha⁻¹, destacando-se alguns materiais pelo uso eficiente de água. Um fato relevante é que as relações de uso eficiente de água e produtividade se encontram sintonizadas, pois as variações na eficiência de uso de água, freqüentemente, foram à base para o controle genético da produtividade com limitado suprimento hídrico. Assim sendo, os estudos realizados com essa cultura se justificam, não apenas pelas excelentes produtividades de matéria seca, mas também pelo alto valor nutritivo que se tem conseguido por meio dos programas de melhoramento.

Com relação a estimativa de parâmetros genéticos, é importante a obtenção de materiais com valores superiores a unidade para a relação CVg/CVe (coeficiente de variação genético/ambiental), para as variáveis estudadas, indicando que a seleção para essas variáveis apresenta condições mais favoráveis em termos de ganhos genéticos imediatos superando a variação ambiental (Vencovsky & Barriga, 1992).

Com relação a herdabilidade, valores elevados, acima de 70 %, indicam a possibilidade de sucesso, uma vez que reflete a proporção dos valores fenotípicos que representam os genotípicos. A herdabilidade segundo Cruz & Regazzi (1997) é uma propriedade do caráter, sendo válida apenas para a população e as condições ambientais a que os indivíduos foram submetidos. Neste contexto, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o comportamento de 12 materiais de sorgo forrageiro, principalmente, quanto aos seus potenciais de produção de matéria seca e uso eficiente de água, sob condições de sequeiro.

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido em Pernambuco nas estações experimentais do IPA das

localidades de Caruaru (latitude de 08°34'38", longitude de 36°00'00" WGr e altitude de 630 m, no agreste semiárido em um neossolo regolítico eutrófico) e Serra Talhada (latitude de 07°59'00", longitude de 38°19'16" WGr e altitude de 500 m na mesorregião do sertão central em um argissolo vermelho amarelo equivalente eutrófico). Em alagoas, o experimento foi conduzido na estação experimental da SEAGRI – Secretaria de Agricultura de Alagoas no município de Santana do Ipanema (latitude de 09°21'49", longitude de 37°14'54" WGr e altitude de 272 m, na mesorregião do sertão em um argissolo vermelho amarelo equivalente eutrófico). A fertilização do solo da área experimental foi realizada mediante recomendação laboratorial. O ensaio foi conduzido no delineamento experimental de blocos casualizados com 12 tratamentos (10 variedades de sorgo + duas novas progênies avançadas) com três repetições. Foi possível aleatorizar os tratamentos. A unidade experimental foi composta por quatro fileiras de seis metros de comprimento espaçadas por 0,80 m. As observações foram realizadas nas duas fileiras centrais. As variáveis de avaliação utilizadas foram: floração (FL - nº dias); altura média de planta (AP - cm); produção de biomassa verde e seca (MV e MS - t.ha⁻¹) e eficiência de uso de água (EUA – kg água.kg MS⁻¹). Esta última foi calculada de conformidade com Tabosa et al. (1987). As análises estatísticas foram realizadas conjuntamente (grupo de experimentos repetidos). Foi possível estimar os parâmetros genéticos. Para estimativa dos parâmetros genéticos os quadrados médios das variáveis foram utilizados. Foi aplicado o teste de Tukey (p = 0,05) para a comparação das médias obtidas. Nos dados médios para todas as variáveis foram obtidas correlações fenotípicas.

Resultados e Discussão

Na Tabela 1 constam os resultados a partir dos quadrados médios da análise de variância conjunta, envolvendo o resultado dos três ambientes. Foram detectadas diferenças significativas para cultivar, ambiente e para a interação, no âmbito das variáveis altura de planta e floração. Apenas para ambiente, não foram detectadas diferenças significativas quando foi considerada as variáveis produção de biomassa verde e seca e eficiência de uso de água. O fato da interação cultivar x ambiente apresentar significação estatística, implica em comportamento diferenciado das variedades de sorgo no contexto das variações ambientais. Na Tabela 2 constam os resultados obtidos da análise conjunta (obtida a partir dos três ambientes – Caruaru, Serra Talhada e Santana do Ipanema, em 2011), para as variáveis avaliadas. Em todos os ambientes foram verificadas diferenças significativas para as variáveis

estudadas. Os genótipos de porte em torno de 200 cm geralmente apresentaram ciclo de 60 a 70 dias para atingirem 50 % de florescimento. Este fato provavelmente é devido a precocidade de materiais de sorgo de origem granífera, que apresentam ciclo precoce. Este fato não ocorreu com os materiais de porte elevado, com altura de planta em torno de 300 cm ou superiores a esta. Desses materiais os que apresentaram níveis de produção de matéria seca entre 15 e 17 t.ha⁻¹ foram as duas novas progênies (T07 e T17) e a cultivar comercial IPA SF 25. Além disto, estes três genótipos também apresentaram elevada eficiência de uso de água, consumindo entre 245 a 312 kg de água para produzir 1,0 kg de matéria seca. Estes resultados são considerados mais adequados do que os resultados obtidos por Tabosa et al. (2002) e Simplício et al. (2006) no semiárido. O comportamento desses genótipos nos ambientes em que foram avaliados pode ser considerado adequado em face da distribuição e do quantitativo de chuvas no ciclo da cultura. Em Santana do Ipanema, Caruaru e Serra Talhada os totais pluviométricos foram de 410, 574 e 474 mm. Vale frisar que esses quantitativos apresentaram-se superiores a necessidade hídrica do sorgo forrageiro, que é de 300 mm no ciclo (Tabosa et al., 2002). Vale ressaltar que nestes dois ambientes de Pernambuco, existe a predominância de neossolos regolíticos com características de baixa fertilidade, irregularidade de chuvas e elevada evapotranspiração, fatores que contribuem para que a maioria das plantas não seja capaz de exteriorizar seus potenciais de produção. Deste modo, provavelmente, foi detectada um incremento na eficiência de uso de água das cultivares ao longo desses anos. Simplício et al., (2006), avaliaram o comportamento destes materiais genéticos nos ambientes de Santana do Ipanema e Igaci – Alagoas, e observaram uma alteração entre as cultivares quanto a eficiência na produção de matéria seca. No ambiente de Igaci, apesar de ter sido registrada uma precipitação menor – 251,5 mm, contra 672,2 mm em Santana do Ipanema, verificaram-se níveis de produtividade da ordem de 18,0 t.ha⁻¹. Um fato a ser ressaltado é o comportamento diferenciado das cultivares nos ambientes, que em Alagoas se mostrou mais eficiente do que em Pernambuco, provavelmente devido a uma mais adequada condição edáfica de um argissolo eutrófico, considerado com características de estrutura física e fertilidade superior aos regossolos (Simplício et al., 2006). A oferta de água por meio de irrigação favorece a cultura, haja vista, o solo está sempre úmido para suprir as necessidades de nutrientes nas fazes de maior exigência das plantas. Partindo dessa premissa, Simplício et al., (2006) e Tabosa et al., (2002), avaliando materiais genéticos de sorgo forrageiro, concluíram serem de elevada eficiência quanto ao uso de água. Desta feita é importante que as relações de uso eficiente de água e produtividade se encontram sintonizadas sendo, portanto à base para o controle genético da produtividade com limitado suprimento hídrico.

Na Tabela 3 constam os valores para as estimativas da variância genética, ambiental, coeficiente de variação genético (CV_G) e ambiental (CV_E) e a razão entre eles (CV_G / CV_E) além da herdabilidade média. A relação CV_G / CV_E para floração (2,76) e altura média de planta (1,001) apresentou-se maior que a unidade, indicando assim, segundo Venkovsky & Barriga (1992), que a seleção para estas variáveis apresenta condições mais favoráveis no âmbito de ganhos genéticos imediatos, ou que a variação genética supera a variação ambiental. Para as variáveis produção de matéria verde e seca, esta relação apresentou valores de 0,63 e 0,67, abaixo da unidade, respectivamente. Com relação a herdabilidade média, $h_m^2 = 78,4$ para produção de matéria seca, este valor é considerado de alta magnitude, sendo superior a herdabilidade média obtida por Cunha & Lima (2010) que encontraram resultado de 69,46 %, para esta mesma variável. De acordo com Cruz & Regazzi (1997), estes valores acima de 70 % podem indicar possibilidade de sucesso na seleção de genótipos. Os parâmetros de correlação fenotípica (Tabela 4) apresentaram-se altamente significativos e positivos entre as variáveis floração, altura de planta, produção de matéria verde e seca. Correlações altamente significativas e inversas ocorreram quando essas mesmas variáveis foram correlacionadas com a variável eficiência de uso de água. Estes resultados possivelmente indicam que existe uma associação entre as variáveis permitindo que a seleção para os caracteres estudados poderá ser realizada de forma conjunta (Camargo & Oliveira, 1983). As estimativas genotípicas e de herdabilidade permitem a continuação do programa de seleção destes materiais.

4 – Referências bibliográficas

CAMARGO, C.E.O. & OLIVEIRA, O.F. Melhoramento do trigo: V. Estimativas da herdabilidade e correlações entre altura, produção de grãos e outros caracteres agrônômicos em trigo. **Bragantia**, Campinas, v.42, p. 131-148, 1983.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Editora da UFV, 1997. 390 p.

CUNHA, E.M.; LIMA, J.M.P. de. Caracterização de genótipos e estimativa de parâmetros genéticos de características produtivas de sorgo forrageiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n.4, p. 701-706, 2010.

SIMPLÍCIO, J.B.; TABOSA, J.N.; TAVARES FILHO, J.J.; LIMA, L.E. de; REIS, O.V. dos;

NASCIMENTO, M.M.A. do. Desempenho de Cultivares de Sorgo Forrageiro nas Mesorregiões do Agreste e do Sertão de Pernambuco – Uso de Água na Produção de Matéria Seca. Resumos Expandidos. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 26, 2006, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte. 2006. CD-ROM.

TABOSA, J.N.; TAVARES FILHO, J.J.; ARAÚJO, M.R.A. de; ENCARNAÇÃO, C.R.F. da; BURITY, H.A. Water use efficiency in sorghum and corn cultivars under field conditions. **Sorghum Newsletter**. Tucson, v.30, p.91-92, 1987.

TABOSA, J.N.; REIS, O.V. dos; BRITO, A.R. de M.B.; MONTEIRO, M.C.D.; SIMPLÍCIO, J.B.; OLIVEIRA, J.A.C. de; SILVA, F.G. da; AZEVEDO NETO, A.D. de; DIAS, F.M.; LIRA, M. de A.; TAVARES FILHO, J.J.; NASCIMENTO, M.M.A. do; LIMA, L.E. de.; CARVALHO, H.W.L. de; OLIVEIRA, L.R. de. Comportamento de cultivares de sorgo forrageiro em diferentes ambientes agroecológicos dos Estados de Pernambuco e Alagoas. **Rev. Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.1, n.2., p.47-58, 2002.

VENKOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto, SP: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 486 p.

Tabela 1. Comportamento dos genótipos no semiárido de Pernambuco e Alagoas: Resultados médios , 2011.

Cultivar	Resultados médios obtidos				
	Fl Nº Dias	AP (cm)	MV (t.ha ⁻¹)	MS (t.ha ⁻¹)	EUA (kg água.kg MS ⁻¹)
IPA 467-4-2(S2000)	77 b	300 ab	33,9 abc	12,2 ab	335 abcd
IPA SF 11	82 ab	288 ab	29,1 abcd	11,8 ab	326 abcd
IPA 2600	64 de	196 c	23,6 cd	7,8 b	449 ab
IPA 2589	69 cd	209 c	21,7 d	7,4 b	486 ab
IPA 1011 (SPL)	61 e	195 c	20,8 d	7,3 b	516 a
T07-GSF11-CAR10	84 a	294 ab	36,1 ab	15,1 a	245 cd
IPA SF 25	84 a	332 a	38,1 a	16,8 a	230 d
T17-EPSF-CAR10	88 a	305 ab	36,1 ab	16,7 a	312 acd
IPA- 2571	66 cde	268 abc	21,1 d	9,7 b	401 abcd
BR506	65 cde	234	27,8 bcd	8,6 b	433abc
SF-15	86 a	320 a	28,0 abcd	11,7 ab	349 abcd
IPA-2502	71 c	196 c	22,5 d	7,9 b	457 ab
CV(%)	4,6	18,9	22,8	44,4	32,3

Médias seguidas pela mesma letra na coluna são diferentes entre si, pelo teste de Tukey (p=0,05). FL – floração; AP – altura de planta; MV – matéria verde; MS – matéria seca; EUA – eficiência de uso de água

Tabela 2. Estimativas dos quadrados médios (QM), média geral e coeficiente de variação para diferentes variáveis observadas em cultivares de sorgo forrageiro e silageiro no semiárido de Pernambuco e Alagoas. Valores médios da análise conjunta, 2012.

FV	Quadrados médios - variáveis observadas					
	GL	FL	AP	MV	MS	EUA
Cultivar(C)	11	852,27**	24.577,71**	375,92**	113,75**	77.525,28**
Ambiente (E)	2	6.245,41**	87.165,74**	217,37 ^{NS}	235,81 ^{NS}	53.426,39 ^{NS}
C x E	22	292,35**	7.779,28**	217,57**	51,06	28.804,27
Resíduo	66	12,22**	2.450,85	41,81	24,56	15.350,68
Média		75	261	28,2	11,1	378
CV (%)		4,6	18,9	22,8	44,4	32,7

FL – Floração (Nº dias); AP – Altura média de planta (cm); MV – Matéria Verde (t.ha⁻¹); MS – Matéria Seca (t.ha⁻¹); EUA – Eficiência de uso de água (kg água. kg MS⁻¹); NS – Não significativo; * significativo (p<0,05); ** significativo (p< 0,01).

Tabela 3. Estimativas associadas às variâncias genotípica (σ^2_G), ambiental (σ^2_E), coeficiente de variações genotípico (CV_G), coeficiente de variação ambiental (CV_E), razão (CV_G / CV_E) e herdabilidade média para diferentes variáveis de sorgo no semiárido de Pernambuco e Alagoas.

Parâmetros genéticos	Variáveis observadas - 2011				
	FL	AP	MV	MS	EUA
σ^2_G	93,33	2.458,53	37,12	9,91	6.908,39
σ^2_E	12,22	2.450,85	41,81	24,56	15.350,67
CV _G (%)	12,85	18,94	21,54	28,26	21,94
CV _E (%)	4,65	18,91	22,86	44,49	32,71
CV _G CV _E	2,76	1,001	0,94	0,63	0,67
H ² m (%)	98,56	90,02	88,87	78,40	80,19

FL – Floração (nº dias) AP – Altura média da planta (cm); MV – Matéria Verde (t.ha⁻¹); MS – Matéria Seca (t.ha⁻¹); EUA – Eficiência de uso de água (kg água. kgMS)

Tabela 4. Matriz de correlação fenotípica entre as variáveis observadas de variedades de sorgo no semiárido de Pernambuco e Alagoas, 2011.

Variáveis	FL	AP	MV	MS	EUA
FL	1,00	0,86**	0,81**	0,87**	-0,87**
AP	-	1,00	0,80**	0,88**	-0,90**
MV	-	-	1,00	0,93**	-0,91**
MS	-	-	-	1,00	-0,94**
EUA	-	-	-	-	-1,00

FL – Floração (Nº dias); AD – Altura de planta (cm); MV – Matéria Verde (t.ha⁻¹); MS – Matéria seca (t.ha⁻¹); EUA – Eficiência de uso de água (kg água. kg MS⁻¹).

** Significativo (p<0,01), pelo teste “t”.