

COMPORTAMENTO DE CULTIVARES DE SORGO FORRAGEIRO EM DIFERENTES AMBIENTES AGROECOLÓGICOS DOS ESTADOS DE PERNAMBUCO E ALAGOAS

JOSÉ NILDO TABOSA¹, ODEMAR VICENTE DOS REIS¹, ANA RITA DE MORAES BRANDÃO BRITO¹, MÁRIO CÉSAR DUTRA MONTEIRO², JOSIMAR BENTO SIMPLÍCIO³, JORGE ALBERTO CAVALCANTI DE OLIVEIRA⁵, FERNANDO GOMES DA SILVA⁴, ANDRÉ DIAS DE AZEVEDO NETO⁶, FLÁVIO MARCOS DIAS¹, MÁRIO DE ANDRADE LIRA¹, JOSÉ JORGE TAVARES FILHO¹, MARTA MARIA AMÂNCIO DO NASCIMENTO¹, LUIZ EVANDRO DE LIMA¹, HÉLIO WILSON LEMOS DE CARVALHO⁷, LUIZ RODRIGUES DE OLIVEIRA¹.

¹Pesquisadores do IPA. Av. Gen. San Martin, 1371, Bonji, CEP: 50761-000 Recife, PE. E-mail: tabosa@ipa.br (autor para correspondência)

²Bolsista do CNPq/IPA

³Bolsista DCR/FAPEAL/CNPq/SEAP - Secretaria do Estado da Agricultura, Abastecimento e Pesca do Estado de Alagoas. Rua Cincinato Pinto, 348, Centro, CEP: 57020-050 Maceió, AL

⁴Pesquisador da SEAP-AL

⁵Professor da UFAL. Campus A.C. Simões, BR 104 N, km 96,7, Tabuleiro dos Martins, CEP: 57072-970 Maceió, AL

⁶Pesquisador da UFRPE, Depto de Biologia. Rua Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, CEP: 52171-900 Recife, PE

⁷Pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros. Av. Beira-Mar, 3.250, CEP: 49001-970 Aracaju, SE

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.1, n.2, p.47-58, 2002

RESUMO - Avaliaram-se 20 materiais de sorgo forrageiro em diferentes ambientes agroecológicos, sendo cinco em Pernambuco e dois em Alagoas, com vistas à recomendação. Os materiais foram avaliados através das variáveis altura, produção de matéria seca e eficiência de uso de água. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados. As análises de variância para cada ambiente foram realizadas individualmente, sendo também realizadas análises conjuntas para os Estados de Pernambuco e Alagoas separadamente. As principais conclusões foram: as variáveis produção de matéria seca e eficiência de uso de água, quando associadas entre si, mostraram-se adequadas para a seleção de materiais de sorgo forrageiro, apenas para as condições de semi-aridez; os materiais CSF11 e CSF12 exibiram elevado desempenho em todos os ambientes avaliados, em Pernambuco e Alagoas, quando comparados aos demais.

Palavras-chave: Matéria-seca, eficiência de uso de água, altura de planta, forragem, semi-árido.

FORAGE SORGHUM CULTIVARS PERFORMANCE IN DIFERENT SOIL AND CLIMATE ENVIRONMENTS IN PERNAMBUCO AND ALAGOAS, NORTHEASTERN BRAZIL

ABSTRACT - The main objective of this work was to evaluate 20 forage sorghum varieties in different environments, being five in Pernambuco and two in Alagoas, to recommendation. The cultivars were evaluated through the plant height, dry matter yield and water use efficiency parameters. The experimental design was randomized blocks. The variance analyses were carried out individually for environments, and grouping analyses for Pernambuco and Alagoas

separately. The main conclusions were that the dry matter production and water use efficiency parameters, when associated to each other, seemed to be appropriate for the forage sorghum varieties selection under semi-arid conditions; the CSF11 and CSF12 varieties presented high performance in all of Pernambuco and Alagoas environments, when compared to the others.

Key words: Dry matter yield, water use efficiency, plant height, forage crop, semi-arid.

Aproximadamente a metade do Nordeste do Brasil encontra-se inserida na região semi-árida, perfazendo uma extensão de 775 km². A precipitação pluvial na maior parte dessa região é de 700 mm anuais, fazendo com que o clima se apresente como um fator determinante da produção de forragem (Duque, 1984; Jonhson, 1978). No caso de Pernambuco, a situação torna-se ainda mais drástica, tendo em vista que 83% do Estado encontra-se classificado como semi-árido. Deste modo, a escassez de volumosos no período estival do ano constitui o principal fator limitante ao desempenho da pecuária regional. Levando em consideração as adversidades climáticas da região, o sorgo poderá se constituir em opção alternativa e/ou estratégica, em face de suas características xerofílicas, potencial adaptativo e do seu uso multivariado (Lira *et al.*, 1986). Convém salientar que o cultivo de plantas xerófilas no semi-árido de Pernambuco constitui uma meta fundamental para o aproveitamento dessa região, tendo em vista as adversidades climáticas da mesma. Além disso, o sorgo apresenta grandes possibilidades de resolver o problema da carência de fonte de energia para monogástricos como para ruminantes (Santos *et al.*, 1994). No final do período seco, quando o valor nutritivo das pastagens permanentes é reduzido, o sorgo surge como a melhor cultura anual para promover alimentos nessa ocasião (Morrison, 1966). É importante frisar também que as relações de eficiência de uso de água e produtividade se encontram sintonizadas. Assim, as variações na eficiência de uso de água freqüentemente foram a base para o controle genético da produtividade com limitado suprimento hídrico. Diversos

autores relataram diferenças intra-específicas em genótipos de várias culturas (Hubrick *et al.*, 1996; Condon *et al.*, 1987). De acordo com os dados fornecidos pelo grupo pró-sorgo/APPS – Associação dos Produtores de Sementes de São Paulo (A hora e..., 1999) a estimativa de área cultivada no Brasil com sorgo granífero foi de 851.185 ha e de 356.652 ha com sorgo forrageiro, totalizando uma área de 1.216.837 ha. Vale salientar que esses dados foram obtidos com base no quantitativo de sementes híbridas comercializadas pelas empresas produtoras de sementes. Entretanto, essa área de cultivo poderá ser ampliada, se forem consideradas as áreas cultivadas com variedades locais, que é um dado ainda não contabilizado. O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento de 20 materiais de sorgo forrageiro, em cinco diferentes ambientes agroecológicos do Estado de Pernambuco e dois no Estado de Alagoas.

Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida nos anos de 1999 e 2000, nas Estações Experimentais de Caruaru, São Bento do Una e Serra Talhada, pertencentes à Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária – IPA, localizadas nos municípios de mesmo nome, nas mesorregiões do Agreste e do Sertão de Pernambuco. Nessas três localidades, o clima predominante é o semi-árido megatérmico. No Estado de Alagoas, a pesquisa foi conduzida nas localidades de Santana de Ipanema (localizada na mesorregião do sertão, onde predomina o tipo climático semi-árido megatérmico) e de Viçosa (Zona da Mata, onde predomina o tipo climático tropical úmido).

Foram avaliadas 20 cultivares de sorgo forrageiro (todas obtidas e selecionadas pelo IPA), incluindo variação de locais e anos: Caruaru 1999/2000; São Bento do Una 1999/2000; Serra Talhada 2000; Santana do Ipanema e Viçosa 2000, constituindo cinco ambientes em Pernambuco e dois ambientes em Alagoas.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com três repetições. Cada parcela foi formada por quatro fileiras de seis metros de comprimento, espaçadas por 0,80 m. A densidade de plantio utilizada foi de 12 plantas m^{-1} linear, após desbaste. A área útil de cada unidade experimental foi tomada considerando as duas fileiras centrais de seis metros de comprimento cada uma, espaçadas por 80 cm. Nesse arranjo, a área útil constituiu de 9,6 m^2 . A fertilização do solo foi procedida mediante análise e recomendação laboratorial.

As variáveis utilizadas na avaliação dos experimentos foram: 1) **Altura média de planta** – obtida a partir da média de cinco mensurações de plantas realizadas ao acaso, no interior de cada parcela; 2) **Produção de matéria seca** – obtida a partir do peso da biomassa colhida em cada área útil da parcela e extrapolada para $t\ ha^{-1}$. Para a obtenção do peso seco, foi colocada em estufa de circulação de ar (por um tempo de 24 horas, sob temperatura de 105°C e, para a obtenção da matéria pré-seca, a temperatura utilizada foi de 65°C) uma amostra verde de cada tratamento. Por conseguinte, da relação entre o peso da amostra seca e o peso da amostra verde foram obtidos os valores correspondentes ao percentual de matéria seca. O produto deste pela produção de matéria verde (obtido inicialmente) gerou a variável produção de matéria seca; 3) **Eficiência de uso de água (EUA)** – variável estimada em conformidade com Tabosa *et al.* (1987), através da fórmula:

$$EUA = [0,7 P(mm) y^{-1} (t\ ha^{-1})]. 10;$$

Em que:

P = precipitação pluvial (mm) durante o ciclo da cultura;

Y = produção de matéria seca ($t\ ha^{-1}$).

A EUA reflete quantas unidades de água são necessárias para produzir uma unidade de matéria seca. Essa variável é expressa em g de $H_2O\ g^{-1}$ de matéria seca produzida.

Resultados e Discussão

Análises individuais das variáveis de observação – Na Tabela 1 constam os resultados obtidos para a variável altura média de planta, levando em consideração as cinco localidades mencionadas no Estado de Pernambuco. Em todos esses cinco ambientes foram detectadas diferenças significativas para os diferentes genótipos testados. Nos ambientes São Bento do Una 1999 e Caruaru 1999, não foi possível a obtenção de plantas com altura média que caracterizassem as variedades em teste. Os valores abaixo de 150 cm provavelmente indicam que houve a interferência de fatores externos que prejudicaram o desenvolvimento das plantas. Nesse caso, ficou caracterizado que a condição hídrica refletida pelas precipitações de 98,4 e 196,6 mm, em São Bento do Una 1999 e Caruaru 1999, respectivamente, não foram suficientes para que os materiais refletissem todo seu potencial genético, relativo à variável em apreço. Na região semi-árida, são necessários 300 mm de chuva para que não haja frustração de safra, considerando a cultura do sorgo (Amaral, 1997; Pontes, 1997). Em condições de regularidade climática, a altura média desses materiais poderá chegar de 300 a 400 cm (Tabosa *et al.*, 1998; Lira *et al.*, 1986), como os resultados obtidos para os ambientes Caruaru 2000 e Serra Talhada 2000, considerando a maioria dos materiais. Estes resultados são confirmados por Tabosa (2000). Merece destacar as cultivares que atingiram 380 cm (CSF 18 no ambiente Caruaru 2000) e 397 cm (CSF 19 no ambiente Serra Talhada 2000).

TABELA 1. Resultados de altura média de plantas (cm) obtidos na competição de cultivares de sorgo forrageiro. Pernambuco, 1999/2000.

Genótipos	Localidades / Ambientes				
	SBU99	SBU00	CAR99	CAR00	ST00
SF-25	98ab	282ab	122 a	338ab	354a
02-03-01	108ab	221bcd	110ab	298bc	267ab
47-70-02	124a	237abcd	108ab	308abc	310ab
CSF4	108ab	275ab	118ab	327abc	309ab
CSF5	105ab	286ab	120 a	327abc	310ab
CSF6	91b	274ab	105ab	363ab	343ab
CSF7	96ab	238abcd	117ab	297bc	263ab
CSF8	94ab	183d	103ab	322abc	343ab
CSF9	99ab	230abcd	85b	310abc	311ab
CSF10	113ab	203cd	113ab	258c	245b
CSF11	90ab	245abcd	110ab	301bc	300ab
CSF12	99ab	276ab	100ab	341c	318ab
CSF13	98ab	261abc	120 a	309bc	344ab
CSF14	86b	281ab	117ab	332ab	279ab
CSF15	87b	280ab	100ab	328abc	273ab
CSF16	95ab	263abc	122ab	335abc	311ab
CSF17	102ab	238abcd	107 ab	298bc	317ab
CSF18	89b	296 ^a	110ab	380 a	344ab
CSF19	112ab	255abc	113ab	325abc	397ab
CSF20	108ab	250abc	128 a	294bc	257ab
F	**	**	**	**	**
DMS	29	66	34	77	11
CV (%)	8,18	7,25	8,43	6,69	9,68
Média	100	253	111	319	304

SBU99 – São Bento do UNA 1999/PE; SBU00 – São Bento do Una 2000/PE;
 CAR99 – Caruaru 1999/PE; ST00 – Serra Talhada 2000/PE

SF-25, 02-03-01 E 47-70-02 - Cultivares de sorgo forrageiro recomendadas; CSF4 A CFS20 – Novas progênies de sorgo forrageiro de colmo semi-sacarino

Na Tabela 2, são mostrados os resultados obtidos para a produção de matéria seca, nas cinco localidades em teste no Estado de Pernambuco.

TABELA 2. Resultados de produção de matéria seca (t ha⁻¹) obtidos na competição de cultivares de sorgo forrageiro. Pernambuco, 1999/2000.

Genótipos	Localidades / Ambientes				
	SBU99	SBU00	CAR99	CAR00	ST00
SF-25	2,82ab	6,72abcd	4,76a	14,02ab	20,13ab
02-03-01	3,32ab	4,60bcd	4,75a	12,67ab	15,86ab
47-70-02	3,80ab	3,90cd	3,32a	10,75ab	14,99ab
CSF4	2,98ab	7,86abcd	4,08a	11,69ab	11,05ab
CSF5	3,06ab	7,95abc	4,95a	15,40ab	14,28ab
CSF6	2,16 a	9,25ab	3,72a	18,91a	15,23ab
CSF7	3,08ab	6,13abcd	4,64a	14,13ab	15,15ab
CSF8	2,98ab	2,55d	3,32a	14,30ab	18,48ab
CSF9	2,97ab	2,98d	3,06a	8,98b	12,42ab
CSF10	4,13a	4,69abcd	3,56a	12,28ab	9,79b
CSF11	2,88ab	9,93a	4,17a	10,87ab	21,36a
CSF12	2,81ab	9,92a	4,61a	14,73b	20,97a
CSF13	3,22ab	7,01abcd	4,42a	9,42ab	14,72ab
CSF14	2,57ab	5,67abcd	4,62a	12,41ab	15,50ab
CSF15	3,40ab	9,77a	3,87a	13,73ab	16,75ab
CSF16	2,56ab	7,11abcd	4,83a	15,10ab	13,56ab
CSF17	3,14ab	6,43abcd	3,57a	11,64ab	13,86ab
CSF18	2,45bc	9,77a	3,60a	17,04ab	18,19ab
CSF19	3,11ab	5,91abcd	3,83a	13,55ab	18,12ab
CSF20	3,54ab	3,30cd	5,47a	9,07b	14,68ab
F	**	**	NS	*	**
DMS	1,87	4,76	2,89	9,36	11,01
CV (%)	17,05	20,08	19,30	23,09	19,37
Média	3,04	6,57	4,15	13,03	15,75

SBU99 – São Bento do Una 1999/PE; SBU00 – São Bento do Una 2000/PE;
 CAR99 – Caruaru 1999/PE; CAR00 – Caruaru 2000/PE; ST00 – Serra Talhada 2000/PE
 Sf-25,02-03-01 e 47-70-02 – Cultivares de sorgo forrageiro recomendadas; CSF4 A CFS20 – Novas progênies de sorgo forrageiro de colmo semi-sacarino.

Excetuando o ambiente Caruaru 1999, dentre todos os demais, foi detectada diferença significativa para as cultivares em teste. Desse modo, também para essa variável, houve uma interferência severa motivada pela deficiência hídrica (veranico). Mesmo

assim, esses resultados são considerados significativos, tendo em vista a escassez de chuvas e a errática distribuição destas durante o ciclo da cultura (98,4 e 198,6 mm, em São Bento do Una 1999 e Caruaru 1999, respectivamente). Todavia, resultados da ordem de 18 a 21 t ha⁻¹ de matéria seca foram obtidos quando a precipitação durante o ciclo da cultura variou de 300 a 500 mm, obedecendo a uma distribuição de certa forma regular. Esses resultados são considerados de elevada magnitude, quando comparados com os maiores dados de produção de matéria seca obtidos na região (Carvalho e Aragão, 1989). Esses autores obtiveram produtividade média de matéria seca da ordem de 26 t ha⁻¹. Esses resultados, particularmente para as cultivares SF-25, CSF-11 e CSF 12, ultrapassaram o patamar de 20 t ha⁻¹ de matéria seca.

Na Tabela 3, podem ser vistos os resultados obtidos para eficiência de uso de água (EUA), estimulados através de uma fórmula matemática que envolve os dados de produção de biomassa em função da disponibilidade hídrica calculada para a planta (Tabosa *et al.*, 1987). Essa variável reflete, em linhas gerais, quantas unidades de água a planta utiliza para produzir uma unidade de matéria seca. Deste modo, nem sempre cultivares com maiores produções de matéria seca foram mais eficientes que outros materiais com menor produção. Nesse caso, o mais importante é se a água foi usada eficientemente para produzir a biomassa. Os resultados obtidos para os ambientes Caruaru 2000 e Serra Talhada 2000 foram considerados de elevada eficiência (média do ensaio), em que os valores de 312 e 155 gH₂O gMS⁻¹ foram encontrados, respectivamente. Esses resultados concordam com os dados obtidos por Mafrá (1980), Hanks (1983) e Monteiro (1999), em que valores de 289 a 450 gH₂O gMS⁻¹ foram encontrados. A eficiência de uso de água é um parâmetro importante para se conhecer a capacidade de uma espécie em se adaptar a um determinado ambiente e, ao mesmo tempo, constitui um excelente meio de avaliação de produção de plantas

no semi-árido (Coelho e Oliveira Júnior, 1990). Além disso, é relatado por Boyer (1991) que a diferença na eficácia de uso de água somente existe dentro de espécies individuais, mas que esta variável pode ser utilizada em programas de melhoramento de plantas.

TABELA 3. Resultados de eficiência de uso de água (kgH₂O kgMS⁻¹) obtidos na competição de cultivares de sorgo forrageiro. Pernambuco, 1999/2000.

Genótipos	Localidades / Ambientes				
	SBU99	SBU00	CAR99	CAR00	ST00
SF-25	244ab	480cd	301a	278a	114b
02-03-01	219ab	723bcd	296a	297a	153ab
47-70-02	182b	880abcd	419a	419a	154ab
CSF4	232ab	410d	338a	343a	218ab
CSF5	230ab	428cd	279a	246a	165ab
CSF6	329a	357d	381a	200a	151ab
CSF7	224ab	535bcd	297a	267a	185abab
CSF8	235ab	1361a	426a	271a	127ab
CSF9	238ab	1089ab	455a	427a	186ab
CSF10	173b	695bcd	398a	333a	240a
CSF11	244ab	336d	346a	355a	109b
CSF12	250ab	327d	312a	254a	111b
CSF13	215ab	461cd	324a	437 a	157ab
CSF14	269ab	587bcd	329a	309a	154ab
CSF15	216ab	332d	363a	287a	138ab
CSF16	270ab	454cd	286a	254a	169ab
CSF17	222ab	526bcd	398a	323a	167ab
CSF18	284ab	340d	384a	219a	131ab
CSF19	226ab	571bcd	372a	301a	127ab
CSF20	196ab	1005abc	256a	433a	159ab
F	**	**	NS	NS	*
DMS	137	579	240	369	116
CV (%)	16,28	27,02	19,12	31,83	24,11
Média	234	594	348	312	155

SBU99 – São Bento do Una 1999/PE; SBU00 – São Bento do Una 2000/PE; CAR99 – Caruaru 1999/PE; CAR00 – Caruaru 2000/PE; ST00 – Serra Talhada 2000/PE Sf-25,02-03-01 e 47-70-02 – Cultivares de sorgo forrageiro recomendadas; CSF4 A CFSF20– Novas progênies de sorgo forrageiro de colmo semi-sacarino.

Na Tabela 4, podem ser vistos os resultados obtidos no ano 2000 dos 20 genótipos de sorgo, nas duas localidades do Estado de Alagoas (Santana do Ipanema e Viçosa), para as variáveis altura média de planta, eficiência de uso de água e produção de matéria seca. Desses resultados, apenas os dados relativos a altura de planta e eficiência de uso de água, na localidade de Santana do Ipanema, não apresentaram significação estatística. Convém enfatizar os seguintes pontos com relação a esses resultados: os dados obtidos para altura de planta, em ambas localidades, encontram-se dentro dos valores observados para as cultivares de sorgo forrageiro, entre 300 e 400 cm. Esses valores estão de acordo com outros resultados obtidos na região, desta mesma magnitude (Tabosa *et al.*, 1987; Lima, 1998). Esses dois ambientes são considerados completamente diferenciados em termos climáticos. A localidade de Santana de Ipanema fica localizada na porção semi-árida do Estado e apresentou uma precipitação da ordem de 370 mm. Por outro lado, a localidade de Viçosa fica localizada na Zona da Mata de Alagoas e apresentou uma precipitação pluvial de 1.411 mm durante o ciclo da cultura. Embora em situações diferentes climaticamente, a produção de matéria seca refletida pelos 20 materiais apresentou resultados praticamente similares; a média do ensaio foi de 15,32 e 13,43 t ha⁻¹, respectivamente, para Viçosa e para Santana do Ipanema. Essa similaridade em termos de produção é atribuída provavelmente à distribuição regular das chuvas e não somente ao quantitativo. Os resultados obtidos para eficácia de uso de água apresentaram, para a localidade de Viçosa, elevados valores em termos absolutos (média do ensaio de 679 g de H₂O gMS⁻¹). Todavia, esse valor elevado para essa variável não reflete um valor real, tendo em vista que a fórmula que a estimou foi ajustada para a região semi-árida (todos os demais ambientes) e a localidade de Viçosa fica na Zona da Mata, com excelente qualidade de água.

TABELA 4. Resultados obtidos com as cultivares de sorgo forrageiro no Estado de Alagoas, 2000.

Genótipo	Localidades / Ambientes					
	Viçosa			Santana do Ipanema		
	ALT	PMST	EUA	ALT	PMST	EUA
SF-25	363a	14,39abc	702abc	365a	16,06ab	171a
02-03-01	327abcd	16,56abc	603bc	358a	14,30ab	183a
47-70-02	319abcd	15,65abc	638bc	316a	13,3ab	199a
CSF4	354ab	16,11abc	620bc	343a	14,69ab	183a
467-4-2	310abcd	16,54abc	599bc	312a	12,11ab	233a
CSF6	332abcd	15,35abc	651bc	324a	14,44ab	188a
CSF7	272cd	11,71bc	848bc	305a	14,37ab	203a
CSF8	349ab	18,43ab	558bc	350a	10,50b	248a
CSF9	329abcd	15,74abc	650bc	309a	13,01ab	202a
CSF10	290bcd	12,38bc	815abc	312a	10,86ab	242a
CSF11	345ab	16,33abc	619bc	352a	15,14ab	177a
CSF12	334abc	17,08ab	624bc	321a	14,75ab	177a
CSF13	302abcd	14,93abc	708abc	329a	12,71ab	209a
CSF14	339ab	14,33abc	703abc	348a	14,51ab	185a
CSF15	357a	20,79a	502c	319a	16,36 a	162a
322-1-2	267d	9,60c	1032a	316a	10,34b	255a
CSF17	332abcd	16,34abc	607bc	308a	13,39ab	195a
CSF18	333abc	14,14abc	713abc	315a	12,02ab	217a
CSF19	326abcd	16,86ab	616bc	336a	12,83ab	211a
CSF20	310abcd	13,29abc	793abc	288a	12,87ab	217a
F	**	**	**	NS	*	NS
DMS	65	7,0	337	101	6,7	92
CV(%)	5,60	12,81	13,75	8,62	13,75	14,68
Média	3,24	15,32	679	326	13,43	202

ALT - Altura média de planta (cm); PMST – Produção de matéria seca (t ha⁻¹); EUA – Eficiência de uso de água (kgH₂O kgMS⁻¹).
Sf-25,02-03-01, 43-70-02 467-4-2 e 322-1-2 – Cultivares de sorgo forrageiro recomendadas; CSF4 A CSF20 – Novas progênies de sorgo forrageiro de colmo semi-sacarino.

Análise conjunta das variáveis de observação – Na Tabela 5, podem ser vistos os resultados analisados para os diferentes genótipos, no Estado de Pernambuco, envolvendo as três variáveis em questão (altura de planta, produção de matéria seca e eficiência de uso de água). Dentre essas três variáveis, apenas foi detectada diferença significativa

para altura de planta (Tukey, $P < 0,01$). Também a interação genótipo e ambiente apresentou diferenças significativas, refletindo que os genótipos comportaram-se diferentemente em cada ambiente. Levando em consideração as localidades de deficiência hídrica durante o ciclo da cultura, evidencia-se que dez dos vinte materiais avaliados apresentaram altura de planta superior a 220 cm (todos esses dez materiais foram superiores à média geral do ensaio, que foi de 212 cm). Esses resultados, embora estejam abaixo dos valores médios obtidos para a cultura sob condições hídricas plenas, refletiram variabilidade genética em apreço. Além disso, os valores também expressaram magnitude aceitável para a recomendação de cultivares de sorgo forrageiro. Valores similares foram obtidos por Lima (1998) e Monteiro (1999), no semi-árido de Pernambuco. Com relação à produção de matéria seca, não foi detectada diferença significativa entre os materiais avaliados. Os resultados para essa variável oscilaram de 6,08 a 10,60 t ha⁻¹. Desses resultados analisados conjuntamente, a variável em questão provavelmente foi a mais afetada, tendo em vista o baixo desempenho relativo nos ambientes de deficiência hídrica. Mesmo assim, destacaram-se dois materiais, CFS12 e CFS18, que apresentaram produção de 10,60 e 10,21 t ha⁻¹, respectivamente. Em face da grande variação climática entre os ambientes avaliados e do desempenho da grande maioria das variedades em teste, recomendações poderão ser realizadas para esses materiais. Quanto à terceira variável de observação, os resultados para eficiência de uso de água não apresentaram significação estatística entre eles. Contudo, a interação para a variável cultivar e ambiente apresentou diferença significativa (F, $P < 0,01$). Fato análogo também ocorreu quando o fator ambiente foi considerado independentemente. Os valores para esta variável, nas 20 cultivares avaliadas, oscilaram de 250 a 479 kg H₂O kgMS⁻¹ produzida. Embora não havendo diferenças significativas

entre eles, destacam-se as respectivas magnitudes e elevada eficiência de uso de água. Esses materiais provavelmente podem ser considerados eficientes no uso de água para a produção de matéria seca. Além disso, evidencia-se que a cultivar comercial IPA SF-25 (caracterizada como sendo de elevada eficiência), que utilizou 283 kgH₂O para produzir 1 kg de matéria seca (Tabela 5), não diferiu estatisticamente das demais cultivares que estão sendo avaliadas. Resultados similares são relatados por diversos autores, na cultura do sorgo forrageiro (Tabosa *et al.*, 1987; Lima, 1998; Monteiro, 1999; Mafra, 1980). Por outro lado, considerando o fator ambiente na avaliação das três variáveis em questão, foi revelada significação estatística (F, $P < 0,01$). É importante evidenciar os seguintes pontos:

- A altura média de planta nos ambientes Caruaru 2000 e Serra Talhada 2000 foi de 319 e 304 cm, respectivamente, sendo considerada superior à dos demais (Tukey, $P < 0,01$). Esses valores representam um incremento de 47 e 42% sobre a média geral de todos os ambientes;

- A produção de matéria seca obtida nos ambientes Caruaru 2000 e Serra Talhada 2000 também foi considerada superior à dos demais (Tukey, $P < 0,01$). As produtividades de 13,03 e 15,75 t ha⁻¹, respectivamente, para esses dois ambientes são consideradas elevadas no contexto da região. As produtividades de 4,15 e de 3,04 t ha⁻¹ de matéria seca, obtidas nos ambientes Caruaru 1999 e São Bento do Una 1999, foram consideradas relativamente baixas, quando comparadas com as produtividades superiores dos demais ambientes. Todavia, esses níveis de produtividade foram obtidos sob intensa deficiência hídrica que ocorreu durante o ciclo da cultura. Nesse caso, as precipitações ocorridas foram de 8,4 e 196,2 mm, nesses dois ambientes mencionados, respectivamente. Os quantitativos de forragem produzidos nessa condição adversa podem ser considerados normais. Por outro lado, merece

TABELA 5. Resultados provenientes da análise conjunta, para os diferentes genótipos de sorgo forrageiro avaliados no Estado de Pernambuco.

Cultivares	Variáveis		
	Altura de planta (cm)	Produção de matéria Seca (t ha ⁻¹)	Eficiência de uso de água (kgH ₂ O kgMS ⁻¹)
SF-25	238a	9,69a	283a
02-03-01	200ab	8,23a	337a
43-70-02	212ab	7,35a	410a
CFS 4	227ab	7,53a	308a
CSF5	229ab	9,12a	269a
CFS6	235ab	9,85a	283a
CFS7	202ab	8,62a	301a
CFS8	209ab	8,32a	484a
CFS9	207ab	6,08a	479a
CFS10	186b	6,88a	367a
CFS11	209ab	9,84a	278a
CFS12	226ab	10,60a	250a
CFS13	226ab	7,75a	318a
CFS14	218ab	8,15a	329a
CFS15	238a	9,50a	267a
CFS16	225ab	8,63a	286a
CFS17	212ab	7,72a	327a
CFS18	243a	10,21a	271a
CFS19	220ab	8,90a	319a
CFS20	207ab	7,21a	409a
F ambiente (Fa)	**	**	**
F cultivar (Fc)	**	NS	NS
F interação (Fa+Fc)	**	**	**
CV(%)	8,75	24,0	28,1
Média Geral	217	8,51	329

SF-25, 02-03-01 E 47-70-02 - Cultivares de sorgo forrageiro recomendadas; CSF4 A CFS20 – Novas progênies de sorgo forrageiro de colmo semi-sacarino.

destaque o suprimento hídrico suficiente para a cultura, em torno de 300 mm, no ciclo (Tabosa *et al.*, 1987; Lira *et al.*, 1986; Lima, 1998). Para os dados de eficiência de uso de água, obtidos em função de cada ambiente, foram observadas diferenças significativas (Tukey, $P < -0,01$). O ambiente que apresentou a maior produção de matéria seca, Serra Talhada 2000, com 15,75 t ha⁻¹, também apresentou o valor de maior eficiência de uso de água, 154

kg H₂O kg MS⁻¹ produzida. O ambiente que apresentou o menor valor para produção de matéria seca, São Bento do Una 1999, com 3,04 t ha⁻¹, necessitou 234 kg de água para produzir 1 kg de matéria seca. Esse nível de eficiência de uso de água não diferiu estatisticamente do nível de 154 kgH₂O kgMS⁻¹ produzida, obtido no ambiente superior. Com isso, evidencia-se que provavelmente as cultivares foram eficientes quanto ao uso da água, nos

dois ambientes em questão. Resultados similares foram obtidos por Monteiro (1999), trabalhando com materiais de *Sorghum sudanense*.

Na Tabela 6, constam os resultados analisados conjuntamente para as variáveis altura de planta, produção de matéria seca e eficiência de uso de água, para os dois ambientes do Estado de Alagoas, considerando as 20 cultivares de sorgo forrageiro. A análise de variância revelou diferenças significativas

entre as cultivares, excetuando para a variável eficiência de uso de água ($F, P < 0,01$).

Com relação à altura de planta, a média dos ensaios ficou em torno de 325 cm. Esse valor representa um acréscimo de aproximadamente 50% em relação à média dos cinco ambientes de Pernambuco em que as cultivares foram avaliadas. Destacou-se, em valor absoluto, a variedade forrageira IPA-SF-25, com altura média de 364 cm.

TABELA 6. Resultados provenientes da análise conjunta, para os diferentes genótipos de sorgo forrageiro avaliados no Estado de Alagoas.

Cultivares	Variáveis		
	Altura de planta (cm)	Produção de matéria Seca (t ha ⁻¹)	Eficiência de uso de água (kgH ₂ O kgMS ⁻¹)
SF-25	364a	15,43ab	436a
02-03-01	342ab	15,73ab	392a
43-70-02	317abc	15,50ab	418a
CFS 4	348ab	15,40ab	401a
IPA 467-4-2	310abc	14,32ab	416a
CFS6	327abc	14,89ab	419a
CFS7	288c	13,04ab	525a
CFS8	349ab	14,46ab	402a
CFS9	319abc	14,37ab	425a
CFS10	301bc	11,61b	528a
CFS11	348ab	15,73ab	398a
CFS12	327abc	15,91ab	400a
CFS13	315abc	13,82ab	458a
CFS14	343ab	14,42ab	443a
CFS15	338abc	18,57a	332a
IPA-322-1-2	291c	9,97b	643a
CFS17	320abc	14,86ab	400a
CFS18	324abc	13,08ab	465a
CFS19	331abc	14,84ab	413a
CFS20	299abc	13,08ab	504a
F ambiente (Fa)	NS	**	**
F cultivar (Fc)	**	**	NS
F interação (Fa+Fc)	NS	**	**
CV(%)	7,27	13,25	15,72
Média Geral	325	14,37	441

Sf-25,02-03-01, 43-70-02 467-4-2 e 322-1-2 – Cultivares de sorgo forrageiro recomendadas; CSF4 A CSF20 – Novas Progenies de sorgo forrageiro de colmo semi-sacarino.

Com relação à produção de matéria seca, o incremento de produção em relação ao valor médio do Estado de Pernambuco foi de 69%. A média de produção de matéria seca das 20 cultivares de sorgo forrageiro obtida nos cinco ambientes de Pernambuco foi de 8,51 t ha⁻¹, ao passo que, no Estado de Alagoas, o resultado dos dois ambientes foi de 14,37 t ha⁻¹. Dos 20 materiais avaliados no Estado de Alagoas, 14 apresentaram produtividade média de matéria seca entre 14,0 e 19,0 t ha⁻¹.

No tocante à variável eficiência de uso de água, o valor médio para o Estado de Pernambuco (as 20 cultivares nos cinco ambientes), foi de 329 kgH₂O kgMS⁻¹ produzida, ao passo que, para a média dos dois ambientes do Estado de Alagoas, o resultado foi de 441 kg H₂O kgMS⁻¹ produzida. Isto é, foram consumidos 34% a mais de água no Estado de Alagoas para produzir a mesma quantidade de matéria seca produzida no Estado de Pernambuco. Na literatura, os resultados obtidos por Lima (1998), Monteiro (1998), Pontes (1997) e Amaral (1997) sustentam os dados obtidos no Estado de Alagoas.

Com relação às relações existentes entre as variáveis produção de matéria seca e eficiência de uso de água, a análise da variância apenas não revela significação estatística para altura de planta, dentre as três variáveis de avaliação (F, P<0,01). No ambiente Santana do Ipanema 2000, localizado no sertão do Estado (condição de semi-aridez) foi onde as cultivares apresentaram melhor desempenho, quando comparado com o ambiente Viçosa 2000. Nesse primeiro ambiente, o nível médio de produção de matéria seca foi superior ao ambiente de Viçosa 2000. Com relação à eficiência de uso de água, o ambiente de Santana do Ipanema utilizou melhor a água do que o segundo ambiente, para a produção de matéria seca. No ambiente de Santana do Ipanema 2000, a precipitação durante o ciclo da cultura foi de 1411,9, ao passo que no outro ambiente, localizado no semi-árido, foi de 370,2 mm.

Conclusões

1- Em condições de suficiência e de distribuição normal de chuvas, as cultivares de sorgo forrageiro mais recomendadas para os ambientes de Pernambuco, particularmente São Bento do Una, Caruaru e Serra Talhada são: CSF 06, CFS 11, CFS 12 e CSF18;

2- A cultivar CSF 15 é a mais recomendada para o estado de Alagoas;

3- As cultivares CSF 11 e CSF12 exibiram elevado desempenho produtivo em todos os ambientes avaliados em Pernambuco;

4- A variável eficiência de uso de água constitui uma das ferramentas adequadas na seleção de novos materiais de sorgo forrageiro para o semi-árido, se associada a variáveis de produção.

Literatura Citada

AHORA e a Vez do Sorgo. Cultivar, Pelotas, nº 0, p. 34-36, jan. 1999.

AMARAL, S.R. do. Comportamento de 11 linhagens de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) submetidos a estresse hídrico sob condição controlada. Recife: UFRPE, 1957. 115p. Dissertação de Mestrado.

BOYER, J.S. Mechanisms for obtaining water use efficiency and drought resistance. In: SYMPOSIUM ON PLANT BREEDING IN THE 1990s, 1991, Raleigh. **Plant breeding in the 1990s** - proceedings. Wallingford: CAB, 1992. p. 181-200. Editado por H. T. Stalver e J. P. Murphy.

CARVALHO, H.W.L. de; ARAGÃO, W.M. **Avaliação de cultivares de sorgo forrageiro no Estado de Sergipe**. I – Comportamento de progênies avançadas em Nossa Senhora da Glória, Gararu e Propriá. Aracaju: EMBRAPA - CNPCO, 1989. 29 p.(EMBRAPA - CNPCO. Boletim de Pesquisa, 4).

- COELHO, K.J.F.; OLIVEIRA JÚNIOR, J.O.L. de. Efeito da eficiência hídrica no solo sobre a influência no uso de água e a produção de matéria seca de duas cultivares de milho (*Zea mays*) **Agropecuária Técnica**, Areia, v.1/2, n. 11, p.24-40, 1990.
- CONDON, A.G.; RICHARDS, R.A.; FARQUAR, G.D. Carbon isotope discrimination is positively correlated with grain yield and dry matter production in field – Grown wheat. **Crop Science**, Madison, v.27, n.5, p.596-1001, 1977.
- DUQUE, J.G. O melhoramento dos pastos no Nordeste. **Agropecuária Tropical**, João Pessoa, v.31, n.36, 41-47, 1984.
- EBERHART, S.A.; RUSSEL, W.A. Stability parameters for companying varieties. **Crop Science**, Madison, v.6, p.36-40, 1966.
- HANKS, R.J. Yield and water use relationships: In: TAYLOR, H.M.; JORDAN, W.R.; SINCLAIR, T.R. **Limitations to efficient water use in crop production**. Madison: American Society of Agronomy, 1983. p.393-411.
- HUBICK, K.T.; FARQUHAR, G.D.; SHORTER, R. Correlation between water use efficiency and carbon isotope discrimination in diverse teonnt. **Australian Journal of Plant Physiology**, Victoria, v.13, p.803-8161, 1986.
- JOHNSON, D.O. O sorgo granífero no Nordeste do Brasil. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v.9, n.4, p.483-500, 1978.
- LIMA, G.S. de. Estudo comparativo da resistência à seca no sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) em diferentes estádios de desenvolvimento. Recife: UFRPE, 1998. 128 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- LIRA, M. de A.; ARAÚJO, M.R.A. de; MACIEL, G.A.; FREITAS, E.V. de; ARCOVERDE, A.S.S.; LEIMING, G. Comportamento de novas progênies de sorgo forrageiro para o semi-árido pernambucano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.23, n.11, p.1239-1246, nov. 1986.
- MAFRA, R.C. Contribuição ao estudo da cultura do sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Recife: UFRPE, 1980. 20 p.
- MIRANDA, P.; COSTA, A.F. da; REIS, O.V. dos. Composição e estabilidade de misturas de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.18, n.12, p.1341-1348, 1983.
- MONTEIRO, M.C.D. **Obtenção e avaliação de híbridos forrageiros de *Sorghum bicolor* (L.) Moench x *Sorghum sudanense* (Piper) Stapf para o Semi-Árido de Pernambuco**. 1999. 79 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- MORRISON, F.B Alimentos e alimentação de animais. 2ed. Rio de Janeiro: USAID, 1966. 892p.
- PONTES, M.J. de S.F. **Avaliação de genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) em comparação com genótipos de milho (*Zea mays* L.) e de milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br. , visando tolerância ao estresse hídrico no estádio de plântula**. Recife: UFRPE, 1997. 107p. Dissertação (Mestrado).
- SANTOS, M. do S. dos; TABOSA, J.N.; DIAS, F.M.; FREITAS, E.V. de; LIRA, M. de A. Comportamento de clones de capim elefante x milheto no semi-árido do Nordeste do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.101, p.1609 – 1615, 1994.
- TABOSA, J.N.; TAVARES FILHO, J.J.; ARAÚJO, M.R.A. de; ENCARNÇÃO, 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. ; TAVARES FILHO, J. J. ; REIS, O.V. dos; AZEVEDO NETO, A. D. de ; LIRA, M. de A. ; FARIAS, I. Efeito da matéria orgânica sobre o rendimento do sorgo forrageiro em regossolos

arenosos do semi-árido de Pernambuco. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 22.,1998, RECIFE. **Globalização e Segurança Alimentar** - resumos. Recife: ABMS, 1998. CD. ROM.