

EFEITOS RESIDUAIS DE N, P e K EM PODZÓLICO AMARELO COM SORGO FORRAGEIRO (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), SOB CONDIÇÕES DE SEQUEIRO, EM ROTAÇÃO COM BATATEIRA (*Solanum tuberosum* L.)¹

JOSÉ PEREIRA LEITE², ODEMAR VICENTE DOS REIS³, JOSÉ NILDO TABOSA³, LUIZ RODRIGUES DE OLIVEIRA³

¹Pesquisa Financiada pela Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA).

²Pesquisador, SPRRA/IPA

³Pesquisador, IPA. Rua Gal. San Martin, 1371, Bonji, CEP. 50761-000 Recife, PE. E-mail: tabosa@ipa.br (autor para correspondência).

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.1, n.3, p.38-46, 2002

RESUMO - Objetivou-se conhecer os efeitos residuais dos macronutrientes N, P e K, aplicados em podzólico amarelo, cultivado inicialmente com batateira (*Solanum tuberosum* L.) e posteriormente, com sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), em condições de sequeiro, avaliando-se o acúmulo de matéria seca, altura da planta, índice de área foliar, relação de área foliar e da eficiência do uso de água. Os experimentos com sorgo foram instalados em 1998 e 2000. Foi usado o delineamento em blocos ao acaso, com arranjo fatorial 3x3x3, do grupo W de confundimento, com duas repetições. Os fertilizantes foram aplicados de 1995 até 1997, com exceção do fósforo, que somente foi aplicado em 1995. Em 1998, o efeito residual do nitrogênio acima de 100 kg ha⁻¹ reduziu a produção de matéria seca e o do fósforo aumentou. Entretanto, para a variável eficiência do uso de água, o nitrogênio foi menos eficiente do que o fósforo. Quanto ao fator potássio, só houve resposta significativa para a variável relação de área foliar. No ano de 2000, apenas o fator nitrogênio reduziu significativamente a variável relação de área foliar. Pelo exposto, fica evidente que se deve aproveitar o efeito residual dos fertilizantes em cultivos posteriores, o que implica economia para os agricultores.

Palavras-chave: efeito residual de N, P, K, nutrição mineral, sorgo forrageiro, podzólico, produtividade.

NPK RESIDUAL EFFECTS IN THE PSAMENTIC HAPLUSDALF WITH UNIRRIGATED FORAGE SORGHUM (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) IN ROTATION WITH POTATO (*Solanum tuberosum* L.)

ABSTRACT - The objectives of this research were to know the residual effects of the macronutrients N P K, applied in the non-irrigated Psamentic Haplusdalf, initially cropped with potato (*Solanum tuberosum* L.) and later with forage sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), evaluating dry matter accumulation, plant height, leaf area index, leaf area ratio and the water use efficiency. The trials with sorghum were conducted in 1998 and 2000. It was used a randomized block design with 3³ factorial arrangement of the W group of confounding and two replications. The fertilizers were applied from 1995 to 1997, excepting phosphorus, which was applied only in 1995. In 1998 the residual effect of nitrogen over 100kg ha⁻¹ reduced dry

matter production and the one for phosphorus increased. However, for the variable water use efficiency, the nitrogen was less efficient than phosphorus. Considering the potassium factor, the only significant response was found for the variable leaf area ratio. In the year 2000, only the nitrogen reduced significantly the variable leaf area ratio. Based on these findings, it is clear that the residual effects of the fertilizers should be considered in future crops, since it means, evidently, economy to farmers.

Key words: residual effect of NPK, mineral nutrition, forage sorghum, productivity.

Objetivou-se conhecer os efeitos residuais dos macronutrientes N, P e K em podzólico amarelo, concernentes à produção de matéria seca (MS), altura das plantas, índice de área foliar (IAF), relação de área foliar (RAF) e eficiência do uso da água (EUA).

É evidente a necessidade do aproveitamento dos resíduos dos fertilizantes em culturas posteriores. Em decorrência desse aspecto, há implicação de ordem econômica em favor dos agricultores. Convém frisar a importância do sorgo forrageiro, através dos seguintes pontos: a) em face das elevadas quantidades de fertilizantes aplicadas à cultura anterior, é mister que haja viabilidade de utilização do resíduo, que, dentro do possível, seja adequado às alternativas de atendimento às demandas da região; b) em face da ocorrência de déficit hídrico na região (que constitui o principal problema de interferência na pecuária regional), há possibilidade de recomendação da cultura do sorgo como alternativa e/ou estratégia com vistas a solucionar o problema de escassez de volumosos no período estival do ano (Boyer, 1990; Duque, 1984; Hunks, 1983; Lima, 1998); c) a região encontra-se inserida na bacia leiteira do Estado de Pernambuco, onde a cultura poderá constituir importante alternativa para a pecuária. Pelo exposto, infere-se que o sorgo forrageiro apresenta potencial para o semi-árido do Nordeste brasileiro, pela sua adaptabilidade às condições semi-áridas, por possuir extenso sistema radicular, controle da evapotranspiração, estômatos com capacidade de recuperação rápida após veranicos, tolerância às temperaturas elevadas e também por ser planta que apresenta característica de xerofilia (Tabosa *et al.*, 1987; Tabosa *et al.*, 1999).

Material e Métodos

O experimento foi instalado no podzólico amarelo Tb distrófico, abrupto, A moderado, textura média (leve)/argilosa, fase caatinga, hipoxerófila/floresta caducifólia, relevo suave ondulado (Embrapa, 1997), da Estação Experimental de Caruaru, localizada no Agreste de Pernambuco.

A Estação Experimental tem as seguintes coordenadas geográficas: latitude 8° 14' 18" Sul, longitude 38° 00' 00" W Gr. e altitude de 537 m. O período chuvoso posiciona-se entre os meses de março e de julho, quando ocorrem mais de 55% das chuvas registradas no ano climatológico, cerca de 661,5 mm, correspondentes à média de 45 anos (Figura 1). O clima de Caruaru, pela classificação de Thornthwate (1948), é semi-árido. As temperaturas médias mensais de julho e de janeiro oscilam de 20,2 a 24 °C. A umidade relativa do ar, em Caruaru, oscila, no período da manhã, entre 85 e 87% e, no período da tarde, entre 40 e 85%.

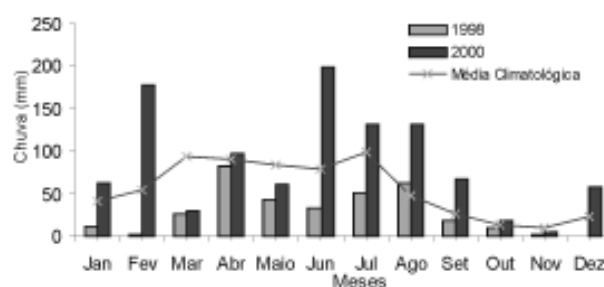


FIGURA 1. Precipitações pluviométricas observadas na Estação Experimental de Caruaru, referentes aos anos 1998 e 2000 e média climatológica (45 anos).

TABELA 1. Características químicas e físicas do solo da área experimental.^(*)

Discriminação	Unidade	Valor/Profundidade (cm)	
		0-20	20-40
A - Química			
N	g kg ⁻¹	0,60	0,70
P	mg kg ⁻¹	1,00	1,58
pH em água 1:2,5	-	5,60	5,80
Al ³⁺	mmol _c kg ⁻¹	1,00	1,00
H ⁺	mmol _c kg ⁻¹	22,10	22,10
K ⁺	mmol _c kg ⁻¹	1,80	2,20
Ca ²⁺	mmol _c kg ⁻¹	12,00	15,00
Mg ²⁺	mmol _c kg ⁻¹	8,00	7,00
Na ⁺	mmol _c kg ⁻¹	0,40	0,40
MO	g kg ⁻¹	10,30	12,20
B – Física			
Dap	kg dm ⁻³	1,53	1,52
Dr	kg dm ⁻³	2,58	2,53
Areia Grossa	g kg ⁻¹	520	480
Areia Fina	g kg ⁻¹	220	230
Silte	g kg ⁻¹	180	210
Argila	g kg ⁻¹	80	80
Argila Natural	g kg ⁻¹	20	20
Grau de Floculação	g kg ⁻¹	750	750
Umidade			
Residual	g kg ⁻¹	7,5	11,5
0,033 MPa	g kg ⁻¹	97,2	10,66
1,5 MPa	g kg ⁻¹	35,7	3,67
Água Disponível	g kg ⁻¹	61,5	69,9
Água Disponível	Mm cm ⁻¹	0,94	1,06

(*) Laboratórios de Química (Boletim 253/95) e de Física (Boletim 035/95) do I PA.

OBS. Classificado textural Franco-Arenoso, em ambas as profundidades.

Em uma área experimental de 1.067,22 m², foram coletadas inicialmente amostras de solo compostas, nas camadas de 0 a 20 e de 20 a 40 cm de profundidade, para análises físicas e químicas

(Embrapa 1979 e Leite *et al.* 2000/2001) (Tabela 1) e, em 1998 e 2000, as amostras compostas foram coletadas por parcela, apenas na camada de 0 a 20cm (Tabela 2).

Os fatores e os seus respectivos níveis pesquisados foram: N (100-200-300); P (60-150-400) e K (70-210-350), simbolizados, respectivamente, por 1, 2 e 3, que, quando combinados, formam os tratamentos.

Os tratamentos relacionados na Tabela 3, foram aplicados de 1995 a 1997, com exceção dos que continham fósforo, os quais foram aplicados apenas em 1995.

Como fontes de nitrogênio, de fósforo e de potássio, foram aplicados, de 1995 a 1997, respectivamente, os seguintes fertilizantes: uréia [CO(NH₂)₂ 45% N], superfosfato triplo [Ca(H₂PO₄)₂ 19,8% P e 13% Ca] e sulfato de potássio [K₂SO₄ 41,5% K e 17% S].

O delineamento foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial 3³, utilizando-se o grupo W de confundimento, com duas repetições (Yates, 1937). Cada unidade experimental era formada por 4,90m de comprimento e 3,20m de largura (15,68m²), contendo quatro fileiras espaçadas de 0,80m. A densidade de plantio na fileira foi de 15 plantas por metro linear após desbaste, perfazendo uma população de 294 plantas por parcela. A área útil da parcela tinha 5,60m² (1,60 x 3,50m), composta de duas fileiras centrais, com 105 plantas, o que corresponde a uma população de 187.500 plantas por hectare. Na colheita, foram desprezados os 0,70m nas extremidades das duas fileiras.

A área experimental foi roçada manualmente, remarcada, e o material vegetal removido.

Em 1995 o experimento foi fertilizado com N, P e K, conforme as combinações dos níveis desses nutrientes, em consonância com o delineamento de tratamento planejado. Nos dois anos subsequentes (1996 e 1997), foram aplicados apenas o N e o K, e sem fertilização em 1998 e 2000.

TABELA 2. Características químicas do solo na profundidade de 0 a 20 cm. (*)

Fatores	Anos				
	1998 / 2000	1998 / 2000	1998 / 2000	1998 / 2000	1998 / 2000
	Determinações				
	pH	P(mg dm ⁻³)	K(mmol _c dm ⁻³)	Ca(mmol _c dm ⁻³)	Mg(mmol _c dm ⁻³)
Nitrogênio(kg ha ⁻¹)					
100	5,4 / 5,3	28,0 / 13,2	4,2 / 3,0	22,1 / 15,6	5,3 / 3,2
200	5,1 / 5,2	27,6 / 14,4	4,0 / 2,9	22,7 / 15,2	5,6 / 3,1
300	4,9 / 5,2	32,0 / 14,4	4,3 / 2,7	23,8 / 15,8	6,1 / 2,9
Fósforo(kg ha ⁻¹)					
60	5,1 / 5,2	19,1 / 10,3	4,4 / 2,9	22,9 / 15,5	5,7 / 3,0
150	5,0 / 5,2	24,1 / 11,9	4,1 / 2,8	22,9 / 15,4	5,9 / 3,1
400	5,3 / 5,3	44,4 / 19,9	3,9 / 2,9	22,8 / 15,7	5,5 / 3,1
Potássio(kg ha ⁻¹)					
70	5,1 / 5,2	28,9 / 13,1	2,9 / 2,4	23,2 / 15,9	5,9 / 3,2
210	5,1 / 5,2	29,2 / 14,7	4,1 / 2,9	23,9 / 15,4	5,6 / 2,9
350	5,1 / 5,3	29,5 / 14,3	5,1 / 3,3	21,5 / 15,2	5,6 / 3,1

(*) Laboratório de Fertilidade do Solo. Boletins (2753/98 e 192/01)

Após as colheitas, a área experimental continuou marcada com piquetes nas quatro extremidades, de maneira a poder-se recuperar as parcelas e as fileiras nas mesmas posições, para as reinstalações.

Em 28 de maio de 1998, foi instalado o experimento e reinstalado em 25 de abril de 2000. A variedade utilizada foi a IPA – SF - 25. Em 1999, o experimento não pôde ser executado, em face de problemas de ordem institucional.

Como tratos culturais, o experimento foi mantido livre de plantas daninhas. Os tratos fitossanitários foram os recomendados para a cultura.

A colheita de 1998 foi realizada no dia 22 de setembro, com período de cultivo de 117 DAP e pluviosidade de 171,4mm e a de 2000, em 12 de setembro, aos 140 DAP e com 549,8mm de precipitação.

Após a colheita, coletaram-se amostras aleatórias de cinco plantas por tratamento, para determinações do número e do peso de folhas, bem como o peso dos colmos. Em seguida, foram tiradas amostras casualizadas de cinco folhas por tratamento, para determinação da área foliar da parcela, através do método de disco de área conhecida (Silva, 1980; Leite *et al.* 2002 e Benicasa, 1987). Novamente foram coletadas, ao acaso, amostras de plantas por tratamento, das quais, após serem trituradas, retiraram-se aproximadamente 300g de material homogêneo por amostra, com a finalidade de determinar as percentagens de matéria seca, para estimar as produções totais por hectare da mesma. Com essas informações, foram estimados o índice de área foliar (IAF), a relação de área foliar (RAF) e, com a precipitação no ciclo de cultivo,

a eficiência do uso da água (EUA), respectivamente, com as seguintes fórmulas: IAF = área foliar (m²)/área da parcela (m²); RAF = área foliar (dm²)/MS (g) e EUA = 0,70 x precipitação (mm) x 10/MS (t ha⁻¹) (Tabosa *et al.* 1987).

TABELA 3. Combinações de níveis dos elementos fertilizantes (NPK).

Confundimento do Grupo W		
Blocos I e IV	Blocos II e V	Blocos III e IV
1 1 1	1 1 2	1 1 3
1 2 3	1 2 1	1 2 2
1 3 2	1 3 3	1 3 1
2 1 2	2 1 3	2 1 1
2 2 1	2 2 2	2 2 3
2 3 3	2 3 1	2 3 2
3 1 3	3 1 1	3 1 2
3 2 2	3 2 3	3 2 1
3 3 1	3 3 2	3 3 3

As análises estatísticas referentes aos dados de 1998 e de 2000 foram realizadas conforme o esquema fatorial no confundimento do grupo W (Yates, 1937), incluindo os graus de liberdade (g.l.) da interação N x P x K no resíduo, ficando este com 30 g.l. (Gomes, 1987).

Resultados e Discussão

Na Tabela 4, estão os resultados das análises estatísticas das variáveis altura, MS, IAF, RAF e EUA. Para os níveis de N e de P aplicados, as respostas foram lineares significativas na MS, entretanto, inversamente proporcionais para N e diretamente para P, respectivamente com as seguintes equações: $L_{MS}^{**} = 10.719,7 - 8,405N$ e $L_{MS}^{**} = 7.940,1 + 5,403P$. Fatos semelhantes ocorreram nos três anos de cultivo da batateira (Leite *et al.*, 2001) e houve redução do pH, em 1998 (Tabela 2), à medida que se elevou o nível de N aplicado (residual), a despeito da baixa pluviosidade ocorrida

no ciclo da cultura do sorgo forrageiro (171,4mm em 117 DAP, Figura 1), aproximadamente 50% da exigida pelo sorgo (Tabosa *et al.*, 1999); concernente à variável EUA, para os mesmos fatores, os efeitos foram também lineares significativos, porém, diretamente proporcional para N e inversamente para P, com as seguintes equações: $L_{EUA}^{**} = 129,32 + 0,213N$ e $L_{EUA}^{*} = 197,6 - 0,126P$. O efeito detrimental do N na produção de MS ainda permaneceu no quarto ano de cultivo, tendo em vista que, quanto maior o valor numérico absoluto da EUA, menor é a eficiência do uso da água pela cultura de sorgo para produzir a mesma quantidade de MS. Concernente ao P aplicado para as mesmas variáveis (MS e EUA), as justificativas para suas respostas podem ser inferidas na Tabela 2, pois, sendo um elemento imóvel e tendo em vista que as mobilizações realizadas no solo em 1996 e 1997 foram executadas nos sulcos de fertilização, o solo continuou com nível médio ou alto, a despeito do elemento haver sido aplicado apenas em 1995. Relativo aos níveis de K aplicados, houve resposta significativa apenas para a variável RAF, com a seguinte equação: $L_{RAF}^{**} = 1,02 + 0,0009K$, considerando que os efeitos residuais dos incrementos dos níveis de K aplicados de 1995 a 1997 proporcionaram aumentos correspondentes na RAF, isto é, os níveis de K, concorreram para a elevação das áreas foliares. As demais respostas dos fatores nas variáveis restantes, não foram significativas.

A Tabela 5 contém os dados médios de altura, MS, IAF, RAF e EUA, obtidos através das análises de variâncias. Observa-se, nessa Tabela, que houve efeito linear significativo para o fator N aplicado apenas na variável RAF, com a seguinte equação: $L_{RAF}^{**} = 1,02 + 0,00088N$. A despeito de o N não haver influenciado a produção da MS, o aumento dos seus níveis aplicados diminuiu proporcionalmente a RAF, sugerindo, ainda, a influência detrimental daquele nutriente, mesmo no ano agrícola de elevada

TABELA 4. Valores médios de altura (m), matéria seca (kg.ha⁻¹), índice de área foliar, relação de área foliar(dm² g⁻¹) e eficiência do uso da água (g_{H2O} g⁻¹_{MS}), no ano de 1998.

Nitrogênio		Parâmetros			
Kg ha ⁻¹	altura	M S	I A F	R A F	E U A
100	2,80	9.953	11,10	1,12	151,86
200	2,73	8.890	9,91	1,15	169,52
300	2,74	8.272	10,21	1,29	194,50
Função	ns	L**	ns	ns	L**
Fósforo					
Kg ha ⁻¹					
60	2,71	7.975	9,40	1,22	201,38
150	2,76	9.144	10,68	1,19	163,23
400	2,81	9.997	11,14	1,15	151,23
Função	ns	L**	ns	ns	L**
Potássio					
Kg ha ⁻¹					
70	2,76	9.414	9,57	1,03	157,95
210	2,75	9.044	10,79	1,25	173,63
350	2,77	8.657	10,86	1,28	184,30
Função	ns	ns	ns	L**	ns
C.V. (%)	6,42	16,09	25,50	21,12	25,75

ns - Não significativo ao nível de P>0,05

* - Significativo ao nível de P<0,05

** - Significativo ao nível de P<0,01

pluviosidade, aproximadamente duas vezes superior à exigida pela cultura. Esta informação sugere que o efeito residual do N ainda é evidente, mesmo com essa elevada pluviosidade (Figura 1). Os demais fatores desta e das outras variáveis não foram significativos. Essas não significações parecem ter sido influenciadas pelas altas pluviosidades, podendo

haver solubilizado os nutrientes, lixiviando-os, principalmente pela precipitação observada no dia 26 de junho, que foi da ordem de 64,2mm, provocando erosão na área experimental (Tabela 2).

Na Tabela 6, encontram-se as estimativas dos coeficientes de correlações entre as variáveis obtidas nos anos agrícolas de 1998 e de 2000, as

TABELA 5. Valores médios de alturas (m), matéria seca (kg ha^{-1}), índice de área foliar, relação de área foliar ($\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$) e eficiência do uso da água ($\text{g}_{\text{H}_2\text{O}} \text{g}^{-1} \text{MS}^{-1}$), no ano de 2000.

Nitrogênio Kg ha^{-1}	Parâmetros				
	Altura	M. S.	I. A. F.	R. A. F.	E. U. A
100	3,54	9.009	17,09	1,92	507
200	3,52	9.957	17,48	1,81	447
300	3,58	10.702	17,34	1,63	376
Função	ns	ns	ns	L**	ns
Fósforo					
Kg ha^{-1}					
60	3,60	9.724	16,72	1,77	472
150	3,60	10.918	18,18	1,69	408
400	3,44	9.026	17,00	1,90	450
Função	ns	ns	ns	ns	ns
Potássio					
Kg ha^{-1}					
70	3,47	10.088	18,14	1,83	417
210	3,63	10.502	18,64	1,82	436
350	3,53	9.079	15,14	1,71	476
Função	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	6,54	26,66	28,73	14,03	36,47

ns - Não significativo ao nível de $P > 0,05$

** - Significativo ao nível de $P < 0,01$

quais, no ano de 1998, foram altamente significativas, com exceção da correlação da altura com a RAF, cujo coeficiente foi significativo somente ao nível de 5% de probabilidade. As correlações da altura com a MS e o IAF foram positivas, indicando que, quanto maior a altura, maiores foram a MS e o IAF; entretanto, com a RAF e a EUA, as correlações foram negativas, significando que, quanto mais altas foram as plantas, menores foram a RAF (Azevedo e Tabosa, 1998; Tabosa *et al.*, 1999) e a EUA, isto é, as plantas aproveitaram a água eficientemente para a produção da MS; quanto às correlações

entre a MS e o IAF, a RAF e a EUA, o raciocínio é semelhante ao anterior; a correlação entre o IAF e a RAF foi positiva, o que já se esperava, tendo em vista que o numerador de ambas frações é a área foliar; no que diz respeito à correlação do IAF e da EUA foi negativa, significando que, quanto maior o IAF, mais eficiente foi o uso da água e, finalmente, a correlação da RAF com a EUA foi positiva, pois, com o aumento da RAF, a planta necessitou mais água, tornando-se ineficiente. Entretanto, as estimativas dos coeficientes de correlações entre as variáveis relativas ao ano agrícola de 2000 foram altamente significativas, com exceção da correlação do IAF com a EUA, cujo coeficiente foi significativo ao nível de 5% de probabilidade e das duas restantes, que não foram significativas. Como pode ser observado, as não correlações entre as variáveis altura com o IAF e o IAF com a RAF, ao contrário do que ocorreu no ano de 1998, podem ser justificadas pela elevada pluviosidade em 2000 (Figura 1), que provocou a erosão e a lixiviação dos nutrientes (Tabela 2).

TABELA 6. Estimativas dos coeficientes de correlações (r) entre as variáveis, nos anos de 1998 e 2000.

Caracteres		ALT	MS	IAF	RAF	EUA
ALT	1998	1	0,713**	0,434**	-0,323*	-0,722**
	2000	1	0,547**	-0,234ns	0,408**	-0,399**
MS	1998		1	0,508**	-0,500**	-0,927**
	2000		1	-0,371**	0,837**	-0,904**
IAF	1998			1	0,432**	-0,482**
	2000			1	0,171ns	0,333*
RAF	1998				1	0,542**
	2000				1	-0,786**
EUA	1998					1
	2000					1

* e ** Significativos aos níveis $P < 0,05$ e $P < 0,01$ respectivamente, pelo teste “t”.

ns – Não significativo ao nível $P > 0,05$, pelo teste de “t”

Em que:

ALT = altura média em metro;

MS = matéria seca;

IAF = índice de área foliar;

RAF = relação da área foliar;

EUA = eficiência do uso da água.

Conclusões e Recomendações

Com relação aos fatores nitrogênio e fósforo, deve-se ampliar os intervalos pesquisados. Em pesquisas futuras, para o nitrogênio, a ampliação constará em diminuir o limite inferior do seu intervalo e, para o fósforo, aumentar o limite superior.

Como o potássio não apresentou respostas significativas nos anos pesquisados, recomenda-se que o seu emprego seja fundamentado na análise de solo.

Em período de deficiência hídrica, o efeito residual dos fertilizantes favoreceu o uso eficiente da água e a produção de matéria seca.

Na rotação batata variedade baraka – sorgo forrageiro, fica evidente o efeito residual dos fertilizantes, principalmente associado à produção de matéria seca e o uso eficiente da água.

Literatura Citada

AZEVEDO NETO, A.D. de; TABOSA, J.N. Análise de crescimento em cultivares de sorgo forrageiro. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 22., 1998, Recife. **Globalização e segurança alimentar** – resumos. Recife: IPA, 1998. CD-ROM.

BENICASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. Jaboticabal: FUNEP, 1988. 42p.

BOYER, J.S. **Mechanisms for obtaining water use efficiency and drought resistance**. In: SYMPOSIUM ON PLANT BREEDING, 1990, Oxon. **Proceedings...** Oxon: CAB, 1991. p.181-200.

DUQUE, J.G. O melhoramento dos pastos no Nordeste. **Agropecuária Tropical**, João Pessoa, v.31, n.36, 41-47, 1984.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solo. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1979. Não paginado.

EMBRAPA. Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Recife. **Zoneamento agroecológico do Estado de Pernambuco**; levantamento de reconhecimento de solos escala 1:100.000. Recife, 1997. Não paginado.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 12. ed. Piracicaba: Nobel, 1987. 467p.

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.

LEITE, J.P.; REIS, O.V.dos; MELO, J.N.de; SILVA, M.C.L.da. Fertilização N P K do podzólico amarelo, com batateira (*Solanum tuberosum* L.) em condições de sequeiro, por três anos consecutivos. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, Recife, v.12, n. especial, p.57-66, jan./dez. 2000-2001. Número especial.

LEITE, J.P; REIS, O.V. dos; TABOSA, J.N. e OLIVEIRA, L.R. Efeitos Residuais de N,P e K no Podzólico Amarelo com Sorgo Forrageiro (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) sob Sequeiro em Rotação com Batateira (*Solanum tuberosum* L.). In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24, 2002, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABMS/Embrapa Milho e Sorgo/Epagri, 2002. CD-ROM, Seção artigos.

LIMA, G.S. de. **Estudo comparativo da resistência à seca no sorgo forrageiro (*Sorghum***

***bicolor* (L.) Moench) em diferentes estádios de desenvolvimento.** 1998. 128 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

LIMA, G.S. de; TABOSA, J.N.; AZEVEDO NETO, A. D. de; LIMA, M.A.; BRITO, A. R. de M. B. Produção de matéria seca e eficiência de uso da água em linhagens de sorgo forrageiro, sob estresse hídrico. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 22., 1998, Recife. **Globalização e segurança alimentar** – resumos. Recife: IPA, 1998. CD-ROM.

SILVA, J.S. da. **Efeitos da defoliação parcial na produção de *Phaseolus vulgaris* L. e *Vigna unguiculata* (L.) Walp.** 1980. 79 f. Tese (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

TABOSA, J.N; TAVARES FILHO, J; ARAUJO, M.R.A. de; ENCARNÇÃO, C.R.F. da; BURITY,

H.A. Water use efficiency in sorghum and corn cultivars under field conditions. **Sorghum News Letter**, Tucson, v.30, p.91-92, 1987.

TABOSA, J.N; LIMA, G.S. de; LIRA, M. de A; TAVARES FILHO, J.J; BRITO, A. R. de M.B. Programa de melhoramento de sorgo e milho em Pernambuco. In: QUEIROZ, M.A. de; GOEDERT, C.O.; RAMOS, S.S.R.; (Ed.). **Recursos Genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste Brasileiro** (on line). Versão 1.0. Petrolina: Embrapa Semi-Árido/Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, set. 1999. Disponível em <<http://www.cpatia.embrapa.br>>

THORNTHWAITE, C.W. An approach towards a rational classification of climate. **Geographic Review**, London, v.38, p.55-94, 1948.

YATES, F. **The design and analysis of factorial experiments**. Harpenden, Cambridge: Imperial Bureau of Soil Science, 1937. Não paginado.