

PRODUÇÃO DE BIOMASSA E DE GRÃOS E RESISTÊNCIA À FERRUGEM NO COMPOSTO “ENA 2” DE MILHETO PÉROLA, SEMEADO NA ÉPOCA DA SECA

ANTONIO CARLOS TORRES DA COSTA¹; LEANDRO BARBOSA DE OLIVEIRA²; MARGARIDA GORÉTE FERREIRA DO CARMO¹; MAURÍCIO BALLESTEIRO PEREIRA³, CARLOS PIMENTEL¹

1. Departamento de Fitotecnia, Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRuralRJ), BR 465, Km 07, CEP: 23890-000, Seropédica-RJ. E-mail: greenman@amcham.com.br; 2. Graduando em Licenciatura em Ciências Agrícolas, UFRuralRJ; 3. Departamento de Genética, Instituto de Biologia, UFRuralRJ.

RESUMO

O trabalho objetivou avaliar a produção de biomassa e de grão, assim como a resistência à ferrugem (*Puccinia substriata*), do composto ENA 2, semeada na época da seca, comparada às cultivares Souna III, Guerguera, HKP, ENA 1 e BRS 1501, visando a sua indicação como genótipo com potencial produtivo para o plantio da seca na região. O experimento foi instalado no Campo Experimental do Departamento de Fitotecnia da UFRuralRJ em março de 2005, sem adubação e irrigação, em delineamento experimental de blocos ao acaso. Na floração, houve diferenças significativas para a produção de biomassa entre as cultivares, e o composto ENA 2 apresentou as maiores produções, tanto de massa verde (14.563 kg.ha⁻¹) como de massa seca (2.938 kg.ha⁻¹), diferindo estatisticamente apenas da cultivar Guerguera. No final do ciclo das plantas, também houve diferenças significativas para a produção de biomassa e de grãos entre os genótipos, sendo que o composto ENA 2 obteve a maior produção de massa seca (4.353 kg.ha⁻¹) e de grãos (2.456 kg.ha⁻¹), diferindo estatisticamente das cultivares Guerguera e HKP. A cultivar ENA 1 demonstrou ser a mais suscetível a ferrugem, enquanto que as cultivares BRS 1501 e HKP e o composto ENA 2 demonstraram serem as mais resistentes à esta doença. De uma maneira geral, o composto ENA 2 e a cultivar BRS 1501 apresentaram a maior produtividade e resistência à ferrugem, dentre os genótipos nas condições experimentais deste estudo.

Palavras-chave: *Pennisetum glaucum*, *Puccinia substriata*, produtividade, massa seca.

ABSTRACT

BIOMASS AND GRAIN YIELD AND RUST RESISTANCE ON THE PEARL MILLET BULK ENA 2

The aim of this study was to evaluate the biomass and grain yield as well as the rust (*Puccinia substriata*) resistance of the bulk ENA 2 compared to the cultivars Souna III, Guerguera, HKP, ENA 1 and BRS 1501, to recommend it as a genotype with potential yield for the dry season sowing in the region. The essay was installed at the Experimental Field of the Departamento de Fitotecnia da UFRuralRJ, on mars 2005, without fertilization or irrigation, in randomized blocks experimental design. The bulk ENA 2 showed the highest yield of fresh (14.563 kg.ha⁻¹) and dry weight (2.938 kg.ha⁻¹), but both was significantly different only for Guerguera. At the end of the plants cycle, there were also significantly differences for biomass and grain yield among genotypes. Bulk ENA 2 had also the highest shoot dry weight (4.353 kg.ha⁻¹) and grain yield (2.456 kg.ha⁻¹), but it was significantly different only of Guerguera and HKP. The cultivar ENA 1 was the most sensitive to rust disease, while the cultivars BRS 1501 and HKP and the bulk ENA 2 were the most resistant to rust disease. The bulk ENA 2 and the cultivar BRS 1501 showed the highest yield and rust resistance among the genotypes evaluated in the experimental conditions of this study.

Key words: *Pennisetum glaucum*, *Puccinia substriata*, yield, dry weight.

INTRODUÇÃO

O milheto tem sido utilizado no Brasil como planta forrageira, como produtora de grãos para fabricação

de ração e como planta de cobertura do solo para o sistema de plantio direto (Netto, 1998). Esta última prática é responsável pelo aumento da expansão da cultura, devido ao avanço do plantio direto nas regiões

do Cerrado, onde esta gramínea se desenvolve bem em situações adversas de clima e solo (Pereira Filho et al., 2003). O milheto é uma das plantas mais tolerantes à seca, sendo cultivado em mais de 27 milhões de hectares nas regiões semi-áridas da África e do subcontinente Indiano, onde o grão é usado na alimentação humana (Kusaka et al., 2005). Apesar dos cultivos do milheto no nosso país voltarem-se principalmente para a produção de palhada, Geraldo et al. (2000) constataram que a introdução de genótipos selecionados para a produção de grãos poderia propiciar uma renda adicional ao produtor. Atualmente, as cultivares existentes no mercado, são em número reduzido e, na maioria das vezes, provenientes de outros países, como os Estados Unidos, sendo menos adaptadas às nossas condições (Pereira Filho et al., 2003). Dessa forma, é de suma importância desenvolver e tornar disponíveis uma gama maior de genótipos para ter-se opções de recomendação de diferentes cultivares, dependendo do uso, da época e do ambiente onde será cultivada (Hash, 1999).

O milheto, considerado uma planta de dias curtos (Norman et al., 1995), no Brasil, tem sido semeado em duas épocas: no final do inverno/início da primavera e após a cultura de verão (safrinha) (Netto, 1998; Geraldo et al., 2002). Entretanto, deve-se ressaltar que, no período da safrinha, as condições de ambiente são propícias ao desenvolvimento da ferrugem, causada por *Puccinia substriata* var. *penicillariae*, que constitui um problema de grande importância econômica, pois os danos causados por ela, resultam em perdas de rendimento em até 76% da produção de grãos (Wilson et al., 1996) além de redução da produção de biomassa e da qualidade da forragem (Monson et al., 1986), diminuindo o valor nutricional da mesma (Wilson et al., 1991).

O primeiro relato da ocorrência da ferrugem em milheto pérola no Brasil, cujo agente causal é a *Puccinia substriata* var. *penicillariae*, foi feito por Charchar & Anjos (2000). De acordo com estes autores, sintomas de ferrugem nas folhas do milheto vêm sendo observados desde 1997, na área experimental da EMBRAPA-Cerrados, em lavouras comerciais no Distrito Federal e em municípios vizinhos de Minas Gerais e Goiás. Mais recentemente, foi observada a ocorrência desta doença na área experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, onde o milheto já vem sendo estudado há cerca de dez anos (Geraldo et al., 2000, 2002). Costa et al. (2002) ao avaliar, em casa-de-vegetação, diferentes genótipos de milheto, verificaram a existência de alta variabilidade genética para a resistência quantitativa à ferrugem, indicando ser possível selecionar materiais com resistência à esta doença. Neste contexto, a partir de três cultivares de origem africana, produtoras de palha e de grãos, a Souna III, HKP e Guerguera, foi feita, na época da seca, a seleção de genótipos visando a produção de

palha e de grãos, bem como resistentes à ferrugem, obtendo-se, na sexta geração, o composto ENA 2.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a produção de biomassa e de grão, assim como a resistência à ferrugem (*P. substriata*), do composto ENA 2, semeada na época da seca, comparado às cultivares Souna III, Guerguera, HKP, ENA 1 e BRS 1501, visando a sua futura indicação como genótipo com potencial produtivo para o plantio da seca na região.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no Campo Experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, município de Seropédica-RJ, em meados do mês de março de 2005, no plantio da seca, em um Planossolo. As análises químicas deste solo de textura arenosa, na camada de 0-20 cm, revelaram: pH em água, 5,5; Ca, 1,7 mmol_c dm⁻³; Mg, 0,8 mmol_c dm⁻³; Al, 0,0 mmol_c dm⁻³; H, 1,3 mmol_c dm⁻³; P, 10 mg dm⁻³; K, 48 mg dm⁻³; e matéria orgânica, 1,08 g kg⁻¹. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com seis tratamentos (genótipos) e quatro repetições. Foi utilizado três cultivares africanas produtoras de grãos (HKP, Guerguera e Souna III) e três outros genótipos selecionados no Brasil (as cultivares BRS 1501 e ENA 1 e o composto ENA 2). Cada bloco teve 17,5 m de comprimento por 3,0 m de largura e o espaçamento entre blocos e entre as parcelas foi de 0,5 m. Cada parcela teve 2,5 m de comprimento por 3,0 m de largura, totalizando uma área de 7,50 m², e uma área útil de 3,0 m², constituída por 30 plantas, distribuídas em 5 linhas, sendo 12 as plantas úteis, tendo o experimento uma área total de 236,25 m² e área útil de 52,5 m².

Após o preparo do solo, o plantio foi feito com espaçamento de 0,5 m entre linhas e 0,5 m entre plantas na linha, sendo feito um desbaste após 10 dias, deixando-se uma planta por cova. Os experimentos foram conduzidos sem adubação e irrigação e os tratamentos culturais consistiram em capinas manuais no início do cultivo.

As três linhas centrais de cada parcela (12 plantas úteis) foram utilizadas para avaliar a produção de biomassa e de grãos de cada genótipo. Em quatro plantas centrais (1 m²) de cada parcela, foi avaliada a produção de massa verde e seca da parte aérea, no estágio de florescimento, e em outras quatro plantas, da linha após a bordadura interna da parcela, foi feita a avaliação da produção de massa seca da parte aérea e produção de grãos, no final do ciclo. Na floração, em 10 plantas de cada parcela, avaliou-se o número de perfilhos e a altura das plantas (até a lígula da folha bandeira), e no final do ciclo, nas plantas colhidas para a determinação da produção de biomassa e de grãos, avaliou-se também o número de panículas colhidas por planta, comprimento médio das panículas e perímetro

médio das panículas.

Após a floração, período em que foi observado nas plantas os sintomas da ferrugem, foi feita a quantificação desta doença, por meio de avaliações visuais com auxílio de escala diagramática, em cinco plantas por parcela. A avaliação foi feita na segunda folha (de cima para baixo) com as notas: 0: sem sintoma; 1: 1 a 3%; 2: 3 a 7%; 3: 7 a 13%; 4: 13 a 25%; 5: 26 a 55%; 6: 56 a 80% e 7: > 80% de área foliar lesionada, segundo a metodologia proposta por Azevedo (1997). Com os dados de progresso da ferrugem, determinado na segunda folha, foram calculados os valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) (Shanner & Finney, 1977).

Para a realização da análise estatística, utilizou-se o programa MSTAT-C, sendo que a comparação entre as médias foi feita pelo teste de Student-Newman-Keuls, ao nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferenças significativas entre os genótipos para as características número de perfilhos por plantas e altura da planta, avaliadas na floração, e para o número de panículas por planta, comprimento médio das panículas e perímetro médios das panículas avaliados no final do ciclo (Tabela 1). Para o número de perfilhos por planta, as cultivares BRS 1501 e Souna III e o composto ENA 2 não diferiram estatisticamente entre si, e apresentaram os maiores valores para esta variável, diferindo estatisticamente da cultivar HKP, a qual apresentou o menor número de perfilhos por planta (3,38). Em relação à altura das plantas, o composto ENA 2 apresentou a maior altura (160,7 cm) diferindo estatisticamente apenas da cultivar BRS 1501, que

apresentou altura de 127,1 cm (Tabela 1).

Para o número de panículas colhidas por planta, a cultivar BRS 1501, apesar de não diferir estatisticamente das cultivares ENA 1 e Souna III e do composto ENA 2, apresentou o maior número de panículas por planta (2,6), diferindo estatisticamente das cultivares Guerguera e HKP. Madhsudhana & Govila (2001) observaram que o número de panículas colhidas teve efeito direto sobre a produção de grãos. Dessa forma, o alto rendimento de grãos (Tabela 2), obtido pelas cultivares BRS 1501, Souna III e ENA 1 e o composto ENA 2, também pode ser atribuído ao número de panículas por planta observado nestes genótipos (Tabela 1).

As cultivares BRS 1501 e Souna III apresentaram o menor comprimento de panículas (32,2 e 35,5 cm, respectivamente) diferindo estatisticamente das demais. Apesar de não haver diferença significativa entre as cultivares ENA 1, Guerguera e HKP e o composto ENA 2, observa-se que o composto ENA 2 apresentou o maior comprimento de panículas (49,5 cm). Para o perímetro médio das panículas, as cultivares BRS 1501 e HKP apresentaram os menores valores para esta variável, diferindo estatisticamente do composto ENA 2, a qual apresentou o maior perímetro médio das panículas (Tabela 1). Yoshida & Totok (1999) e Kulkarni et al. (2000) citam correlações altas da produção de grãos com caracteres morfológicos relacionados a produção. Madhsudhana & Govila (2001) também observaram que o comprimento médio das panículas teve efeito direto sobre a produção de grãos. Kulkarni et al. (2000) concluíram que o perímetro médio das panículas teve alta correlação com a produção de grãos. Desta forma, o comprimento médio da panícula e o perímetro médio da panícula (Tabela 1) observado no composto ENA 2 justificam o alto rendimento de grãos obtido por este genótipo (Tabela 2).

Tabela 1 - Número de perfilhos por planta e altura das plantas (cm), na floração, e número de panículas por planta, comprimento médio das panículas (cm) e perímetro médio das panículas (cm), na maturação fisiológica, em genótipos de milho pérola, semeados na época da seca.

Genótipos	Número de perfilhos/planta	Altura das plantas (cm)	Número de panículas/planta	Comprimento médio das panículas (cm)	Perímetro médio das panículas (cm)
BRS 1501	4,9 a	127,1 b	2,6 a	33,2 b	6,8 b
ENA 1	3,9 bcd	146,6 ab	1,8 ab	43,8 a	6,9 ab
ENA 2	4,4 abc	160,7 a	1,8 ab	49,5 a	7,6 a
Guerguera	3,6 cd	137,9 ab	1,3 b	44,8 a	7,4 ab
HKP	3,4 d	135,0 ab	1,1 b	47,3 a	6,6 b
Souna III	4,8 ab	136,5 ab	2,2 ab	35,5 b	7,0 ab
CV %	11,77	9,42	35,57	7,94	6,47

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% pelo teste de Student-Newman-Keuls.

Com relação à produção de biomassa, obtida por ocasião da floração, a cultivar ENA 1 e o composto ENA 2, tiveram as maiores produções de massa verde,

com 14.263 e 14.563 kg.ha⁻¹, respectivamente, diferindo estatisticamente apenas da cultivar Guerguera, a qual teve a menor produção, com 8.513 kg.ha⁻¹. Rocha et al.

(2002) avaliando o desempenho da cultivar BN 2, na safrinha, com adubação, verificaram rendimentos de 13 t.ha⁻¹ de massa verde. Não houve diferença significativa para a produção de massa seca entre as cultivares ENA 1 BRS 1501, Souna III e HKP e o composto ENA 2. A cultivar Guerguera obteve a menor produção de massa seca (1.789 kg.ha⁻¹), diferindo estatisticamente das cultivares ENA 1 e Souna III e do composto ENA 2 (Tabela 2). Fávoro et al. (2002), avaliando a produção de massa seca na floração, nesta mesma época de cultivo, porém com aplicação de 120 kg de N.ha⁻¹, verificaram rendimentos de 7,15 t.ha⁻¹.

Com relação à produção de massa seca, obtida no final do ciclo, houve diferenças significativas entre o composto ENA 2 e as cultivares Guerguera e HKP. O composto ENA 2 obteve a maior produção de massa seca (4.353 kg.ha⁻¹), enquanto as cultivares Guerguera e HKP tiveram as menores produções de massa seca no final do ciclo, com 2.294 e 1.766 kg.ha⁻¹, respectivamente (Tabela 2), e a mesma tendência também foi observada para a produção de grãos. O rendimento de massa seca e de grãos observado neste trabalho foi superior ao observado por Geraldo et al. (2002).

O composto ENA 2 apresentou rendimentos de aproximadamente 2,5 t.ha⁻¹ de grãos e 4,3 t.ha⁻¹ de massa seca, porém sem adubação, em um solo com baixo teor de matéria orgânica. Isso mostra que o milho é eficiente na aquisição de nutrientes, podendo beneficiar-se do resíduo de fertilizantes ou do N fixado por leguminosas, de um plantio anterior (Netto, 1998; Payne, 2000).

Maiti & Bidinger (1981) e Geraldo et al. (2000; 2002) observaram um aumento de massa seca de parte aérea entre a floração e a maturação, o que mostra uma manutenção do crescimento e da acumulação de

biomassa vegetativa após a floração do milho. Neste experimento, o aumento foi mais acentuado na cultivar BRS 1501 e no composto ENA 2 que, entre a floração e a maturação, apresentaram um incremento de massa seca de 1.415 e 1.353 kg.ha⁻¹, respectivamente (Tabela 2). No genótipo BRS 1501, a maioria dos perfilhos acompanha o crescimento do colmo principal, atingindo um tamanho muito próximo a este, permitindo assim um grande acúmulo de massa seca após a floração do colmo principal. Ao contrário, nos genótipos africanos, apesar do colmo principal atingir uma altura considerável, a maioria dos seus perfilhos permanece com tamanho inferior.

Com relação ao desenvolvimento da ferrugem, avaliada na segunda folha, não houve diferença significativa entre os genótipos (Tabela 2 e Figura 1). Contudo, observa-se que a cultivar ENA 1, seguida da cultivar Souna III apresentaram maiores valores de AACPD, enquanto que as cultivares HKP e BRS 1501 e o composto ENA 2 apresentaram menores valores de AACPD.

Os valores de AACPD observados, porém, são baixos comparados aos valores já registrados por Costa et al. (2002) na mesma região. Isto se deve ao aparecimento tardio da ferrugem, devido, provavelmente ao predomínio de altas temperaturas durante a condução do experimento. A temperatura tem sido citada por vários autores, como sendo um fator importante para a germinação dos esporos de ferrugens, e subsequente infecção (Kramer & Eversmeyer, 1992). De acordo com Tapsoba & Wilson (1997), a germinação dos urediniósporos de *P. substriata* é maior à temperatura de 19 a 22 °C, e esta ocorreu somente a partir dos 60 dias após o plantio, quando foram registradas temperatura média com variação de 19,7 a 21,8 °C, até o final do ciclo.

Tabela 2 - Produção de massa verde e massa seca de parte aérea, na floração, e de grãos, na maturação fisiológica, e AACPD calculados a partir da severidade da ferrugem na segunda folha, em genótipos de milho pérola, semeados na época da seca.

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% pelo teste de Student-Newman-Keuls

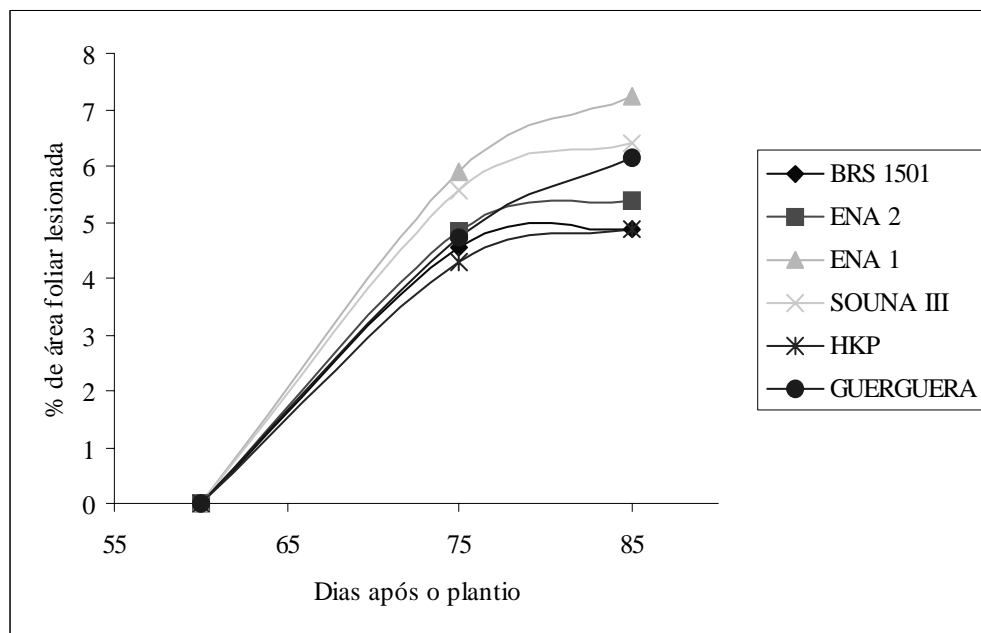


Figura 1 - Curva de progresso da ferrugem em condições de infecção natural no campo, em genótipos de milho, semeadas na época da seca.

CONCLUSÕES

No plantio da seca, o composto ENA 2 pode ser indicado como genótipo com bom potencial para produção de biomassa e de grãos e com resistência à ferrugem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZEVEDO, L.A.S. de. *Manual de quantificação de doenças de plantas*. São Paulo, 1997, 114p.
- CHACHAR, M.J.A.; ANJOS, J.R.N. dos. Ferrugem do milho causada por *Puccinia substriata* var. *penicillarie* no cerrado. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.27, p.564, 2000.
- COSTA, A.C.T. da; GERALDO, J.; CARVALHO, A.O. de; CARMO, M.G.F. do; PIMENTEL, C. Avaliação de genótipos de milho pérola (*Pennisetum glaucum*), quanto à resistência à ferrugem (*Puccinia substriata*). In: 24º CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, Florianópolis. 2002. p. 123. Florianópolis. Resumos.
- FÁVARO, M.B.; MORAIS, M.; ANDRIOLI, I.; COSTA, B.F. Diferentes épocas de adubação nitrogenada na sucessão milho/feijão em sistema de plantio direto na região Nordeste do Estado de São Paulo. In: 25ª REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, Rio de Janeiro. 2002. p. 36. Rio de Janeiro. Resumos.
- GERALDO, J.; OLIVEIRA, L. D.; PEREIRA, M. B.; PIMENTEL, C. Fenologia e produção de massa seca e de grãos em cultivares de milho pérola. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 37, n.9, p.1263-1268, 2002.
- GERALDO, J. ROSSIELLO, R. O. P.; ARAÚJO, A. P.; PIMENTEL, C. Diferenças em crescimento e produção de grãos entre quatro cultivares de milho pérola. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.35, n.7, p.1367-1376, 2000.
- HASH, C. T. Melhoramento do milho. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE MILHETO, 1999, Planaltina, Embrapa Cerrados e Embrapa Milho e Sorgo. 1999. p.13-30. Brasília. Anais.
- KRAMER, C. L.; EVERSMEYER, M.G. Effects of temperature on germination and germ-tube development of *Puccinia recondita* and *P. graminis* urediniospores. *Mycological Research* v.96, p. 689-693, 1992.
- KULKARNI, V.M.; NAVALE, P.A.; HARINARAYANA, G. Variability and analysis in white grain pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) *Tropical Agriculture*, Maharashtra, v.77, n. 2, p.130-132, 2000.
- KUSAKA, M.; LALUSIN, A.G.; FUJIMURA, T. The maintenance of growth and turgor in pearl millet (*Pennisetum glaucum* [L.] Leeke) cultivars with dif-

- ferent root structures and osmo-regulation under drought stress. *Plant Science*, v.168, p.1-14, 2005.
- MADHUSUDHANA, R.; GOVILA, O. P. Selection strategy for yield improvement in pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.). *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, New Dheli, v. 61, n.2, p.167-168, 2001.
- MAITI, R.K.; BIDINGER F.R. Growth and development of the pearl millet plant. *International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics*. India: Patancheru, 1981. 14p. (Research Bulletin, 6)
- MONSON, W.G., HANNA, W. W. GAINES, T. P. Effects of rust on yield and quality of pearl millet forage. *Crop Science*, Madison, v.36, p.637-639, 1986.
- NETTO, D. A. M. A cultura do milheto. *Comunicado Técnico 11*, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, 1998, 6p.
- NORMAN, M. J. T.; PEARSON, C. J.; SEARLE, P. G. E. Pearl millet (*Pennisetum glaucum*). In: NORMAN, M.J.T.; PEARSON, C.J.; SEARLE, P.G.E. (ed.). *The ecology of tropical food crops*. Cambridge: Cambridge University Press, 1995. p.164-181.
- PAYNE, W. A. Optimizing crop water use in sparse stands of pearl millet. *Crop Science*, Madison, v.92, p.808-814, 2000.
- PEREIRA FILHO, I. A. P.; FERREIRA, A. S.; COELHO, A. M.; CASELA, C. R.; KARAM, D.; RODRIGUES, J. A. S.; CRUZ, J. C.; WAQUIL, J. M. Manejo da cultura do milheto. *Circular Técnica*, 29, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, 2003, 17 p.
- ROCHA, R. N. C.; GALVÃO, J. C. C.; LEITE, U. T.; FIDELIS, R.R.; MIRANDA, G.V. Cultivo de milheto e sorgo na “safrinha” em sucessão a soja. In: 24º CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, Florianópolis. 2002. p. 243. Florianópolis. Resumos.
- TAPSOBA, H.; WILSON, J.P. Effects of temperature and light on germination of urediniospores of the pearl millet rust pathogens, *Puccinia substriata* var. *indica*. *Plant Disease*. v. 81, p.1049-1052, 1997.
- WILSON, J. P.; GATES, R. N.; HANNA, W. W. Efecet of rust on yield and digestibility of pearl millet forage. *Phytopathology*, v.81, p.233-236, 1991.
- WILSON, J. P.; HANNA, W. W.; GASCHO, G. J. Pearl millet grain yield loss from rust infection. *Journal of Production Agriculture* v.9. p.543-545. 1996.
- YOSHIDA, T.; TOTOK, A. D. H. Genetic gains and genetics correlations of yield-related traits in pearl millet after two cycles of recurrent selection. *Japonese Journal of Crop Science*, Tokyo, v.68, n.2, p.253-256, 1999.