

# PERDAS ALEATÓRIAS NA POPULAÇÃO INICIAL E SUA RELAÇÃO COM O RENDIMENTO DE GRÃOS EM SORGO

## RANDOM INITIAL POPULATION REDUCTIONS AND ITS EFFECT ON SORGHUM YIELD

MONTAGNER, Divânio<sup>1</sup>; LOVATO, Cláudio<sup>2</sup>; GARCIA, Danton C.<sup>3</sup>

### RESUMO

O objetivo do trabalho foi estudar perdas aleatórias em populações iniciais de sorgo (*Sorghum bicolor*) e sua relação com o rendimento de grãos, sendo realizado um ensaio no ano agrícola de 2001/2002, utilizando quatro reduções aleatórias de população (10, 25, 40 e 55%) e um tratamento testemunha com 190 mil plantas ha<sup>-1</sup>, sendo o espaçamento entre linhas de 0,70 m. O ensaio foi no delineamento experimental de blocos casualizados, com três repetições. Foram avaliados o rendimento de grãos, componentes do rendimento e caracteres morfológicos da planta. O rendimento de grãos diminuiu com as reduções aleatórias na população, mas havendo uma compensação relevante até a redução inicial de 40%. Para os componentes do rendimento, o peso médio de grãos não variou com as reduções aleatórias e o número de grãos por panícula aumentou com as reduções aleatórias. A análise de trilha apontou que a variação do número de grãos por panícula tem maior influência sobre o rendimento. Os caracteres morfológicos foram modificadas à medida que foram impostos os tratamentos. A área foliar, tamanho da panícula, e massa seca por planta cresceram à medida que aumentava as reduções aleatórias na população e índice de área foliar, estatura de planta e massa seca total, diminuíram à medida que aumentou as reduções aleatórias na população. O sorgo possui compensação de rendimento de grãos quando submetido à redução aleatória na população inicial e, para as reduções aleatórias na população até 40%, não apresentou decréscimo significativo no rendimento de grãos que justificasse uma ressemeadura.

*Palavras-chave:* redução aleatória, análise de trilha, componentes do rendimento.

### INTRODUÇÃO

O sorgo granífero (*Sorghum bicolor*, L. Moench) é considerado o quinto cereal mais importante do mundo em área cultivada. A produção mundial no ano de 1999 foi de 62,5 milhões de toneladas, sendo o maior produtor mundial os Estados Unidos com 17 milhões de toneladas, seguido da Índia com 9 milhões toneladas e Nigéria com 7 milhões de toneladas. No Mercosul, a Argentina produz 3 milhões de toneladas e o Brasil pouco mais de um milhão de toneladas (USDA, 2003).

No Brasil, o sorgo surgiu como uma cultura comercial a partir de 1970, quando as áreas de cultivo foram expandidas. Além disso, esta espécie substituiu o milho em regiões consideradas marginais para este cereal. A produtividade média do sorgo nos últimos 12 anos no Brasil situa-se em torno dos 1800 kg.ha<sup>-1</sup> e, no Rio Grande do Sul, ao redor de 2100 kg.ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2003) e vem sendo incrementada a cada ano. Contudo, tem sido inferior a dos Estados Unidos,

Argentina e México, onde as produtividades alcançadas tem sido de 3820, 4780 e 3100 Kg ha<sup>-1</sup> respectivamente (USDA, 2003).

Um aspecto que necessita estudo é a relação entre o rendimento de grãos e a população abaixo da recomendada, ocasionada pela perda de plantas. O estabelecimento de uma população uniforme é dificultada por deficiência de máquinas, condições de semeadura, granizo, geadas, danos por insetos, moléstias e danos mecânicos que podem prejudicar a implantação e desenvolvimento da cultura. Uma lavoura com baixo número de plantas que comprometa a produção é, muitas vezes, difícil de ser determinada pelo produtor, devido à falta de informações sobre a relação entre irregular população de plantas e rendimento (NUNES, 1997; SILVA, 2001).

Tais informações seriam de grande valia na eventual necessidade para tomar uma decisão de uma nova semeadura com conseqüência de se obter melhores produtividades. Assim, o trabalho teve por objetivo estudar os efeitos das perdas aleatórias na população inicial de plantas e sua relação no rendimento de grãos de sorgo.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Área Experimental do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria no ano agrícola de 2001/2002, cujas coordenadas geográficas são: latitude 29° 42'S; longitude 53° 49'W e uma altitude média de 95 metros.

O experimento foi instalado no sistema de semeadura direta. A vegetação presente antes da semeadura era constituída de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.), e outras plantas daninhas comuns na região. Foi realizada dessecação seqüencial, sendo a primeira aos trinta dias e a segunda dois dias antes da semeadura, com herbicida à base de glyphosate na dosagem de 2,0 e 1,5 L ha<sup>-1</sup>, respectivamente, de produto comercial (360 g L<sup>-1</sup>). A semeadura ocorreu em 01/11/2001, utilizando-se uma semeadora Semeato Shm de plantio direto, com três linhas espaçadas de 0,70 m. A semeadora foi regulada para colocar 15 sementes por metro linear, na profundidade de três centímetros, para obter um estande inicial de 215.000 plantas ha<sup>-1</sup>. A cultivar usada foi a BRS 305, desenvolvida pela Embrapa Milho e Sorgo e, indicada para semeadura no Rio Grande do Sul.

A adubação foi realizada junto com a semeadura, aproximadamente a 8cm de profundidade e constituiu na mistura de superfosfato simples e cloreto de potássio na dose

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, aluno do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Av. Roraima, prédio 44, sala 5329, 97190-000, Santa Maria, RS. e-mail: divanio@terra.com.br

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, PhD., Professor Titular, Departamento de Fitotecnia, UFSM. E-mail: clovato@ccr.ufsm.br

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor Adjunto, Departamento de Fitotecnia, UFSM. E-mail: danton@smail.ufsm.br

(Recebido para Publicação em 27/01/2004, Aprovado em 03/05/2004)

de 390 kg ha<sup>-1</sup> e 40 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. A adubação de cobertura foi executada manualmente e dividida em três épocas. Após a semeadura, foi aplicado 30 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, na forma de uréia ao lado da linha de semeadura sem incorporação. Para melhor aproveitamento do adubo e boa emergência das plântulas, foi aplicada uma lâmina de água através de irrigação por aspersão. Aos 20 e 40 dias após a emergência foram realizadas outras duas aplicações, com 45 kg ha<sup>-1</sup> de N também na forma de uréia ao lado da linha de semeadura sem incorporação. O desbaste foi realizado quando as plantas atingiram o estágio de 3<sup>o</sup> folha (13 a 15 dias após a semeadura) para ajustar o número de plantas em todos os tratamentos, ficando com uma população de aproximadamente 200 mil plantas ha<sup>-1</sup>. Logo após o desbaste foi realizado o raleio de plantas (diminuição aleatória de população) reduzindo a população de plantas dos tratamentos, com intensidades de 0, 10, 25, 40 e 55%.

O desbaste inicial teve por objetivo obter um estande de plantas o mais uniforme possível, sem falhas que prejudicassem o rendimento. Já o raleio de plantas (redução aleatória de população) foi realizado através de um sorteio de plantas a serem eliminadas. Cada linha da parcela, após o desbaste, ficou com 168 plantas que foram sorteadas aleatoriamente, eliminando-se a planta sorteada e obtendo-se o raleio necessário, gerando distribuições desuniformes na linha, com pequenas e grandes falhas, visando simular a diminuição de população que ocorreria a campo devido a fatores tais como seca, ataque de pragas, doenças, granizo e outros.

Foram avaliados o rendimento de grãos, componentes do rendimento e caracteres morfológicas das plantas. Os dados foram coletadas de vinte plantas mediante sorteio em cada parcela. O rendimento de grãos foi estimado pelo peso de grãos colhidos das vinte plantas e corrigido para 13% de umidade. O peso médio de grãos foi obtido pela contagem de mil grãos por parcela e corrigido para 13% de umidade. O número de grãos por panícula pela relação entre o peso de mil grãos e peso de grãos da panícula. A área foliar foi determinada na própria planta em três folhas, sempre escolhendo folhas distendidas na parte superior, inferior e mediana de cada planta. A área foliar foi calculada individualmente pela seguinte fórmula:  $A = C \times L \times 0,75$ ; onde A = área foliar; C = máximo comprimento, L = máxima largura da folha e 0,75 fator de correção (STICKLER et al., 1961). O índice de área foliar (IAF) foi determinado pela razão entre a área foliar por planta e a área ocupada no solo, o tamanho da panícula, da base até sua extremidade e a massa seca por planta através da secagem em estufa até peso constante.

Os dados foram analisados estatisticamente através da análise de variância, com a complementação através da análise de regressão polinomial para todas as variáveis. A análise de trilha foi realizada com a utilização do programa computacional Genes (CRUZ, 2001).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rendimento de grãos diminuiu linearmente à medida que se reduz a população de plantas (Figura 1a). Este resultado tem semelhança com aqueles encontrados em alguns trabalhos sobre população de plantas. BLUM (1970) observou que à medida que foi aumentando a população de plantas, o rendimento de grãos também obteve idêntica resposta, mas, representado por diferentes curvas entre os

híbridos estudados. BERENGUER & FACI (2001) não verificaram diferenças significativas entre as densidades de 146 a 300 mil plantas ha<sup>-1</sup>, mas os maiores rendimentos foram obtidos com as maiores populações. XAVIER et al., (1990) trabalhando sobre a influência da densidade populacional na área da folha bandeira, obtiveram diferenças significativas entre os tratamentos, verificando que as populações entre 133 a 200 mil plantas ha<sup>-1</sup> apresentam maiores rendimentos. O baixo rendimento observado na menor população foi provocado, possivelmente, pelo menor número de panículas, mesmo que estas apresentassem maior número de grãos.

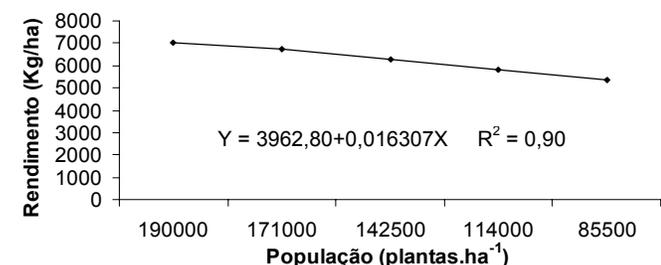
O número de grãos por panícula aumentou linearmente com a redução aleatória na população (Figura 1b). Resultados semelhantes também foram obtidos por BLUM (1970), ROBINSON et al. (1964) e BERENGUER & FACI (2001). Por outro lado, XAVIER et al. (1990), não encontraram respostas que diferissem significativamente, no entanto, as menores densidades populacionais superaram as maiores densidades. Os resultados indicam que o baixo número de plantas contribuiu para um maior número de grãos por panícula, sendo, provavelmente, influenciado pela maior radiação incidente por planta, menor competição intra-específica e maior disponibilidade de nutrientes por área.

O peso de 1000 grãos é considerado estável, somente sendo afetado por condições de estresse durante sua formação. A Figura 1c mostra um pequeno aumento à medida que foi reduzida a população, indicando que não houve efeitos significativos causados pelos tratamentos impostos. Este resultado é semelhante ao encontrado por HUME & KEBEDE (1981), os quais concluíram que a densidade populacional não influencia significativamente o peso de 1000 grãos. Também BLUM (1970), relata que o peso de grãos não é diretamente afetado pela densidade de plantas.

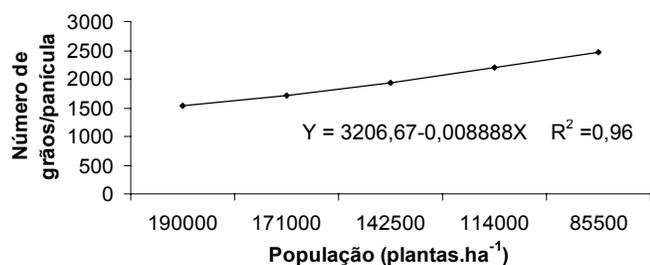
Para melhor interpretação dos resultados que influíram no rendimento de grãos, realizou-se uma análise de trilha (Tabela 1).

Considerando o coeficiente de correlação e seu efeito direto sobre o rendimento de grãos, incluído na Tabela 1, a população final possui associação direta com o rendimento de grãos, alta magnitude e sentido positivo, sendo significativa para determinação do rendimento. A variável número de grãos por panícula também obteve resposta semelhante ao seu efeito direto em magnitude e sinal, tendo significativa associação com a variável rendimento, demonstrando que o maior rendimento está associado com o maior número de grãos por panícula. A correlação entre o rendimento de grãos e o peso médio de grãos foi de -0,72; correlação negativa e significativa, não proporcionando relação satisfatória com o rendimento. Para a massa seca obteve-se correlação negativa de elevada magnitude com o rendimento. O efeito direto da massa seca sobre o rendimento de grãos (3,89), foi positiva e alta, incluindo presença de causa e efeito, apesar da correlação entre rendimento de grãos e matéria seca ter sido negativa (-0,94). Esta correlação negativa pode ter explicação dos efeitos negativos da população final, do número de grãos por panícula e do peso médio de grãos. Neste caso, os efeitos indiretos, negativos e não desprezíveis detectados via população final e número de grãos por panícula, é que impediram a manifestação de uma correlação. No mesmo caso, o efeito indireto via peso médio de grãos foi muito pequeno, demonstrando novamente sua menor importância.

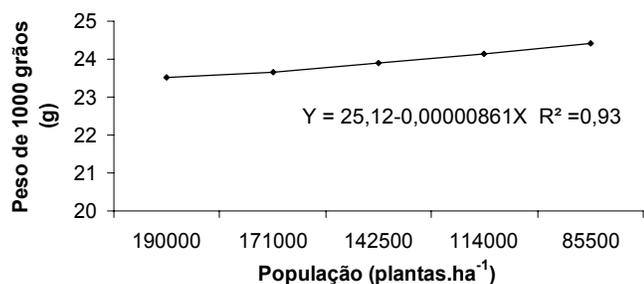
De maneira geral, os resultados mostram que os quatro caracteres relacionados diferiram no seu grau de influência direta sobre o rendimento de grãos.



1a)



1b)



1c)

FIGURA 1 – Rendimento de grãos (1a), Número de grãos por panícula (1b) e Peso de mil grãos (1c) em diferentes reduções de população de plantas de sorgo. CCR/UFSM. Santa Maria, RS. 2001/2002.

A Figura 2a mostra que houve um aumento linear da área foliar por planta com a diminuição da população, tanto no florescimento quanto na maturação fisiológica. Isto se deve, provavelmente, a competição intra-específica imposta à cultura, que causa um efeito de auto-sombreamento das folhas nas maiores populações. Folhas desenvolvidas à sombra são atingidas com intensidade luminosa menor que aquelas expostas diretamente ao sol e, conseqüentemente, a fotossíntese máxima é menor para folhas na sombra (CASTRO et al., 1987). As diferenças na intensidade da luz, provavelmente podem ter sido responsáveis pela maior variação no tamanho de folha.

Na Figura 2b observa-se que o IAF mostrou comportamento linear, diminuindo para as menores populações. Esta redução foi causada, principalmente, pelo menor número de plantas, mesmo que na menor população obteve-se maior área foliar por planta, mas não chegando a compensar, para igualar o IAF com as maiores populações.

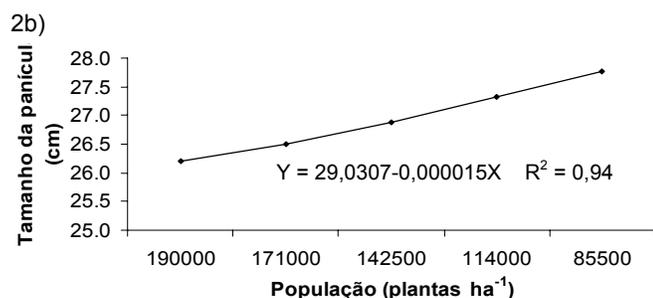
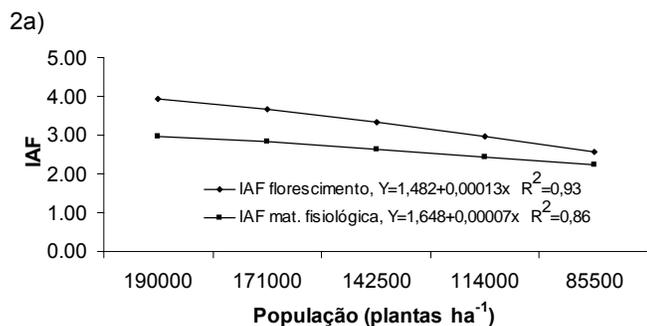
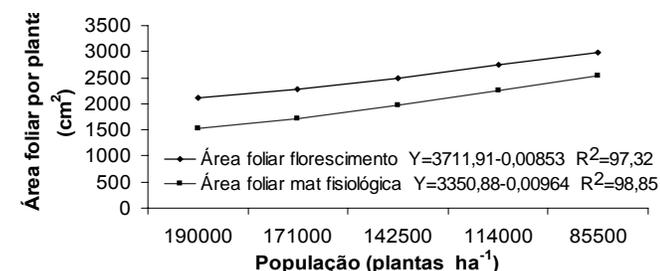
Pode-se observar que, à medida que avançaram os estádios fenológicos do florescimento para maturação fisiológica, ocorreu um menor decréscimo do IAF nas menores populações. Assim, observa-se que houve uma compensação do IAF pelas menores populações à medida que avançavam os estádios fenológicos.

O tamanho de panícula aumentou linearmente para as menores populações (Figura 2c). Idêntico comportamento foi verificado também por XAVIER et al., (1990) estudando a influência da densidade populacional.

Tabela 1 – Efeitos direto e indiretos dos caracteres população final, número de grãos por panícula, peso de 1000 grãos e massa seca da palhada sobre rendimento de grãos. CCR/UFSM. Santa Maria, RS. 2001/2002.

<b>População final</b>	
efeito direto sobre rendimento	2,07
efeito indireto via nº de grãos/panícula	2,41
efeito indireto via massa de 1000 grãos	0,34
efeito indireto via massa seca da palhada	-3,89
total	0,94
<b>Número de grãos por panícula</b>	
efeito direto sobre rendimento	-2,46
efeito indireto via população final	-2,03
efeito indireto via massa de 1000 grãos	-0,25
efeito indireto via massa seca da palhada	3,85
total	-0,90
<b>Peso de 1000 grãos</b>	
efeito direto sobre rendimento	-0,66
efeito indireto via população final	-1,08
efeito indireto via nº de grãos/panícula	-0,93
efeito indireto via massa seca da palhada	1,95
total	-0,72
<b>Massa seca da palhada</b>	
efeito direto sobre rendimento	3,89
efeito indireto via população final	-2,07
efeito indireto via nº de grãos/panícula	-2,43
efeito indireto via massa de 1000 grãos	-0,33
total	-0,94
Coeficiente de determinação (R <sup>2</sup> )	0,99
Efeito da variável residual	0,01

A Figura 3 mostra que houve um acréscimo significativo na massa seca por planta à medida que diminuiu a população. Isto, provavelmente, pode ser explicado pelo menor número de plantas e, conseqüentemente, menor competição por luz e maior disponibilidade de nutrientes por planta, fazendo com que estas produzissem maior quantidade de fotoassimilados. Estes resultados concordam com os obtidos por NUNES (1997) e SILVA (2001) trabalhando com diminuições aleatórias de população na cultura do milho. A radiação solar é um fator determinante para a produção de massa seca (DAUGHTRY et al., 1983), onde o estágio de crescimento e a densidade de plantas influenciam a arquitetura das folhas e, com isso, a distribuição vertical de luz dentro da comunidade vegetal.



2c)

Figura 2 – Área foliar por planta (2a), Índice de área foliar (IAF) (2b) e Tamanho da panícula (2c) em diferentes reduções aleatórias de população de plantas de sorgo. CCR/UFMS. Santa Maria, RS. 2001/2002.

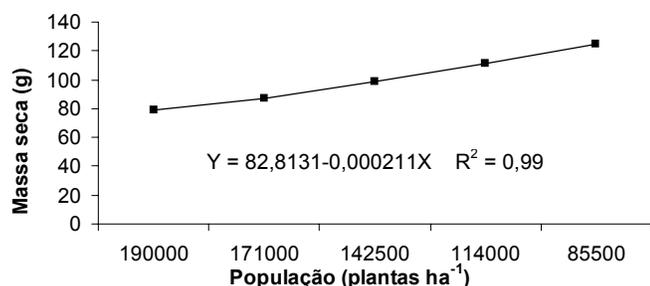


Figura 3 – Massa seca por planta de sorgo em diferentes reduções aleatórias de população de plantas. CCR/UFMS. Santa Maria, RS. 2001/2002.

## CONCLUSÕES

O sorgo possui compensação de rendimento de grãos quando submetido à redução aleatória da população inicial; o componente do rendimento de grãos mais afetado pela redução aleatória da população inicial é o número de grãos por panícula; para as reduções aleatórias da população inicial até a população de 114000 plantas ha<sup>-1</sup>, o sorgo não apresenta decréscimo significativo para o rendimento de grãos que justifique uma ressemeadura.

## ABSTRACT

The objective of this research was to study the effect of random initial plant population reductions on grain yield of sorghum. A field experiment was conducted during the 2001/2002 growing season and the treatments were four random initial plant population reductions (10, 25, 40 and 55%) and a check treatment with 190000 plants ha<sup>-1</sup> and 0,70 m row spacing. The experimental design was a randomized block with three replications. The parameters evaluated were grain yield, its components and morphological traits. Up to 40% reductions in initial plant populations did not result in significant grain yield reduction due to compensation among the yield components. The yield component grain weight was not affected by plant populations and grain per panicle increased at lower populations. A path coefficient analysis indicated that the number of grain per panicle was the component that most affected grain yield. Plant morphological traits were affected by the treatments. Leaf area, panicle size, and plant dry weight increased as plant populations decreased whereas leaf area index, plant stature and total dry weight decreased with increased plant populations. It was concluded that sorghum has a good compensation capacity among the yield components and up to 40% initial plant population reduction does not justify a replant.

Key words: random reductions, path coefficient analysis, yield components.

## REFERÊNCIAS

- BERENQUER, M. J.; FACI, J. M. Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) yield compensation processes under different plant densities and variable water supply. **European Journal of Agronomy**. v.15, p.43-55, 2001.
- BLUM, A. Effect of plant density and growth duration on grain sorghum yield under limited water supply. **Agronomy Journal**, v.62, p.333-336, 1970.
- CASTRO, R.C.; FERREIRA, S. O.; YAMADA, T. **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. 249 p.
- CRUZ, C. D. **Programa Genes: versão windows: aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: UFV, 2001. 248p.
- DAUGHTRY, C. S. T.; GALLO, K. P.; BAUER, M. E. Spectral estimates of solar radiation intercepted by corn canopies. **Agronomy Journal**, Madison. v.75, p. 527-531, 1983.
- HUME, D. J.; KEBEDE, Y. Responses to planting date and population density by early-maturing sorghum hybrids in Ontario. **Canadian Journal Plant Science**, v. 61.p.265-273, 1981.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores de economia**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/default.asp>>. Acesso em: 09 jan. 2003

NUNES, U. R. **Diminuição aleatória de populações de milho como fator de decisão de replantio**. Santa Maria, 1997. 83p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Santa Maria, RS.

ROBINSON, R. G.; BERNAT, L. A.; NELSON, W. W. et al. Row spacing and plant population for grain sorghum in the Humid North. **Agronomy Journal**, v.56, p.189-191, 1964.

SILVA, P. C. S. **Reduções iniciais de populações em três híbridos de milho e sua relação com o rendimento**. Santa Maria, 2001. 66p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal de Santa Maria, RS.

STICKLER, F.C.; WEARDER, S.; PAULI, A. W. Leaf area determination in grain sorghum. **Agronomy Journal**, v.53, p.187-188, 1961.

USDA. United States Department of Agriculture. **Farm Service Agency** Disponível em: <[http://www.faz.usda.gov/psd/intro.asp?\\_id=1](http://www.faz.usda.gov/psd/intro.asp?_id=1)>. Acesso em: 09 jan. 2003

XAVIER, J. J. B. N.; ASSUNÇÃO, M. V.; VIEIRA, F. V. et al. Influência da densidade populacional na área da folha bandeira e na produção de grãos de sorgo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.25, n.5, p.721-726, 1990.