

COMPORTAMENTO DO SORGO GRANÍFERO EM FUNÇÃO DE DIFERENTES FRAÇÕES DA ÁGUA DISPONÍVEL NO SOLO

GRAIN SORGHUM RESPONSES UNDER SEVERAL FRACTIONS OF PLANT AVAILABLE WATER

Marcia Xavier Peiter¹ Reimar Carlesso²

RESUMO

O comportamento morfológico e fisiológico das plantas de sorgo em relação à diferentes níveis de déficit hídrico tem sido caracterizado extensivamente. Entretanto, as respostas são dependentes do grau de severidade e duração do déficit. O objetivo desse experimento foi analisar o comportamento da cultura do sorgo quando submetida a diferentes frações da água disponível no solo. O experimento foi desenvolvido no ano agrícola de 1993/94, em lisímetros de drenagem, protegidos das precipitações pluviométricas através de uma cobertura móvel. A cultivar *Agroceres 3001* foi submetida a quatro tratamentos de irrigação. Irrigações foram aplicadas quando a fração da água disponível (FAD), medida na profundidade do solo explorado pelo sistema radicular das plantas, atingia valores inferiores a 0,95, 0,85, 0,75, e 0,65 da FAD, com três repetições. A altura de plantas e o índice de área foliar foram semelhantes para os tratamentos de 0,75, 0,85 e 0,95 da FAD. O manejo da irrigação com a manutenção da FAD a 0,75 e 0,85 apresentaram valores semelhantes para todas as variáveis analisadas. A manutenção da FAD a 0,65 resultou em um menor crescimento das plantas de sorgo, indicando a ocorrência de déficit hídrico.

Palavras-chave: sorgo, água disponível, lisímetros, irrigação.

SUMMARY

The morphological and physiological behaviour of grain sorghum plants submitted to different water deficit levels has been extensively characterized. However, plant responses are extremely dependents of the severity and duration of the stress. The objective of this experiment was to evaluate the performance

of sorghum crop when submitted to different irrigation management levels. This experiment was conducted during 1993/94 growing season in a set of drainage lysimeters under a rain shelter. The sorghum variety *Agroceres 3001* was submitted to four irrigation treatments. Irrigations were applied when the fraction of plant available water (PAW) were lower than 0.95, 0.85, 0.75 and 0.65, with three replications. Plant height and leaf area index were similar for irrigation management levels at 0.95, 0.85 and 0.75 of PAW. Similar responses were observed for the variables analyzed when sorghum plants were submitted to 0.75 and 0.85 of PAW. A reduction in crop growth was observed in sorghum plants when irrigation was applied to maintain PAW above 0.65.

Key words: sorghum, irrigation, lysimeter, water availability.

INTRODUÇÃO

Atualmente, a irrigação é considerada uma prática fundamental, para garantir a estabilidade das colheitas, elevar o índice de produtividade das culturas e permitir a incorporação de áreas com precipitações reduzidas ou mal distribuídas ao processo produtivo. MOURA et al. (1993) destacam que o sucesso da irrigação envolve muito mais fatores do que a instalação e operação de um equipamento de irrigação. Para a maximização da produtividade, é necessário aplicar a quantidade requerida de água no momento adequado.

¹Engenheiro Agrônomo, Pós-graduando, Curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

²Professor Adjunto, Departamento de Engenharia, Rural, PhD, UFSM, 97119-900, Santa Maria, RS. Autor para correspondência.

Diversos experimentos têm sido conduzidos para caracterizar o comportamento do sorgo granífero sob condições de déficit hídrico. Entretanto, este comportamento tem demonstrado grande diversificação em função dos diferentes locais, práticas de manejo, tipos de solo e cultivares utilizadas (ROSENTHAL et al., 1987, GARRITY et al., 1982, MAGALHÃES et al., 1994). ROSENTHAL et al. (1987) citam um grande número de trabalhos que descrevem os efeitos do déficit hídrico no desenvolvimento foliar e na transpiração em plantas de sorgo. Estes autores utilizam a fração da água disponível (FAD) às plantas, para caracterizar a quantidade de água existente no perfil do solo, quando a transpiração e o desenvolvimento foliar decrescem de sua taxa potencial. Em perfis de solo com FAD acima de 0,70, estes autores verificaram a ocorrência de pequeno ou nenhum efeito sobre a transpiração e desenvolvimento foliar, enquanto que valores em torno de 0,50 da FAD são citados como a causa de expressivas reduções no crescimento e desenvolvimento da cultura, acompanhados por um aumento na resistência estomática, decréscimos na taxa fotossintética, decréscimos na acumulação de matéria seca e na produção. O limite inferior para a ocorrência da expansão foliar e atividade metabólica varia de 0,20 a 0,30, pois nestas condições o processo de senescência é acelerado.

O presente trabalho tem como objetivos caracterizar o comportamento da cultura do sorgo sob diferentes valores de frações da água disponível e determinar o nível ótimo de manejo da irrigação para a cultura do sorgo granífero.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área experimental do Departamento de Engenharia Rural, Campus da Universidade Federal de Santa Maria. Para a condução do experimento foi utilizado um conjunto de lisímetros de drenagem, construídos em fibra de vidro com dimensões de 1,4 x 0,95m e profundidade de 1,0m, e protegidos das precipitações pluviométricas por uma cobertura móvel, de plástico transparente. A cultivar Agrocerec 3001 foi submetida a quatro tratamentos de manejo da irrigação. Irrigações foram aplicadas para manter a FAD, na profundidade efetiva do sistema radicular das plantas, superior a 0,95; 0,85; 0,75 e 0,65. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com três repetições.

O solo na área experimental pertence à unidade de mapeamento São Pedro, classificado como Podzólico Vermelho-Amarelo. Aplicou-se no solo, por

ocasião da semeadura, 16kg de N.ha⁻¹, 64kg de P₂O₅.ha⁻¹ e 64kg de K.ha⁻¹, para manutenção; e, 20kg de N.ha⁻¹ em cobertura aos 15 dias após a emergência (DAE). A semeadura foi realizada em linhas no dia 20 de novembro de 1993, com orientação norte-sul. Semearam-se 22 sementes em cada lisímetro, perfazendo, aproximadamente, uma população de 165.000 plantas.ha⁻¹.

Aos cinco DAE selecionaram-se três plantas por parcela. A evolução da área foliar, senescência e altura das plantas foram monitoradas de 3 a 4 vezes por semana, durante o ciclo da cultura. A determinação da área foliar foi realizada, desde o aparecimento das folhas no cartucho, até o surgimento da bainha. A área foliar das plantas foi calculada através do produto das medidas do comprimento e maior largura de cada folha, multiplicada pelo coeficiente de 0,75 (STICKLER et al., 1961). As observações de senescência foram realizadas visualmente, estabelecendo-se uma escala de 0 a 100%, que correspondiam às folhas totalmente verdes e totalmente senescentes, respectivamente. A medição da altura das plantas foi realizada considerando-se a distância vertical, desde o nível do solo, até a última bainha da folha visível na planta. A colheita foi realizada quando as plantas atingiram a maturação fisiológica. Coletaram-se oito plantas por parcela, que, com exceção das sementes, foram secas em estufa a 65°C até atingirem peso constante. Foram avaliados o peso de sementes, peso de colmos, peso de panículas, massa seca total (incluindo-se sementes) e peso de mil sementes.

O controle do conteúdo da água no perfil do solo foi feito, três vezes por semana, a partir de 10 DAE até a colheita. As determinações foram realizadas com sonda de nêutrons HYDROPROBE CPN 503DR nas camadas de 0-20cm, 20-40cm, 40-53cm, 53-66cm e 66-100cm de profundidade. Para o cálculo da FAD, considerou-se para cada camada como limite superior, a quantidade da água retida no solo, previamente saturado, após cessar a drenagem; e, como limite inferior a quantidade da água armazenada, após toda a extração possível realizada por plantas desenvolvidas normalmente, conforme metodologia apresentada por CARLESSO (1995). A máxima quantidade da água armazenada no perfil do solo dos lisímetros (limite superior menos limite inferior) foi de 172,13mm em 100cm de profundidade (profundidade explorada pelo sistema radicular das plantas) e a fração da água disponível para os tratamentos foi calculada em relação a este valor. As doses de irrigação utilizadas foram calculadas elevando-se o conteúdo de água no perfil dos limites inferiores estabelecidos pelos tratamentos até o limite superior.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores da FAD no solo observados durante o ciclo da cultura são apresentados na Figura 1. O manejo da irrigação apresentou valores médios da FAD, calculados entre 23 e 100 DAE, de 0,95; 0,87; 0,75 e 0,68; a frequência média de irrigação de 1,0; 2,48; 5,39 e 13,69 dias e dose média de 32,11; 13,87; 27,29 e 37,83mm/dia para os tratamentos de 0,95; 0,85; 0,75 e 0,65 da FAD, respectivamente. A redução observada na FAD, em todos os tratamentos, no período de 30 a 40 DAE foi devido a problemas na aplicação da água de irrigação. A manutenção da FAD com valores superiores a 0,95 requereu irrigações diárias o que praticamente a inviabiliza para a irrigação de plantas de lavoura, devido ao provável custo elevado de operações do sistema de irrigação.

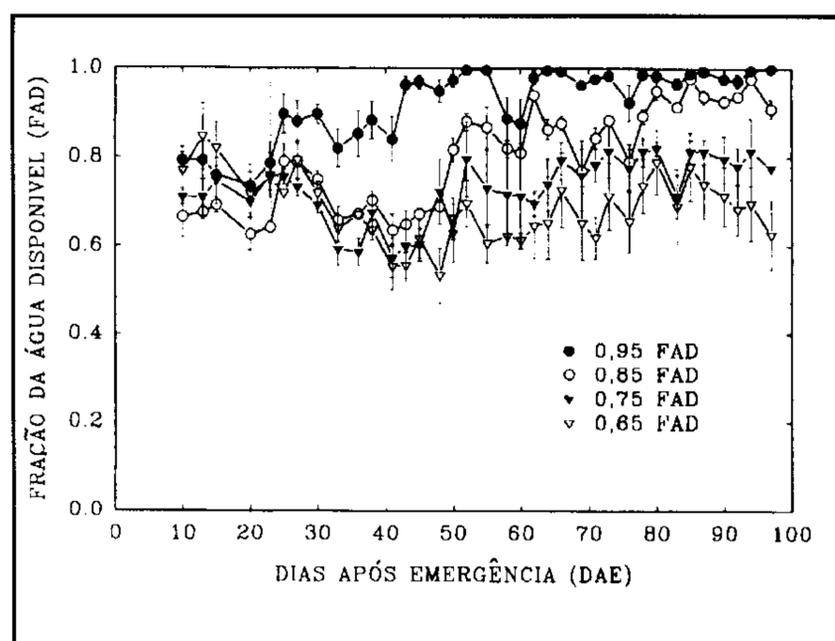


Figura 1. Variação temporal da fração de água disponível nos quatro tratamentos de manejo de irrigação. As barras verticais representam o desvio padrão. A área a direita da linha vertical pontilhada indica o período sob manejo de irrigação.

A evolução do índice de área foliar (IAF) foi semelhante para os diferentes manejos de irrigação até, aproximadamente, dez dias após a aplicação dos tratamentos (35 DAE) (Figura 2). A partir deste momento o manejo da irrigação com 0,65 da FAD apresentou uma redução no IAF comparado aos demais tratamentos. Entretanto, valores semelhantes do IAF foram observados para os tratamentos com FAD de 0,95; 0,85 e 0,75. ROSENTHAL et al. (1987), RITCHIE (1981) e CARLESSO (1993) observaram que são pequenas, ou mesmo nulas, as reduções no desenvolvimento foliar de plantas submetidas a FAD superiores a 0,70. O IAF máximo foi semelhante para

os tratamentos de 0,95; 0,85 e 0,75 da FAD (IAF=5,4) e 15% maior que o tratamento de 0,65 da FAD (IAF=4,6). A redução na área foliar é uma adaptação morfológica irreversível, quando ocorre durante o crescimento e desenvolvimento da cultura, particularmente em culturas de crescimento determinado. Uma diminuição na área foliar das plantas ocasiona uma diminuição na interceptação e absorção de radiação solar fotossinteticamente ativa e, conseqüentemente, uma menor produção de carboidratos. Assim, o crescimento da cultura e a produtividade potencial que foram perdidas não poderão ser recuperadas se a cultura for novamente submetida às condições ideais de crescimento. De acordo com CLAASEEN & SHAW (1970), DENMEAD & SHAW (1960), a influência principal do déficit hídrico na redução da produtividade é devido à redução do tamanho das folhas (superfície fotossintética), principalmente, durante o estabelecimento da cultura, devido à incompleta absorção da radiação solar (BEGG, 1980) e não às modificações na taxa líquida de assimilação fotossintética.

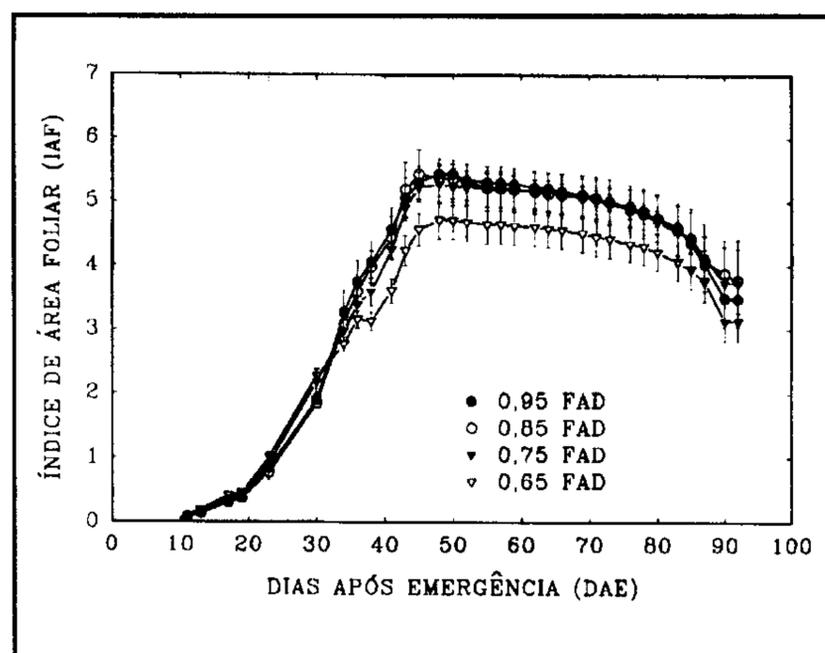


Figura 2. Variação da área foliar ativa (IAF) ao longo do ciclo da cultura do sorgo granífero em função de diferentes frações da água disponível no solo (FAD). As barras verticais representam o desvio padrão. A área a direita da linha vertical pontilhada indica o período sob manejo de irrigação.

Um decréscimo uniforme no IAF foi observado, em todos os tratamentos, a partir dos 70 DAE. As folhas inferiores das plantas de sorgo, em todos os tratamentos, apresentaram uma senescência precoce, devido, provavelmente, ao IAF elevado. Como conseqüência essas folhas absorveram menos radiação solar fotossinteticamente ativa para sua manutenção e a senescência não foi devido à ocorrência de deficiência hídrica.

O comportamento da altura das plantas de sorgo foram semelhantes em todos os manejos da irrigação (Figura 3) e similarmente ao índice de área foliar (Figura 2) o manejo da irrigação com a manutenção da FAD a 0,65 resultou em uma menor altura final de plantas. As alturas finais das plantas foram de 89,7; 84,4; 84,7 e 79,6cm para 0,95; 0,85; 0,75 e 0,65 da FAD respectivamente. O número total de folhas observado para as plantas submetidas ao tratamento de 0,65 e 0,95 da FAD foi 15,88 e 15,11, respectivamente. Estes resultados demonstraram que o manejo da irrigação a 0,65 da FAD resultou em um menor comprimento dos entre-nós associado a um maior número de folhas e menor área foliar individual (Figura 2). CLASEEN & SHAW (1970) observaram que períodos curtos de déficit hídrico possuem um significativo efeito na alongação do colmo e no comprimento dos entre-nós. ROSENTHAL et al. (1987), encontraram que o aumento do déficit hídrico aumenta o número de folhas, porém com menor área foliar individual. De acordo com DUNCAN (1980), em condições de desenvolvimento normal, o número de nós que são iniciados é uma função do genótipo, modificado pela temperatura e pelo comprimento do dia. Por outro lado, CHIELLE et al. (1984) verificaram que a redução na altura de plantas ocorre em função da quantidade da água disponível no solo.

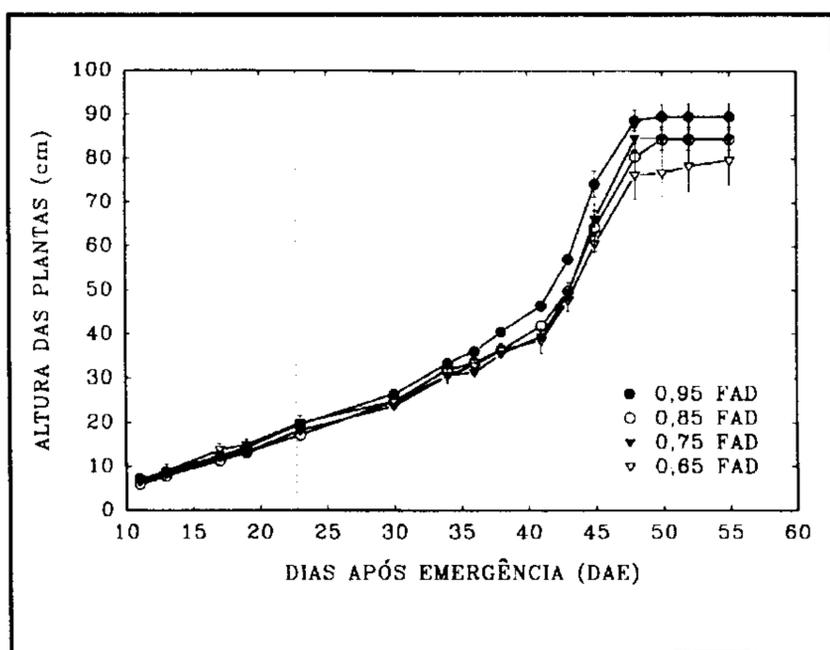


Figura 3. Variação da altura de plantas ao longo do ciclo e crescimento do sorgo granífero para diferentes frações da água disponível no solo (FAD). As barras verticais representam o desvio padrão. A área a direita da linha vertical pontilhada indica o período sob manejo de irrigação.

Os resultados de peso de colmos, peso de panículas, peso de sementes, massa seca total e peso de mil sementes, são apresentados na Tabela 1. A redução observada no peso de panículas e peso de sementes das plantas mantidas a 0,65 da FAD foi, provavelmente, ocasionada pela menor produção e acumulação de carboidratos produzidos devido a menor área fotossintética ativa observada em comparação aos demais tratamentos (Figura 2). A manutenção da FAD superior a 0,95 apresentou uma maior

Tabela 1. Valores médios de massa seca total (MST), peso de colmos, peso de sementes, peso de panículas e peso de mil sementes (PMS) para o sorgo granífero submetido a quatro níveis de fração da água disponível no solo (FAD), Santa Maria, 1994.

Fração da água disponível	panículas (g/planta)	Sementes (g/planta)	MST (g/planta)	Colmos (g/planta)	PMS (g)
0,95	6,12a*	35,33a	111,36	57,46a	28,82a
0,85	4,67a	32,61ab	78,85 b	30,24 b	26,01a
0,75	5,27a	31,16 b	78,86 b	33,07 b	24,43a
0,65	3,95 b	25,08 c	60,09 c	20,86 b	22,66a

* Tratamentos com valores não seguidos da mesma letra na vertical apresentam diferenças estatisticamente significativas pelo teste de Tukey ($P = 0,05$).

quantidade de carboidratos armazenados nos colmos evidenciando uma maior capacidade de produção, armazenamento e translocação de carboidratos para as sementes e panículas. De acordo com ROSENTHAL et al. (1987) esta reserva de carboidratos é a primeira a contribuir para o enchimento dos grãos, principalmente em condições de déficit hídrico.

A manutenção da FAD a 0,65 resultou em um menor peso de panículas, sementes e massa seca total, entretanto, o manejo da irrigação com a manutenção da FAD a 0,75 e 0,85 apresentaram valores semelhantes para todas as variáveis analisadas na colheita (Tabela 1), área foliar (Figura 2) e altura de plantas (Figura 3). Embora a manutenção da FAD a 0,95 tenha apresentado valores mais elevados, comparado aos demais tratamentos, para as variáveis avaliadas na colheita, a sua utilização implica em aplicações diárias de irrigação.

A aplicação do balanço hídrico, durante o período de 25 a 90 DAE, resultou em uma evapotranspiração média da cultura de 5,10, 4,38, 4,37 e 4,11mm/dia (PEITER, 1994) para os tratamentos com

FAD de 0,95; 0,85; 0,75 e 0,65, respectivamente. Segundo Doorembos & Kassan apud BERGAMASCHI (1992), para esses valores de evapotranspiração da cultura, a FAD deve ser mantida com valores superiores a 0,3 e 0,4 para que o crescimento e o desenvolvimento das plantas de sorgo não seja afetado negativamente. Entretanto, os resultados deste experimento demonstraram que a manutenção da FAD inferior a 0,75 resultou em redução na capacidade produtiva das plantas de sorgo granífero. Além disso, os valores de FAD apresentados por Doorembos & Kassan apud BERGAMASCHI (1992) foram determinados baseados na capacidade de água disponível no solo, tendo como limites a capacidade de campo e o ponto de murcha permanente do solo, determinados em laboratório a partir da curva característica de água no solo. Essa metodologia de determinação da FAD quando comparada com a sistemática utilizada neste experimento (CARLESSO, 1995) resulta em valores mais elevados da FAD, evidenciando, assim, a necessidade de revisão na recomendação do manejo da irrigação da cultura do sorgo granífero.

CONCLUSÕES

O manejo da irrigação da cultura do sorgo granífero deve ser realizado com a manutenção da fração de água disponível no solo superior a 0,75, na profundidade efetiva do sistema radicular. A manutenção da fração de água disponível a 0,65 ocasiona modificações no crescimento e desenvolvimento das plantas de sorgo granífero com efeitos negativos na capacidade produtiva da cultura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEGG, J.E. Morphological adaptations of leaves to water stress. In: TURNER, N.C., KRAMER, P.J. **Adaptations of plants to water and high temperature stress**. Wiley & Sons, 1980. p. 33-42.
- BERGAMASCHI, H. Desenvolvimento de déficit hídrico em culturas. In: BERGAMASCHI, H., BERLATO, M.A., MATZENAUER, R., et al. **Agrometeorologia aplicada à irrigação**. Porto Alegre: Ed. da Universidade/UFRGS, 1992. p. 25-32.
- CARLESSO, R. **Influence of soil water deficits on maize growth and leaf area adjustments**. East Lansing-MI. 257 p. (Dissertação de Doutorado), Michigan State University, 1993.
- CARLESSO, R. A absorção de água pelas plantas, água disponível versus extraível e a produtividade das culturas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 25, n. 1, p. 183-188, 1995.
- CHIELLE, Z.G., CHIELLE, M.C.P., SOARES, G.J. Efeito da irrigação em duas cultivares de sorgo sacarino e quatro densidades de plantio em solos de várzea. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO E SORGO, 13, 1984, Pelotas. **Anais ... Pelotas: ABMS**, 1984.
- CLAASEEN, M.M., SHAW, R.H. Water deficit effects on corn. I. Vegetative components. **Agronomy Journal**, Madison, v. 62, p. 649-652, 1970.
- DENMEAD, O.T., SHAW, R.H. The effects of soil moisture stress at different stages of growth on the development and yield of corn. **Agronomy Journal**, Madison, v. 52, p. 272-274, 1960.
- DUNCAN, W.G. Maize. p.23-51. In: Evans, L.T. **Crop Physiology: Some case histories**. Cambridge University Press, Cambridge, England, 1980.
- GARRITY, D.P., WATTS, D.G., SULLIVAN, C.Y., et al. Moisture deficits and grain sorghum performance: Evapotranspiration-yield relationships. **Agronomy Journal**, Madison, v. 74, p. 815-820, 1982.
- MAGALHÃES, P.C., DURÕES, F.O.M., PAIVA, E., et al. Recuperação da cultura do sorgo após um período de déficit hídrico. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 20., 1994, Goiânia. **Anais ... Goiânia: ABMS**, 1994. p. 186.
- MOURA, M.V.T. de, BOTREL, T.A., FRIZZONE, J.A., et al. Determinação do consumo de água na cultura da cenoura (*Daucus carota* L.). **Engenharia Rural**, Piracicaba, v.4, p. 89-101, 1993.
- PEITER, M.X. **Comportamento do sorgo granífero (Sorghum bicolor Moench) quando submetido a diferentes níveis de irrigação**. Santa Maria-RS. 82p. Tese (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria, 1994.
- RITCHIE, J.T. Soil water availability. **Plant Soil**, v. 58, p. 327-338, 1981.
- ROSENTHAL, W.D., ARKIN, G.F., SHOUSE, P.J., et al. Water deficit effects on transpiration and leaf growth. **Agronomy Journal**, Madison, v. 79, p.1019-1026, 1987.
- STICKLER, F.C., WEARDEN, S., PAULI, A.W. Leaf area determination in grain sorghum. **Agronomy Journal**, Madison, v. 53, p. 187-188, 1961.