



Avaliação do sorgo forrageiro sob diferentes níveis de irrigação

Djair Alves de Melo¹, Radácia Cardoso Pereira²

¹Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia – UFV. e-mail: djairmelo@ifrr.edu.br

²Aluna de Pós-Graduação em Gestão Escolar - UNOPAR. e-mail: radaciacardoso@gmail.com.br

Resumo: Com este trabalho objetivo-se avaliar os efeitos de diferentes taxas de reposição da evapotranspiração, aplicada via irrigação, sobre o rendimento e qualidade do sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). A pesquisa foi desenvolvida em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e cinco repetições. Foram aplicados 100% (T1), 75% (T2), 50% (T3) e 25% (T4) de reposição da água consumida no processo evapotranspirativo, sendo que o tratamento com 100% foi usado como referencial. Para avaliar o rendimento, foram estudadas as variáveis de produção de matéria seca da parte aérea e produção de matéria seca das raízes. A qualidade nutricional da forragem foi avaliada pelos teores (%) de matéria seca (MS), fibras em detergente neutro (FDN) e fibras em detergente ácido (FDA). Os resultados demonstraram que a cultura respondeu sensivelmente ao déficit hídrico; a produção de matéria seca da parte aérea teve acentuada redução quando foi diminuída a disponibilidade de água no solo, com maior diferença no tratamento que recebeu apenas 25% (T4) do consumo máximo, equivalendo a 57,9% do rendimento máximo. Da mesma forma, a matéria seca das raízes também foi severamente reduzida em 25% (T4). Para a qualidade de forragem, o efeito foi verificado em todas as variáveis, porém na FDA constatou-se os melhores resultados, com redução em seus teores à medida que diminuiu o conteúdo de água disponível no solo. A FDN comportou-se da mesma forma e no teor de MS o efeito foi inverso. O sorgo responde de forma satisfatória quando submetido aos tratamentos nas condições em que foi conduzido o experimento e o suprimento de água a partir de 70% da demanda máxima proporciona bons resultados comparado ao suprimento máximo.

Palavras-chave: DÉFICIT HÍDRICO, MANEJO DE IRRIGAÇÃO, QUALIDADE DE FORRAGEM, RENDIMENTO DE BIOMASSA

1. INTRODUÇÃO

A região do nordeste brasileiro apresenta um histórico de baixa precipitação durante todo o ano, a ocorrência de chuvas se concentra em curto período do ano, sendo seguido de um longo período de estiagem. Esse regime hidrológico característico constitui um dos principais fatores que afetam a produtividade das forrageiras nas atividades agropecuárias dessa região.

O estresse hídrico é típico do período pós-chuva nas regiões tropicais, onde várias culturas, entre as quais o sorgo cresce e se desenvolve sob depleção do perfil de umidade do solo, determinada pela precipitação antes e durante a estação de crescimento, demanda evaporativa alta e características do solo (Krishnamurthy *et al.*, 1999).

Em muitas regiões do mundo onde o sorgo é cultivado a água é o fator limitante para a sua produção. O conhecimento das relações hídricas que envolvem essas culturas é de fundamental importância para o seu manejo.

No Brasil, o sorgo tem mostrado grande potencial de produção, não somente por sua comprovada capacidade de suportar estresses ambientais, mas, também, por ser mecanizável do plantio à colheita; por apresentar grande amplitude de épocas de plantio e viabilidade de utilização de equipamentos empregados em outras culturas. O plantio do sorgo em regiões e épocas com riscos de, principalmente, déficit hídrico, pode contribuir para o aumento da sustentabilidade da produção de grãos e forragem com redução do ônus para o produtor.

No nordeste brasileiro, a cultura do sorgo é bastante utilizada para consumo animal durante a estação seca, quando invariavelmente sofrem com o estresse hídrico devido à competição pelo limitado suprimento de água de irrigação onde os produtores preferem outras culturas.



É importante se conhecer os efeitos do déficit hídrico na quantidade e qualidade da forragem produzida por essas espécies, buscando estabelecer parâmetros de resposta com base nas relações hídricas do sistema solo-planta.

Dessa forma, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de verificar a influência da variação de água disponível no solo sobre o rendimento e composição bromatológica de plantas de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench).

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em telado de náilon sob as coordenadas 7°01'28"S e 37°16'48"W, com altitude média de 249 m. O clima da região, conforme classificação de Köppen é do tipo Bsh, quente e seco, com chuvas de inverno.

O solo utilizado foi proveniente de uma área de aluvião (Neossolo Flúvico), tendo sido cultivado pela última vez com a cultura do milho.

Foram coletadas amostras de solo do horizonte superficial (0 a 20 cm), coincidindo aproximadamente com a camada arável, onde se desenvolve a maior parte das raízes. Este solo foi selecionado para o experimento devido ser típico de locais onde se cultiva o sorgo na região.

Após a coleta, o solo foi seco ao ar, destorroado, homogeneizado e passado em peneira de malha grossa, para então serem retiradas amostras para análise em laboratório, com a finalidade de caracterizá-lo química e fisicamente. Os resultados das análises estão na Tabela 1.

Tabela 1 - Atributos físicos e químicos do solo utilizado no experimento.

Atributos físicos								
Granulometria			Classificação textural		dg	dp		
Areia	Silte	Argila						
————— g*kg ⁻¹ —————						— g cm ⁻³ —		
719	70	211	Textura média		1,55	2,70		
Atributos químicos								
pH	P	Ca	Mg	K	Na	H+Al	T	V
CaCl ₂ 0,01M	mg.dm ⁻³	—————		cmolc dm ⁻³		—————		%
5,5	15,8	6,2	1,4	0,48	0,5	1,8	10,3	80

A caracterização física foi realizada determinando-se a composição granulométrica e argila dispersa em água pelo método da pipeta; a densidade do solo, pelo método do anel volumétrico; a densidade das partículas, pelo método do balão volumétrico, todos segundo EMBRAPA (1997).

Na caracterização química, determinaram-se: o pH, potássio e sódio por fotometria de chama, após extração com HCl 0,05 molL⁻¹; cálcio, magnésio e alumínio trocáveis, por espectrofotometria de absorção atômica, após extração com KCl 1 molL⁻¹; a acidez potencial (Al+H), por extração com acetato de cálcio 0,5 molL⁻¹ a pH 7,0 e fósforo disponível, por colorimetria em presença de ácido ascórbico, depois da extração com solução de Mehlich⁻¹ (EMBRAPA, 1997).



Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e cinco repetições, que foram igualmente testados na cultura do sorgo.

A quantidade de água aplicada em T1 correspondeu à reposição total da água utilizada pelas plantas no processo de evapotranspiração, enquanto nos demais tratamentos, foram aplicadas as frações das reposições de T1, conforme se vê na Tabela 2. Assim, as plantas se desenvolveram sob diferentes conteúdos de água no solo, na faixa de disponibilidade, definida por Doorembos & Prutt (1974), como a diferença em termos percentuais entre a água retida à Capacidade de Campo (-33kPa) e a água retida ao Ponto de Murcha Permanente (-1.500 kPa), que correspondem aos valores de -0,33 atm e -15 atm, respectivamente, na curva característica média de retenção de água no solo.

Tabela 2 - Definição dos tratamentos utilizados de acordo com o delineamento estatístico adotado.

Tratamentos			
T1	T2	T3	T4
100%=CC	75%	50%	25%

De acordo com o delineamento experimental foram utilizados 40 vasos plásticos, distribuídos sobre bancadas de madeira, onde permaneceram durante a condução do experimento. Em cada um deles foram colocados 9 kg de solo mais 11,7 g de P_2O_5 . Esta adubação foi realizada com base no resultado da análise química (Tabela 1).

Na semeadura foi utilizada a variedade IPA - 457, colocando-se cinco sementes por vaso, bem distribuídas, a cerca de 1,0 cm de profundidade.

No desbaste, realizado uma semana após a germinação, procurou-se eliminar as plantas menores e mais fracas deixando-se duas plantas por vaso. Neste caso, o objetivo foi obter resultados mais homogêneos entre as parcelas, no caso de alguma planta ser perdida.

A irrigação foi realizada manualmente, repondo-se o total ou fração da água consumida pelas plantas, de acordo com cada tratamento, foram estabelecidos turnos de rega de três dias na primeira metade do período de crescimento e de dois dias na segunda, quando as exigências hídricas aumentaram.

Assim, a quantidade de água repostas nestes tratamentos, em cada irrigação, foi sempre a diferença entre a quantidade fornecida e a fração percolada, funcionando como controle. Os demais tratamentos receberam, ao longo de todo o experimento, as respectivas porcentagens, calculadas com base em T1.

O início dos tratamentos ocorreu no 13º dia após a semeadura, quando as plantas apresentavam entre 3 e 4 folhas.

Para a coleta das raízes foi utilizado o meio de lavagem a jato de água sobre uma peneira para desprender o solo do sistema radicular. Em seguida as mesmas foram acondicionadas em sacos de papel e levadas à estufa para secagem, para obtenção do peso de matéria seca.

Para avaliar as respostas das culturas aos diferentes volumes de água aplicados consideraram-se como variáveis a serem estudadas: peso de matéria seca da parte aérea das plantas, peso massa seca das raízes, matéria seca (MS), Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Fibra em Detergente Ácido (FDA).

Os pesos de matéria seca da parte aérea e a massa das raízes foram obtidos após o material secar em estufa, acondicionado em sacos de papel, à temperatura de 65°C, por 72 horas.

As determinações de MS, FDN e FDA foram feitas de acordo com metodologia de Van Soest (1991), a partir de amostras do material da parte aérea seco em estufa a 105°C e moído em moinho estacionário do tipo “Willey” com peneira de 1 mm.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, pelo teste F, conforme esquema de experimento inteiramente ao acaso, e, para a comparação de médias, utilizou-se o teste de Tukey (GOMES, 1987). As análises foram feitas utilizando o programa estatístico (SISVAR) descrito por Ferreira (2000).



3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de produção de matéria seca na cultura estudada encontram-se discriminadas por tratamentos na Tabela 3.

Tabela 3 - Valores médios da produção de matéria seca (g) da parte aérea do sorgo sob diferentes conteúdos de água no solo.

Tratamentos	Sorgo (g)
100%	15,20 a *
75%	15,20 a
50%	11,00 b
25%	6,40 c
CV %	11,98

*Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Nesta tabela, observa-se redução na produção de massa seca da parte aérea do sorgo à medida que diminuiu a quantidade de água aplicada ao solo, comparada à testemunha. Por outro lado, ocorreu efeito significativo, igualmente, entre os tratamentos T2, T3 e T4, que tiveram aplicação de 75%, 50% e 25% da quantidade aplicada em T1 (100%), respectivamente.

O efeito significativo verificado entre os tratamentos T3 e T4, e, principalmente, destes em relação à T1 e T2, demonstra que a cultura estudada respondeu sensivelmente a fortes estresses hídricos, com drástica redução da produção de matéria seca, nas condições estudadas.

A maior produção de massa seca de sorgo foi obtida no tratamento T1 e, a menor, no tratamento T4, que representam os dois extremos em disponibilidade de água neste experimento.

Desta forma, com as respostas da cultura aos maiores conteúdos de água no solo (75% e 100%) constatou-se uma tendência de maior aproveitamento da água disponível para produção de massa seca do sorgo.

A diminuição da massa seca pode ser atribuída à redução da lâmina foliar, ocorrido no presente estudo, confirmando de que a expansão foliar está ligada diretamente aos efeitos do estresse hídrico Lea *et al.* (1992), uma vez que as células só crescem quando estão túrgidas (Felippe, 1985).

As menores produções de massa seca obtidas pelas plantas de sorgo nesses tratamentos, que receberam, respectivamente, 50% e 25% da quantidade de água aplicada em T1 (100%), indicam que esta espécie, apesar de, na literatura, informar que é considerada bastante resistente à seca, teve uma redução de 27,6% e 57,9%, respectivamente, na produção do sorgo.

Para Oliveira *et al.* (2002), em sendo o sorgo tolerante a temperaturas elevadas e também por possuir características xerófilas, é importante se conhecer os níveis adequados de água no solo em regiões sujeitas à seca e que não disponham de irrigação.

De acordo Masojidek *et al.* (1991), os quais relataram que o sorgo possui características fisiológicas que permitem paralisar o crescimento ou diminuir as atividades metabólicas durante o estresse hídrico, para reiniciar o crescimento quando a água se tornar disponível.

Na Tabela 4 são mostrados os dados de produção média de massa seca de raízes de sorgo submetidos aos diferentes níveis de água no solo.

Tabela 4 - Valores da produção média de massa seca (g) de raízes de sorgo sob diferentes conteúdos de água no solo.



Tratamentos	Sorgo (g)
100%	5,20 ab*
75%	6,40 a
50%	4,00 ab
25%	2,20 b
CV %	36,47

*Médias seguidas pelas mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

O tratamento T4 (25% da reposição total) sofreu uma redução de 65,62% no peso da matéria seca das raízes em relação ao tratamento T2 (75% da reposição total), sendo estatisticamente diferente ($P < 0,05$).

Doorenbos & Kassan (1994) recomendaram estudos regionalizados sobre a relação entre queda de rendimento relativo e o déficit de evapotranspiração relativa, com teste dos fatores de resposta, já que as condições de produção durante o ciclo da cultura dependem do local e da variedade utilizada.

A qualidade da forragem foi expressa em teores médios de MS, FDN e FDA, determinados para as plantas de sorgo em função dos níveis de água, apresentam-se na Tabela 5. Ocorreu efeito dos tratamentos ($p < 0,05$) para todas as variáveis citadas acima.

O percentual de matéria seca das plantas de sorgo aumentou com a redução da quantidade de água aplicada ao solo, de modo que o maior rendimento (11,81%) foi obtido com reposição de 25% do total e, o menor (8,15%), com 100% de reposição. Já para os valores de FDN e FDA, verifica-se o inverso, ou seja, seus teores decresceram com a redução do conteúdo de água no solo.

Tabela 5 - Percentuais médios para as variáveis matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) do sorgo.

TRATAMENTOS	SORGO		
	MS (%)	FDN (%)	FDA (%)
100%	8,15 b*	66,35 a	39,37 a
75%	8,84 b	64,14 a	33,92 b
50%	10,90 a	63,59 a	31,13 b
25%	11,81 a	57,37 b	26,45 c
CV %	10,25	4,03	5,89

*Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Os dados de FDN possuem tendência de redução à medida que diminuiu a quantidade de água aplicada ao solo, onde essa tendência se define melhor com efeito significativo ($p < 0,05$) entre T4 e os demais tratamentos.



O teor mais baixo de FDN para o sorgo foi verificado no tratamento onde se aplicou estresse hídrico, com somente 25% da reposição total (57,37%), que diferiu estatisticamente dos demais tratamentos ($P < 0.05$), sendo que o maior teor (66,34%) foi atingido quando as plantas receberam 100% de reposição de água ao solo. Estes resultados estão de acordo com os valores encontrados em trabalhos realizados por Gontijo Neto *et al.* (2000), onde o FDN variou de 51,6% a 67,4% com o sorgo dentro do período estudado.

São poucas as informações contidas na literatura sobre a relação entre o estresse hídrico e a proporção de tecidos e a espessura da parede celular. Segundo Wilson & Mertens (1980), é esperado que as plantas sob déficit hídrico apresentem maior produção de tecidos estruturais e paredes celulares mais espessas, apesar de que trabalhos realizados por estes autores, com gramíneas forrageiras, não tenham evidenciado tal afirmação.

Os teores médios de FDA são os que melhor explicam as diferenças entre tratamentos. Nas plantas de sorgo, T1 e T4 diferiram entre si ($P < 0,05$) e de T2 e T3, que não diferiram entre si.

Resposta das culturas à variação de níveis hídricos tem sido propósito de pesquisas científicas, buscando o aumento na eficiência do uso de água pelas plantas, com vistas à otimização de práticas de manejo, bem como ao maior entendimento dos efeitos do estresse hídrico no crescimento e na produção de matéria seca (Gomide *et al.*, 1998).

6. CONCLUSÕES

A cultura do sorgo responde de forma satisfatória aos tratamentos em todas as variáveis estudadas;

O estresse hídrico severo durante todo o período de crescimento afeta sensivelmente o rendimento de forragem das culturas do sorgo;

O estresse hídrico ocasiona redução nos teores de fibra (FDA e FDN) da massa forrageira do sorgo;

Os rendimentos obtidos para o sorgo quando o suprimento de água foi mantido acima de 70% do consumo máximo são bons, comparados aos seus rendimentos máximos, indicando que esta cultura pode produzir satisfatoriamente sob déficit hídrico moderado em condições de irrigação.

REFERÊNCIAS

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. GHEYI, H.R.; SOUZA, A.A.; DAMASCENO, F.A.V.; MEDEIROS, J.F. (Tradutores) Campina Grande: UFPB, 1994. 306p.

DOORENBOS, J., PRUTT, W.O. 1974. **Crop water requirements**. Rome: FAO, 1974 p, (Irrigation and Drainage Paper 24).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

FELIPPE, G.M. 1985. Etileno. In: FERRI, M.G. (Ed.) **Fisiologia vegetal**. 2.ed. São Paulo: EPU, v.2, p.163-192.

FERREIRA, D.F. Sistema de análises de variância para dados balanceados. Lavras: UFLA, 2000. (SISVAR 4. 1. pacote computacional).

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

GOMIDE, R.L.; MAGALHÃES, P.C.; WAQUIL, J.M.; FERREIRA, W.P. Avaliação do estresse hídrico em cultivares de milho e sorgo por meio de um gradiente contínuo de irrigação. In:



CONGRESSO BRASILEIRO DE MILHO E SORGO, 22, 1998, Recife. **Anais...** Recife: Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária/Embrapa-CNPMS, 1998. p. 4 CD-ROM.

GONTIJO NETO, M.M.; OBEID, J.A.; PEREIRA, O.G. et al. Avaliação de características agronômicas de cinco híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, n. 37. 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. (CD Room).

KRISHNAMURTHY, L.; JOHANSEN, C.; SETHI, S.C. Investigation of factors determining genotypic differences in seed yield of non-irrigated and irrigated chickpeas using a physiological model of yield determination. **J. Agron. Crop Sci.**, v. 183, n.1, p. 9–17, 1999.

LEA, P.J.; AL-SULAITI, A., PALMER, S. I *et al.* Absorção e metabolismo denitrogênio sob estresse hídrico. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ESTRESSE AMBIENTAL: O MILHO EM PERSPECTIVA, 1992, Belo Horizonte. **Resumos...** Belo Horizonte: EMBRAPA-CNPMS, 1992. p. 26-27.

MASOJIDEK, J.; TRIVEDI, S.; HALSHAW, L.; ALEXIOU, A.; HALL, D. O. The synergetic effect of drought and light stress in sorghum and pearl millet. **Plant Physiology**, v. 96, n. 1, p. 198-207, 1991.

OLIVEIRA, J.S.; FERREIRA, R.P.; CRUZ, C.D.; PEREIRA, A.V.; BOTREL, M.A.; VON PINHO, R.G.; RODRIGUES, J.A. S.; LOPES, F.C.F.; MIRANDA, J.E.C. Adaptabilidade e estabilidade em cultivares de sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 883-889, 2002. Suplemento.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476 p.

WILSON, J.R.; MERTENS, D.R. Cell wall accessibility and cell structure limitations to microbial digestions of four forage species. **Aust. J. Plant Physiol.** v. 7, p. 207-209, 1980.