

CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DA PRIMEIRA REBROTA DE CULTIVARES DE SORGO SOB DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO

JOÃO PAULO NUNES COSTA¹, JOSÉ FRANCISMAR MEDEIROS¹,
RAFAELA MENDES DE ANDRADE NUNES¹, EDMILSON GOMES CAVALCANTE JÚNIOR¹
e JOSÉ FLAVIANO BARBOSA LIRA¹

¹UNIVERSIDADE FEDERAL DO SEMI ÁRIDO, jppoty@hotmail.com;

jfmedeir@ufersa.edu.br; rapha_882@hotmail.com; ediguatu@yahoo.com.br; jflaviano@uol.com.br

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.16, n.3, p. 449-459, 2017

RESUMO - Avaliou-se comportamento da rebrota de cultivares do sorgo sacarino e forrageiro no semiárido potiguar sob diferentes lâminas de irrigação. O ensaio foi realizado em março de 2015, nas condições de campo, em um argissolo no município de Upanema-RN, região Nordeste do Brasil. O experimento foi conduzido com delineamento experimental em blocos casualizados completos, em esquema de parcelas subdivididas 4 x (5 x 2), com quatro repetições, sendo quatro lâminas de irrigação (50, 75, 100 e 125% da ETc), e cinco cultivares (duas cultivares sacarinas, BRS 506 e BRS 511, e três forrageiras IPA 467-4-2, IPA SF-15 e BRS Ponta Negra) combinadas com duas densidade de plantio nas subparcelas. As variáveis avaliadas foram as produtividades de massa fresca e seca. Verificou-se que a lâmina de irrigação repondo 100% da ETc proporcionou maior rendimento de biomassa e que as cultivares sacarinas apresentaram baixa capacidade de rebrota, sendo as variedades IPA SF 15, IPA 467-4-2 e a BRS Ponta Negra as mais produtivas.

Palavras-chave: *Sorghum bicolor*, semiárido, estresse hídrico.

GROWTH AND PRODUCTION OF THE FIRST REGROWTH OF SORGO CULTIVARS UNDER DIFFERENT IRRIGATION BLADES

ABSTRACT - Behavior of re-growth of saccharin sorghum and forage sorghum cultivars in the semi-arid region of the State of Rio Grande do Norte (RN), Brazil, under different irrigation blades was evaluated. The experiment was carried out in March 2015 under field conditions in an argisol in the municipality of Upanema-RN, northeast region of Brazil. The experiment was carried out in a complete randomized complete block design with four replications (4 x 5 x 2), four irrigation blades (50, 75, 100 and 125% of ETc estimated from climatic data of Mossoró-RN) and five cultivars (two saccharin cultivars, BRS 506 and BRS 511, and three forage cultivars, IPA 467-4-2, IPA SF-15 and BRS Ponta Negra) combined with two planting densities in the subplots. Fresh and dry mass productivities were evaluated. The results were submitted to analysis of variance (F test) and the means were compared by the Tukey test at the 5% probability level, using the SAEG 8.1 software. It was verified that the irrigation blade replacing 100% of the ETc provided a higher yield of biomass and that the saccharin cultivars presented a low sprout capacity, with the varieties IPA SF 15, IPA 467-4-2 and BRS Ponta Negra being the most productive.

Keywords: *Sorghum bicolor*, semiarid, water stress.

Atualmente tem crescido a demanda por alimentos e biocombustíveis renováveis, por causa do crescimento da população mundial associado à baixa disponibilidade dos recursos hídricos, sobretudo em regiões áridas e semiáridas, onde a água é o fator limitante para a produção agrícola. Diante dessas condições, destaca-se a cultura do sorgo, bastante promissora para a produção de forragens e biocombustíveis em razão da maior tolerância ao déficit hídrico.

A planta de sorgo se adapta a uma ampla variação de ambientes e produz sob condições desfavoráveis para a maioria dos outros cereais (Magalhães et al., 2015). Por causa da sua resistência à seca, é considerada uma cultura mais apta para as regiões áridas, em virtude de sua alta eficiência no uso da água, mesmo quando se irriga com lâmina deficitária. Apresenta grande vantagem em razão da rebrota, podendo ter mais de um ciclo com produção maior até que o primeiro corte, pois a intensidade da rebrota é proporcional à sanidade da época do primeiro corte, e o rendimento da rebrota depende do número de plantas (perfilhos) existente na plantação, do material genético, das condições de cultivo e do ambiente.

Segundo muitas pesquisas, a capacidade de rebrota de sorgo é muito dependente das características genéticas da cultivar e das práticas de manejo adotadas, principalmente da disponibilidade hídrica. Tomaz et al. (2015), avaliando a produção de variedades de sorgo em função de lâminas de irrigação e densidade de plantio, verificaram que ocorreu um aumento na produção de biomassa fresca de acordo com o crescimento da lâmina de irrigação. Simplício et al. (2016), estudando diferentes cultivares de sorgo irrigado submetidas a quatro cortes sucessivos no semiárido alagoano, concluíram que as variedades de sorgo forrageiro de ciclo tardio sob irrigação apresentaram elevado vigor de rebrota.

A proposta de se trabalhar com a cultura do sorgo tem como premissa a identificação de cultivares que expressam o máximo potencial de rebrota e tolerância ao déficit hídrico, características necessárias e essenciais no enfrentamento das dificuldades existentes nos momentos atuais e futuros do semiárido potiguar. Diante da necessidade de se obter informações sobre a cultura do sorgo para região do semiárido, principalmente de novas variedades, tem-se como objetivo deste trabalho caracterizar o comportamento da primeira rebrota de cultivares de sorgo, sacarino e forrageiro, submetidas a diferentes lâminas de irrigação e densidades de plantio.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em campo no município de Upanema-RN, região Oeste do Rio Grande do Norte, cuja localização são as coordenadas geográficas 5° 38'32" de latitude Sul e longitude 37° 15' 27" Oeste com 91 metros de altitude, em uma área de 0,36 ha. O clima segundo a classificação de Köppen é BSW_h' (muito seco, com estação de chuva no verão atrasando-se para o outono), com precipitação média anual de 650 mm.

O solo da área experimental é um argissolo, com as seguintes características químicas da camada superficial (0-20 cm), de acordo com o manual de análise de solo (Donagema et al., 2011): pH de 8,0; CE de 0,16 dS/m; 9,9 mg/dm³ de P (Mehlich₁); 0,50 cmol_c/dm³ de K; 0,38 cmol_c/dm³ de Na; 8,7 cmol_c/dm³ de Ca; 1,5 cmol_c/dm³ de Mg; 0,0 cmol_c/dm³ de H + Al e 8,28 g/kg de matéria orgânica, a SB = 11,08, a CTC = 11,08 e o PST = 3,43%. O pH determinado na relação solo:água é 1:2,5, e P, Na e K com extração por Mehlich-1 na relação solo:extrator é 1:10.

O corte do primeiro ciclo da cultura foi realizado em fevereiro de 2015, a 10 cm do solo. Após o corte foi realizada uma adubação mineral para a rebrota de sorgo com 60 kg ha⁻¹ de N; 40 kg ha⁻¹ de K₂O e 20 kg ha⁻¹ de P₂O₅, via fertirrigação, utilizando um tanque de derivação (“pulmão”), conectado ao sistema de irrigação. As lâminas aplicadas foram controladas através do monitoramento do tempo de aplicação em cada parcela, sendo que as lâminas acumuladas pelo uso da irrigação durante o ciclo da rebrota foram 291, 385, 486 e 584 mm, respectivamente. Para efeito do cálculo da lâmina bruta de irrigação, considerou-se a eficiência de aplicação medida de 85%.

Para a estimativa de ET_c utilizou-se a ET_o estimada pelo método de Penman-Monteith parametrizada pela FAO a partir de dados da estação climatológica automática da rede do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) de Mossoró-RN, e K_c determinado pela metodologia do KC dual recomendado por Allen et al. (2006), utilizando K_{cbIII} = 1,00 e K_{cbF} = 0,70 e comprimentos das fases fenológicas de 20, 30, 30 e 10 dias, respectivamente para as fases I, II, III e IV. Adotou-se turno de rega diário e estimou-se o fator de cobertura da planta em função do seu desenvolvimento, e fração de molhamento do solo em função das características físicas do solo, da vazão dos gotejadores e da profundidade de solo que se pretendia molhar (0,50 m). A lâmina líquida de irrigação correspondeu a ET_c menos a precipitação efetiva calculada para a fração de solo molhada e para o período. As irrigações após chuvas só ocorriam quando o déficit de umidade no solo fosse igual ou superior a ET_c do período. Foi registrada uma precipitação acumulada de 94 mm durante os 90 dias do ciclo da cultura.

Para a diferenciação das lâminas de irrigação utilizaram-se mangueiras gotejadoras cuja vazão por

unidade de comprimento fosse proporcional às lâminas de irrigação de cada tratamento. Para isto, foram adotadas combinações de gotejadores com diferentes vazões (1,5 a 1,9 l h⁻¹) e espaçamentos de 0,2 a 0,4 m, proporcionando vazões por metro de linha de 3,8 a 9,5 l h⁻¹.

O delineamento experimental utilizado no ciclo da rebrota foi em blocos casualizados, em esquema fatorial com parcelas subdivididas 4 x (5 x 2), com quatro repetições, quatro lâminas de irrigação (50, 75, 100 e 125 % da ETC), cinco cultivares (forrageiras IPA 467-4-2, IPA SF-15 e BRS Ponta Negra; e sacarinas BRS 506 e BRS 511) e duas densidades de semeadura (100.000 e 142.290 plantas por hectare) utilizadas no plantio, nas subparcelas. A parcela experimental foi constituída de seis linhas de cinco metros de comprimento, utilizando um espaçamento de 1,05 x 0,35 x 0,15 m. A área útil foi formada pelas duas linhas centrais com 3 m de comprimento, desprezando um metro de cada lado, obtendo uma área útil de 4,2 m².

As coletas de plantas foram realizadas, em épocas distintas em virtude dos ciclos das cultivares, que tiveram duração média de 90 dias, para atingir o estágio de maturação fisiológica. O número de perfilhos, por metro, foi determinado através de uma contagem simples na área útil da parcela. Depois disso, foi feita uma conversão do número de perfilhos na área útil para a área de um hectare.

As plantas da área útil de cada parcela (3 m lineares) foram cortadas a 10 cm do solo, amarradas em feixe, identificadas e transportadas para um galpão. Para estimativa de massa seca das plantas, tomaram-se duas plantas de cada parcela, determinou-se a massa fresca e seca de cada órgão da planta. Para proceder a secagem do material, ele foi antes triturado e homogeneizado, e em seguida colocado para se-

cagem em estufa de aeração forçada, na temperatura de 65 °C, por 72 horas. Os valores de massa fresca de cada órgão da planta foram estimados para uma área de um hectare e os de massa seca foram obtidos multiplicando-se pelo teor de massa seca obtido a partir das duas plantas.

Resultados e Discussão

Foi observada diferença significativa entre as lâminas de irrigação no ambiente avaliado para as variáveis massa fresca total e massa seca total (Tabela 1), que demonstra a importância da água no crescimento, na produção e no acúmulo de nutrientes das plantas.

Em relação às cultivares, foi observada diferença significativa para todas as variáveis avaliadas: massa fresca total e massa seca total e número de perfilhos (Tabela 1). Isso significa que mesmo com características semelhantes entre as cultivares, elas apresentam diferenças na rebrota, na absorção de nutrientes e têm resposta nas condições do ambiente

variando de local para local. Com relação às densidades, não houve efeito significativo. Deve-se observar que na primeira rebrota das cultivares de sorgo, em relação às duas densidades no sistema de plantio estabelecido, não houve competição intraespecíficas das cultivares.

Os valores apresentados na Figura 1 demonstram os rendimentos médios de massa fresca (tonelada por hectare) em relação aos efeitos das lâminas de irrigação testada. Observou-se que a lâmina de irrigação equivalente a 100% da ETc foi a que mais se destacou na produção de massa fresca, com produtividade de 51,98 t ha⁻¹, mas não diferiu estatisticamente das lâminas de 50 e 125% da ETc. A lâmina de irrigação equivalente a 50% da ETc, mesmo produzindo 17% a menos que a lâmina de 100% ETc, mostrou-se uma alternativa viável em virtude do problema de escassez hídrica vivenciado na região.

O fato de a produção de massa fresca não ter diferido entre as lâminas de 50% e 75% da ETc pode estar associado com o uso eficiente da água pela cultura e a ocorrência de precipitações ao longo do ci-

Tabela 1. Valores da ANOVA para massa fresca total, massa seca total e número de perfilhos na 1º Rebrota de sorgo, no município de Upanema-RN.

F.V	GL	Massa fresca total	Massa seca total	(Nº perfilhos)
Estatística F				
Bloco	3	2,95*	3,75*	7,25*
Erro1	9			
Lâmina	3	3,91*	4,86*	0,38 N.S
Cultivares	4	24,82*	19,94*	52,71*
População	1	0,14N.S	0,51N.S	1,85 N.S
Pop.*Cult.	4	0,52N.S	1,01N.S	0,92 N.S
Pop.*Lâm.	3	2,29*	1,89N.S	0,85 N.S
Cult*lâm.	12	1,48N.S	1,91*	0,90 N.S
Pop.*Cult.*lâm.	12	0,72N.S	1,19N.S	1,37 N.S
Resíduo	108			
Média		43,69	19,08	150,920
CV1		44,12	40,31	34,54

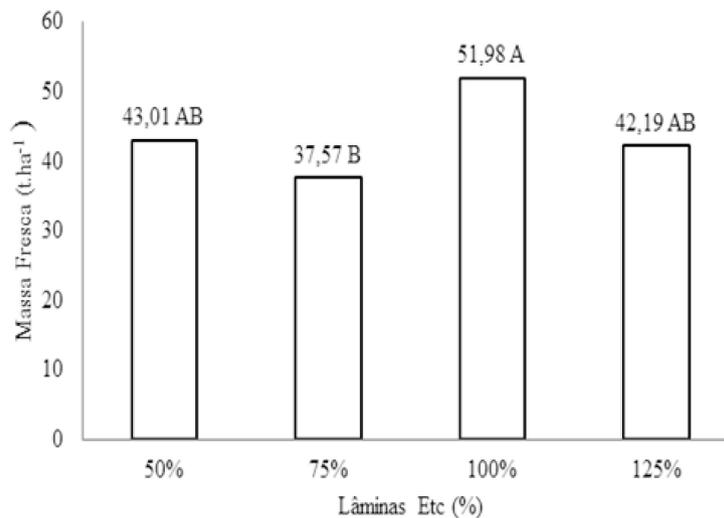


Figura 1. Rendimento de massa fresca em entre as lâminas de irrigação (% da ETc.).

clo, dando uma condição de resposta maior para as plantas sob condições de estresse hídrico. De acordo com Magalhães & Durães (2003), o sorgo apresenta mecanismos morfológicos e bioquímicos com características xerófitas. Essa espécie apresenta uma cerosidade natural (cutina) que a leva a perder menos água durante a transpiração.

Trabalho realizado por Tomaz et al. (2015), analisando o efeito das lâminas de irrigação em cinco cultivares de sorgo no primeiro ciclo, verificou um aumento da produção de biomassa fresca de acordo com o crescimento da lâmina de irrigação, em que a produção média das cultivares cresceu em 29% para uma lâmina equivalente a 125% da ETc em relação à obtida na lâmina de 50% da ETc. Esses resultados divergem dos obtidos neste trabalho (Figura 1), onde observou-se um aumento de 2% na produtividade alcançada com a lâmina de 50% da ETc, quando comparada com a de 125% da ETc. Essa divergência pode estar relacionada ao sistema radicular já estabelecido da rebrota da cultura, o que a torna mais adaptada a condições de déficit hídrico no solo quando comparada com a cultura no primeiro ciclo.

Os valores apresentados na Figura 2 demonstram os rendimentos médios de massa fresca (tonelada por hectare) entre as cultivares na primeira rebrota, sendo a cultivar IPA SF-15 a que apresentou a melhor resposta ao incremento hídrico, com uma produtividade de massa fresca de 58,17 t ha⁻¹, sendo superior às demais cultivares. Esse comportamento pode estar relacionado ao maior número de perfilhos obtidos na rebrota como também à adaptação da cultivar ao ambiente. Já as cultivares IPA 467-4-2 e BRS Ponta Negra apresentaram produtividade semelhante entre si, sendo superior às das cultivares sacarinas (BRS 506 e BRS 511). As cultivares sacarinas apresentaram menor número de perfilhos e foram as menos produtivas, com 36,09 t.ha⁻¹ de massa fresca para a cultivar BRS 511 e 29,62 t.ha⁻¹ para a cultivar BRS 506. May et al. (2013), avaliando a produtividade da rebrota de cultivares de sorgo sacarino, em diferentes épocas de semeio, obtiveram resultado similar para a rebrota da cultivar BRS 506, encontrando uma produtividade de 27,62 t.ha⁻¹ de biomassa fresca total.

Em relação à cultivar IPA SF-15, foi observado um comportamento parecido obtido no trabalho de

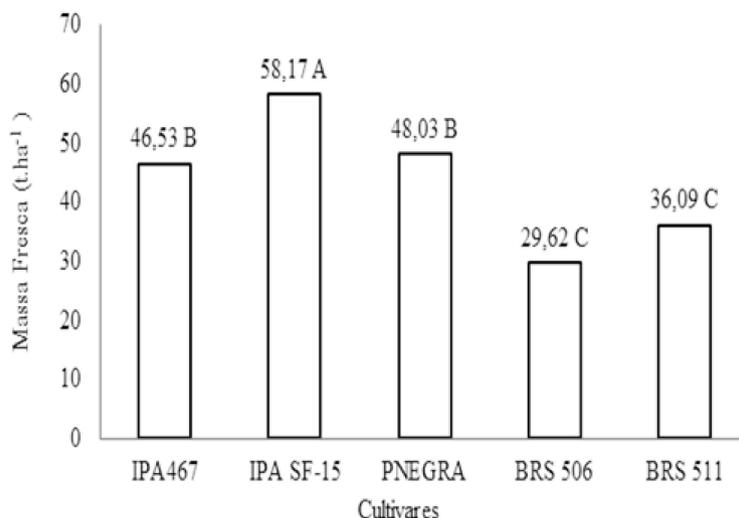


Figura 2. Rendimento de massa fresca da primeira rebrota entre as cultivares.

Tabosa et al. (2010), que registrou elevadas produtividades de biomassa em condição irrigada, com o solo fertilizado quimicamente e com adição de matéria orgânica, em que a cultivar IPA SF-15 apresentou produção de matéria verde de 194 t ha⁻¹. Em condição de sequeiro, o maior resultado de produção de matéria verde obtido na região foi de 126 t ha⁻¹ em duas colheitas.

Trabalho realizado por Lima et al. (2010), em Apodi-RN, em que analisaram 18 materiais, sendo 6 híbridos e 12 variedades no primeiro ciclo, observou que a variedade IPA 467-4-2 obteve melhor resultado na produção de massa verde, com 50,40 t ha⁻¹, seguida pela cultivar IPA SF-15, com 44,82 t ha⁻¹, e a cultivar BRS 506, com 31,98 t ha⁻¹ de massa verde.

Diógenes et al. (2012), trabalhando com nove variedades de sorgo no primeiro ciclo, na Estação Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte, em Ipanguaçu-RN, observam-se que a cultivar IPA SF-15 se apresentou como a mais produtora de massa verde (MV), com um ren-

dimento de 136,26 t ha⁻¹, seguida pela cultivar IPA 467-4-2, com rendimento de 105,20 t ha⁻¹, e pela BRS 506, com 77,51 t ha⁻¹.

Vários autores têm encontrado bons rendimentos da cultivar IPA SF-15 em primeiro ciclo, em que ela expressa elevada produtividade, como constado neste trabalho com a primeira rebrota, sendo assim uma alternativa para a região (Diógenes et al., 2012; Lima et al., 2010; Tabosa et al., 2010).

Os valores apresentados na Figura 3 demonstram os rendimentos médios de massa seca (toneladas por hectare) para as diferentes lâminas de irrigação estudadas. Constata-se que a lâmina equivalente a 100% ETc foi a que mais se destacou na produção de massa seca, com uma produção de 22,89 t ha⁻¹, sendo superior às demais, mas não diferiu significativamente da lâmina 125% da ETc.

Verificou-se que a lâmina equivalente a 50% da ETc apresentou um rendimento 17,74 t ha⁻¹, não diferindo estatisticamente do obtido na lâmina de 75% e 125% da ETc. O rendimento da lâmina referente a 50% da ETc foi equivalente a 77,5% da produção

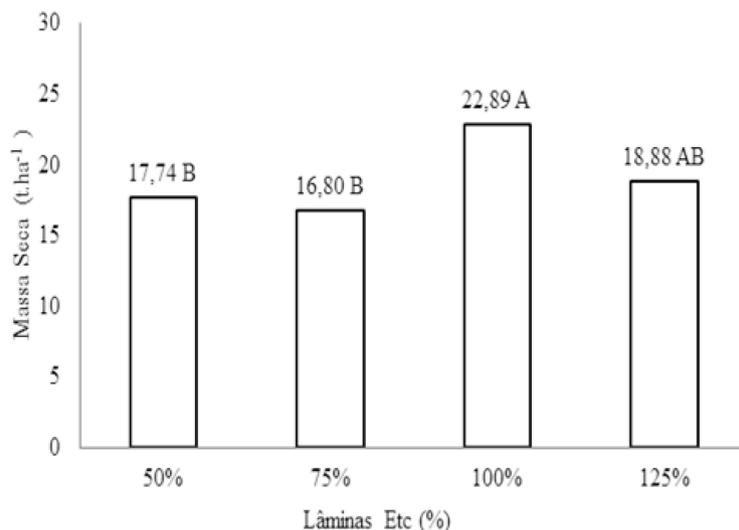


Figura 3. Rendimento de massa seca em relação entre as lâminas de irrigação (% da ETc.).

obtida com 100% da ETc. De acordo com Magalhães & Durães (2003), em condições de estresse hídrico, as plantas diminuem o seu metabolismo, murcham (hibernam) e têm um poder extraordinário de recuperação quando o estresse é interrompido.

Esse comportamento da produção obtida na lâmina correspondente a 50% da ETc em relação à produção obtida com a lâmina de 100% da ETc é bastante importante, visto que uma redução de 50% da lâmina de irrigação proporcionou uma diminuição de apenas 22,5%. Ou seja, trabalhando o dobro de área com a lâmina de 50%, a produção total será 35% superior à obtida na metade desta área com 100% da ETc; outro fator importante é a redução do consumo de água na irrigação, principalmente em região semiárida, com uma produtividade bastante expressiva.

De acordo com Santos & Carlesso (1998), quando a ocorrência do déficit hídrico é rápida, os mecanismos morfofisiológicos são severamente afetados e a planta necessita adaptar-se à nova situação, de forma célere. Assim, plantas conduzidas em condições de irrigação normalmente apresentam menos

resistência a situações de déficit hídrico no solo; já em plantas submetidas ao déficit hídrico gradual ou à deficiência de água no solo no início do seu ciclo, mais facilmente ocorre a adaptação delas.

Os valores apresentados na Figura 4 demonstram os rendimentos médios de massa seca (toneladas por hectare) entre as cultivares da primeira rebrota. Constatou-se que a variedade IPA SF-15 obteve a maior produtividade de massa seca, sendo seguida pela Ponta Negra, com produtividades de 25,65 e 21,98 t ha⁻¹, respectivamente, sendo as duas superiores às demais. A variedade BRS 506 apresentou a menor produtividade de massa seca, com 12,46 t ha⁻¹, embora não diferindo da BRS 511, que teve 16,24 t ha⁻¹. Segundo Taiz & Zeiger (2004), as produtividades das plantas são limitadas pela seca, pela disponibilidade e quantidade de água no ambiente e pela eficiência do seu uso pelo organismo. Sendo assim, uma planta capaz de obter mais água ou que tenha maior eficiência no seu uso resistirá melhor à seca.

Com relação ao uso eficiente da água para a produção de matéria seca, a lâmina equivalente a

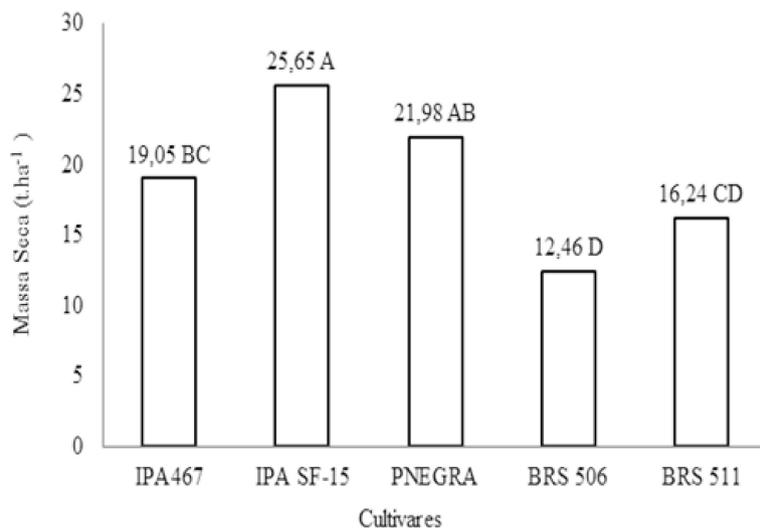


Figura 4. Produção de massa seca na primeira rebrota das cultivares de sorgo.

50% da ETC mostrou superioridade em relação às demais, alcançando uma conversão de 60,96 kg de MS ha⁻¹ mm⁻¹ de água aplicada, enquanto as lâminas de 75, 100 e 125% da ETC obtiveram produção de 43,63; 47,09 e 32,33 kg de MS ha⁻¹ mm⁻¹, respectivamente. Perazzo et al. (2013) encontraram valores de produtividade variando de 94,37 a 126,25 kg de MS ha⁻¹ mm⁻¹ em genótipos de sorgo de primeiro ciclo no semiárido. Segundo esses autores, a eficiência do uso da água da chuva pelas plantas em ambientes semiáridos é uma variável de importância relevante, pois reflete a capacidade da cultura de tolerar as condições de baixa precipitação e distribuição irregular, assim como acúmulo de água.

Trabalho de Magalhães et al. (2016) afirma que, em adição à tolerância, as linhagens apresentam traços conservativos de evitar a seca em suas raízes, além de reunir o maior número de atributos anatômicos e modificações que lhe permitem suportar melhor a seca. Estes atributos podem explicar sua performance sob déficit hídrico, em que os parâmetros fisiológicos, apesar de não manterem uma relação direta com

a tolerância ao estresse e ao maior rendimento de grãos, vêm sendo utilizados para auxiliar no melhoramento genético, sendo um fator que pode explicar o desempenho da rebrota da cultivar SF-15 nas condições edafoclimáticas de Upanema-RN, onde apresentou maior rendimento entre as cultivares testadas.

Observa-se na Figura 5 que as variedades IPA 467-4-2 e IPA SF-15 não diferem entre si estatisticamente e apresentam maiores números de plantas que as demais cultivares. As variedades BRS 506 e BRS 511 foram as que apresentaram menores números de plantas, o que explica as baixas produtividades obtidas, tanto de matéria fresca como de matéria seca.

As cultivares IPA SF-15, IPA 467-4-2 e Ponta Negra apresentaram maiores números de plantas por hectare em relação ao primeiro ciclo. Esses resultados corroboram com os obtidos por Botelho et al. (2010), que encontraram valores superiores de números de plantas por hectare em condições de rebrota comparada ao primeiro corte. As cultivares sacarinas obtiveram comportamento divergente, apresentando

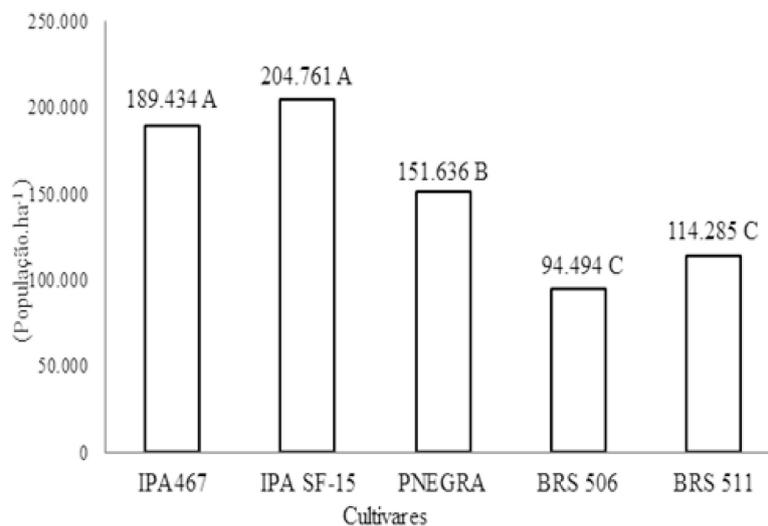


Figura 5. Números de plantas (perfiles/hectare) na primeira rebrota entre as cultivares de sorgo.

um baixo número de perfilhos. Este fato pode estar relacionado ao genótipo ou às condições do ambiente. Trabalhos realizados por Magalhães et al. (2000) afirmam que os fatores de manejo da cultura também interferem no perfilhamento, levando em conta a genética das cultivares e as condições ambientais, como densidade populacional de plantas, espaçamento entrelinhas de semeadura, fertilidade do solo, oferta hídrica, temperatura, entre outros.

Conclusões

A cultivar IPA SF-15, associada à lâmina de 100% da ETC, e as cultivares IPA 467-4-2 e BRS Ponte Negra são mais produtivas em termos de biomassa.

As cultivares BRS 506 e BRS 511 apresentam baixo rendimento de massa verde e massa seca pela baixa capacidade de perfilhamento.

Aplicação de lâmina de irrigação equivalente a 50% da ETC proporciona redução de apenas 17% de biomassa fresca e de 23% de biomassa seca quan-

do comparada às produções obtidas com a lâmina de 100% da ETC.

Agradecimentos

À Capes, pelo apoio financeiro e pela concessão da bolsa, e ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA).

Referências

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Evapotranspiration del cultivo**: guias para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Roma: FAO, 2006. 298 p. (FAO. Estudio Riego e Drenaje Paper, 56).

BOTELHO, P. R. F.; PIRES, D. A. de A.; SALES, E. C. J. de; ROCHA JÚNIOR, V. R.; JAYME, D. G.; REIS, S. T. dos. Avaliação de genótipos de sorgo em primeiro corte e rebrota para produção de silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 9, n. 3, p. 287-297, 2010. DOI: [10.18512/1980-6477/rbms.v9n3p287-297](https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v9n3p287-297).

- DIÓGENES, C. N.; MEDEIROS, A. C.; GONÇALVES, R. J. de S.; ASSIS, L. C. da S. L. C.; LIMA, H. F. F. de; SOUSA, W. B. de; COSTA, M. K. de O. Desempenho de cultivares de sorgo com potencial forrageiro para o Vale do Açu-RN. **Revista Científica de Produção Animal**, Teresina, v. 14, n. 1, p. 29-31, 2012.
DOI: [10.15528/2176-4158/rcpa.v14n1p29-31](https://doi.org/10.15528/2176-4158/rcpa.v14n1p29-31).
- DONAGEMA, G. K.; CAMPOS, D. V. B. de; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. H. M. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230 p. (Embrapa Solos. Documentos, 132).
- LIMA, J. M. P.; MEDEIROS, A. C.; GONÇALVES, R. J. de S.; LIMA, J. G. A.; TABOSA, J. N.; LIRA, M. A.; ARAÚJO, J. M. M. Desempenho de cultivares de sorgo sacarino na Chapada do Apodi no Estado do Rio Grande do Norte. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA DO CARTUCHO, 4., 2010, Goiânia. **Potencialidades, desafios e sustentabilidade: resumos expandidos...** Goiânia: ABMS, 2010. 1 CD-ROM.
- MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. **Ecofisiologia da produção de sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 4 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 87).
- MAGALHÃES, P. C.; SIMEONE, M. L. F.; CARNEIRO, N. P.; GOMES JÚNIOR, C. C.; SOUZA, T. C. de; OLIVEIRA, A. C. de; FONSECA, T. M. da. Efeitos de diferentes níveis de estresse hídrico na caracterização ecofisiológica de genótipos de sorgo. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 31., 2016, Bento Gonçalves. **Milho e sorgo: inovações, mercados e segurança alimentar: anais**. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2016.
- MAGALHÃES, P. C.; SOUZA, T. C. de; SCHAFFERT, R. E. Ecofisiologia. In: RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). **Cultivo do sorgo**. 9. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2015. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de Produção, 2).
- MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; SCHAFFERT, R. E. **Fisiologia da planta de sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2000. 46 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 3).
- MAGALHÃES, R. T.; GONÇALVES, L. C.; BORGES, I.; RODRIGUES, J. A. S.; FONSECA, J. F. Produção e composição bromatológica de vinte e cinco genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 62, n. 3, p. 747-751, 2010.
DOI: [10.1590/S0102-09352010000300034](https://doi.org/10.1590/S0102-09352010000300034).
- MAY, A.; SOUZA, V. F. de; ABREU, M. C.; BERTOLINO, K. **Produtividade da rebrota de cultivares de sorgo sacarino em diferentes épocas de semeio**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2013. 30 p. il. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 65).
- PERAZZO, A. F.; SANTOS, E. M.; PINHO, R. M. A.; CAMPOS, F. S.; RAMOS, J. P. de F.; AQUINO, M. M. de; SILVA, T. C. da; BEZERRA, H. F. C. Características agrônomicas e eficiência do uso da chuva em cultivares de sorgo no semiárido. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 10, p. 1771-1776, out. 2013.
DOI: [10.1590/S0103-84782013001000007](https://doi.org/10.1590/S0103-84782013001000007).
- SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, n. 3, p. 287-294, 1998.
DOI: [10.1590/1807-1929/agriambi.v2n3p287-294](https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v2n3p287-294).
- SIMPLÍCIO, J. B.; TABOSA, J. N.; SILVA, F. G. da; LEITE, M. L. de M. V.; JARDIM, A. M. da R. F.; CARVALHO, E. X. de. Avaliação de diferentes cultivares de sorgo irrigado submetidos a quatro cortes sucessivos no semiárido alagoano em Piranhas-AL. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 31., 2016, Bento Gonçalves. **Milho e sorgo: inovações, mercados e segurança alimentar: anais**. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2016.
- TABOSA, J. N.; REIS, O. V.; NASCIMENTO, M. M. A.; LIMA, J. M. P.; SILVA, F. G.; SILVA FILHO, J. G.; BRITO,

- A. R. M. B.; RODRIGUES, J. A. S. O sorgo sacarino no semiárido brasileiro: elevada produção de biomassa e rendimento de caldo. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA DO CARTUCHO, 4., 2010, Goiânia. **Potencialidades, desafios e sustentabilidade: resumos expandidos...** Goiânia: ABMS, 2010. 1 CD-ROM.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.
- TOMAZ, H. V. de Q.; MEDEIROS, J. F. de; LIRA, R. B. de; COSTA, J. P. N. da; BRITO, R. F. de; FARIAS, C. H. de A. Produção de variedades de sorgo em função de lâminas de irrigação e densidade de plantio. In: INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING, 2., 2015, Fortaleza. [Anais...]. Fortaleza: Inovagri, 2015. p. 1656-1661. DOI: [10.12702/iii.inovagri.2015-a181](https://doi.org/10.12702/iii.inovagri.2015-a181).