

DESEMPENHO PRODUTIVO DE SORGO SACARINO CULTIVADO EM BARRAGEM SUBTERRÂNEA

Anderson Ramos de Oliveira¹, Roseli Freire de Melo², João Marcos Rodrigues dos Santos³, Flávio Dessaune Tardin⁴

¹Pesquisador da Embrapa Semiárido, Rodovia BR-428, Km 152, Zona Rural, CP 23, CEP: 56302-970, Petrolina, PE, anderson.oliveira@embrapa.br; ²Pesquisadora da Embrapa Semiárido, Rodovia BR-428, Km 152, Zona Rural, CP 23, CEP: 56302-970, Petrolina, PE, roseli.melo@embrapa.br; ³Estudante de Ciências Biológicas, BR 203, Km 2, s/n, Petrolina/PE, CEP: 56328-903, joaorodriguesestagio.embrapa@gmail.com; ⁴Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo/ Embrapa Agrossilvipastoril, Rodovia dos Pioneiros MT-222, Km 2,5, Zona Rural, CP 343, CEP: 78550-970, Sinop, MT, flavio.tardin@embrapa.br

RESUMO- A região semiárida brasileira caracteriza-se por apresentar déficit hídrico acentuado, sendo este um fator limitante para a prática agrícola, caso não se adote tecnologias de convivência com a seca. Uma das tecnologias de captação e armazenamento da água da chuva é a barragem subterrânea, que mantém a umidade do solo por um período mais longo do que nas condições naturais. Nestes ambientes, é possível cultivar espécies que apresentem tolerância ao estresse hídrico com maior possibilidade de sucesso. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho produtivo de sorgo sacarino cultivado em barragem subterrânea na região semiárida. A pesquisa foi desenvolvida no Campo Experimental da Caatinga, pertencente à Embrapa Semiárido, Petrolina, PE. Plantas de sorgo sacarino, cultivar SF 15, foram plantadas em barragem subterrânea e em área referência em sistema tradicional de cultivo. Aos 110 dias após o plantio, em cada uma das condições de cultivo, foram avaliadas 60 plantas quanto às características biométricas (altura, diâmetro do colmo e número de folhas) e produtivas (biomassa fresca e seca da parte aérea, estimativa da produtividade e °brix) do sorgo sacarino. Os dados foram submetidos ao teste *t*. Concluiu-se que o sorgo sacarino quando cultivado em barragem subterrânea apresenta maior desenvolvimento e maior produtividade se comparado ao cultivo fora da barragem.

PALAVRAS-CHAVE: *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Convivência com a seca. Agricultura Familiar. Biomassa. Semiárido brasileiro.

ABSTRACT- The Brazilian semiarid region characterized by having high water deficit, which is a limiting factor for agriculture, if they do not adopt technologies for coexisting with the drought. One of the capture and rainwater storage technology is the underground dam that retains soil moisture for a longer period than under natural conditions. In these environments it is possible to cultivate species tolerant to water stress with greater chance of success. The objective of this study was to evaluate the performance productive of sweet sorghum grown in underground dam in the semiarid region. The research was conducted in the Experimental Station of Caatinga, Embrapa Semi-Arid, Petrolina, PE. Sorghum plant, cultivar SF 15, were planted in underground dam and reference area in traditional farming system. At 110 days after planting, 60 plants in each of the conditions were evaluated for biometric characteristics (height, stem diameter and number of leaves) and productive (fresh and dry biomass of the aerial part, estimated productivity and brix) of sweet sorghum; the data were submitted to *t* test. It was concluded that the sweet sorghum when grown in underground dam is more development and higher productivity compared to crop out the dam.

KEY WORDS: *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Living with drought. Family farming. Biomass. Brazilian Semiarid.

1 INTRODUÇÃO

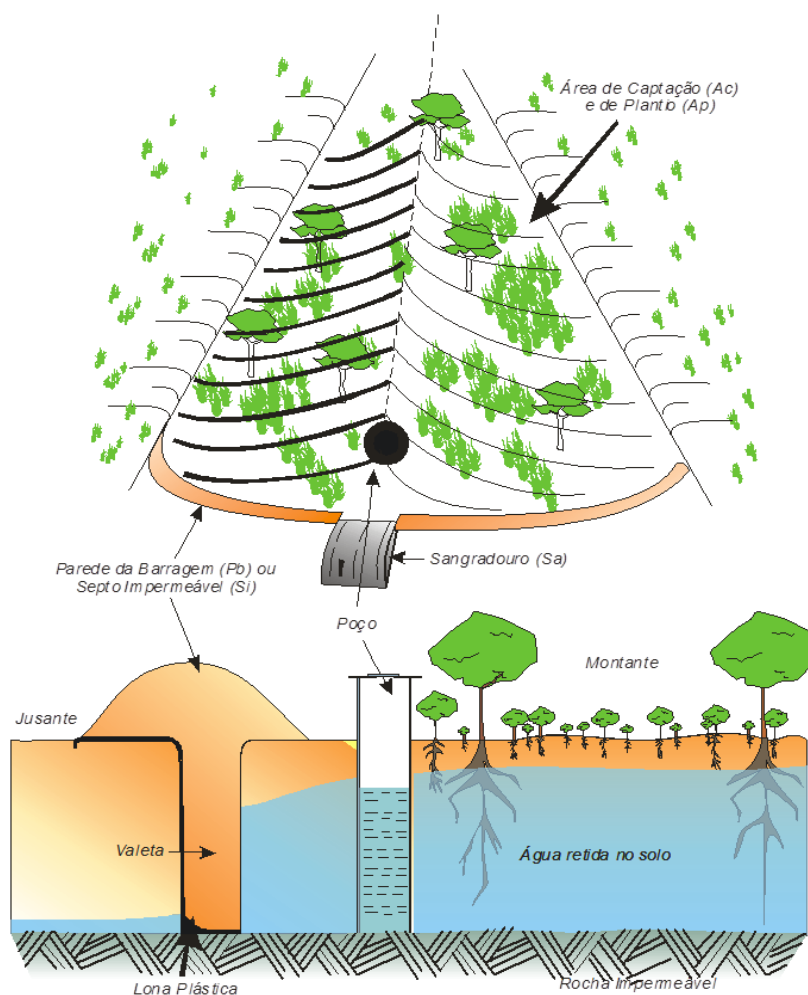
Em regiões dependentes de chuva, uma das principais limitações enfrentadas pelos agricultores familiares é a estiagem prolongada. De acordo com Correia et al. (2011), a

precipitação pluviométrica do Semiárido brasileiro é marcada pela variabilidade espaço-temporal, que, associada aos baixos totais anuais sobre a região, resulta na frequente ocorrência de dias sem chuva, ou seja, veranicos, e conseqüentemente, em eventos de “seca”. No sertão nordestino, as médias anuais de precipitação podem ser inferiores a 500 mm.

Caracteristicamente, o Semiárido apresenta forte insolação, temperaturas relativamente altas e regime de chuvas marcado pela escassez, irregularidade e concentração das precipitações num curto período, em média, de três meses, apresentando reservas de água insuficientes em seus mananciais (MOURA et al., 2007).

A adoção de sistemas alternativos e de tecnologias de convivência com a seca, na região semiárida, é necessária para a minimização de prejuízos causados por períodos longos de estiagem, principalmente para agricultores familiares. Assim, dentre as tecnologias disponíveis, a barragem subterrânea (FIGURA 1) apresenta-se como alternativa economicamente viável que possibilita maior sucesso na atividade agrícola, pois a mesma tem a finalidade de aumentar a disponibilidade de umidade no solo, aproveitando de forma mais eficiente a água das chuvas, mantendo o solo úmido por maior período de tempo (SANTOS et al., 2009).

FIGURA 1: Estrutura de uma barragem subterrânea. Adaptado de www.irpaa.org (Desenho: Jhones Gomes Lopes).



Fonte: SILVA et al., 2007

De acordo com Silva et al. (2007), esta tecnologia pode ser assim definida:

A barragem subterrânea é uma técnica de armazenar água da chuva no perfil do solo (subsolo) visando à exploração de uma agricultura de vazante e/ou subirrigação. Possui como função barrar o fluxo de água superficial e subterrâneo por meio de uma parede, também conhecida como septo impermeável, construída transversalmente à direção do fluxo das águas.

Ainda de acordo com Silva et al. (2007), a barragem subterrânea é formada por uma parede construída da camada impermeável até uma altura de 0,70 m acima da superfície do terreno, aproximadamente. Freitas (2006) complementa a informação mencionando que a barragem subterrânea ao permitir que o solo permaneça úmido por maior período, possibilita o aumento da produção das culturas e, também, a introdução de novas lavouras mais exigentes em água.

Esta tecnologia de armazenamento de água da chuva apresenta vantagens, principalmente se comparada às barragens com armazenamento superficial. Costa (2004) fez a seguinte explanação sobre este aspecto:

A barragem subterrânea quando comparada à barragem superficial apresenta uma série de vantagens, destacando-se a redução de perdas de água por evaporação, a facilidade de construção e seu baixo custo e a não redução da área agricultável para o armazenamento de água.

Uma vez construída a barragem subterrânea, as possibilidades de diversificação dos cultivos agrícolas aumentam consideravelmente, o que reduz os riscos causados por monocultivos. Várias espécies podem ser cultivadas neste ambiente, sendo a seleção das mesmas realizadas de acordo com as necessidades do agricultor, garantindo maior segurança alimentar tanto para o homem quanto para os animais. Campos et al. (2001) relatam algumas das possibilidades de cultivo:

.. a barragem subterrânea permite o cultivo de culturas tradicionais como milho, feijão e batata-doce, e frutas, como manga, goiaba, acerola, limão, em plena área de caatinga, a partir da umidade proporcionada pela água captada da chuva e contida numa determinada área. Além do cultivo de plantas frutíferas e não frutíferas, a barragem subterrânea poderá assegurar o abastecimento de água para o consumo animal e para os gastos da casa, assim como irrigação de pequenas hortas, contribuindo assim para a melhoria da qualidade de vida da família.

Além de tecnologias de captação e armazenamento de água, na região semiárida, a preocupação deve se estender para os cultivos, devendo-se optar por culturas que apresentem tolerância ao estresse hídrico e que possam ser cultivadas nos curtos períodos chuvosos, a fim de se alcançar maior sucesso na atividade e garantir a segurança alimentar da família e dos animais.

Dentre as culturas tolerantes ao estresse hídrico, o sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* L. (Moench)) desponta-se com grande potencial para a região semiárida, pois a espécie apresenta, de acordo com suas características botânicas, estrutura radicular composta por raízes que possuem sílica na endoderme, grande quantidade de pêlos absorventes e altos índices de lignificação de periciclo, o que confere à cultura maior tolerância à seca (VON PINHO E VASCONCELOS, 2002). Além disso, o sistema radicular do sorgo é extenso, o que garante maior tolerância a ambientes sob estresse hídrico (BERENJI et al., 2011). A temperatura ótima para crescimento desta espécie encontra-se entre 33 e 34°C; sendo esta uma faixa de temperatura comum na região semiárida brasileira.

Ainda, a planta de sorgo pode ser cultivada numa ampla faixa de condições de solo, pois desenvolve-se bem em condições de déficit hídrico ou, até mesmo, em condições de excesso de

umidade, diferindo-se da maioria dos outros cereais (MAGALHÃES et al., 2012). As necessidades hídricas da cultura do sorgo variam de 380 mm a 600 mm, dependendo das condições climáticas predominantes (SANS et al., 2003).

O sorgo sacarino constitui-se numa espécie de uso múltiplo, pois é uma importante espécie que pode ser utilizada como forrageira para alimentação animal, como produtora de grãos e devido à sua composição, o mesmo pode ser absorvido pela indústria alcooleira para a produção de bioetanol. Neste caso, a cultura do sorgo sacarino apresenta vantagens em relação à cultura da cana-de-açúcar, conforme pode ser constado na afirmação de Ferreira (2015).

... o processamento desta matéria prima necessita de poucos ajustes agrícolas sem nenhuma adaptação industrial. Para sua colheita é utilizado os mesmos equipamentos da cana-de-açúcar, com adaptações. O processamento dos colmos pode ser feito na mesma planta industrial que opera a cana-de-açúcar, viabilizando sua utilização. Quando se compara o custo de produção da cana-de-açúcar e do sorgo este é menor, pois exige menos manejo cultural que a cana.

Diante da importância da potencialidade do sorgo sacarino para a região semiárida, verifica-se que o mesmo pode apresentar melhor desenvolvimento em condições mais favoráveis de umidade no solo, como a que ocorre no ambiente proporcionado pela barragem subterrânea. Assim, este estudo teve como objetivo avaliar o desempenho produtivo da cultivar de sorgo sacarino SF15 em função de suas características morfoagronômicas (biometria e produtividade), quando cultivada em barragem subterrânea, em condições semiáridas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no Campo Experimental da Caatinga, pertencente à Embrapa Semiárido, no município de Petrolina, PE, cujas coordenadas são 09° 04' sul e 40° 19' oeste, e altitude de 365m.

A implantação foi realizada em duas áreas distintas, consideradas como dois tratamentos experimentais: 1) barragem subterrânea e 2) área referência, ambas em condições de sequeiro. A barragem subterrânea tem, aproximadamente, 36 anos e apresenta-se com uma área de captação de água de chuva de, aproximadamente, 0,8 ha², sendo contornada por estradas vicinais à direita, à esquerda e à montante. A área, ao longo dos anos, foi cultivada com culturas como o milho, o feijão-caupi e o sorgo forrageiro. A área referência, por sua vez, constituiu-se de área tradicional cultivada em sistema de sequeiro, sem influência da barragem subterrânea, que tem sido cultivada no período chuvoso com as culturas de milho e feijão-caupi.

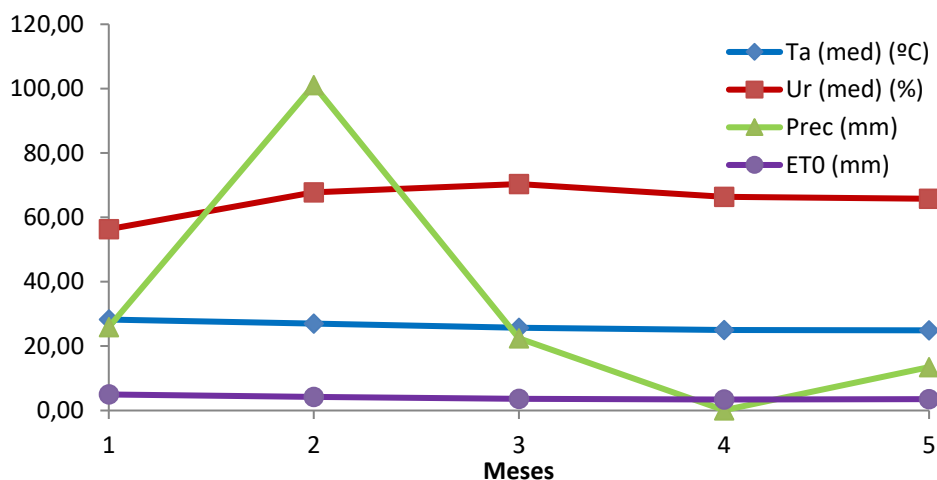
O solo das áreas experimentais foi classificado como argissolo vermelho-amarelo distrófico plúntico, textura média/argilosa e relevo plano. Foram realizadas amostragens de solo, dentro da barragem e na área de referência, para fins de caracterização química, conforme Tabela 1.

Tabela 1: Características químicas das amostras de solo coletadas nos dois ambientes.

Prof (cm)	pH	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al ³⁺	Na ⁺	S _(base)	CTC	V	CE	M.O
	H ₂ O	mg/dm ³		Cmol _c dm ⁻³							%	dS m ⁻¹	g kg ⁻¹
Barragem subterrânea													
0-20	6,5	4,05	0,38	1,8	0,8	0,00	2,90	0,06	3,00	5,90	51	0,48	16,60
Área Referência													
0-20	5,8	3,20	0,33	1,6	1,0	0,15	2,14	0,02	2,95	5,09	58	0,17	9,52

O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é caracterizado pelo tipo BSh, ou seja, semiárido quente e seco, com precipitação média de 250 a 750 mm por ano, temperaturas médias elevadas e próximas a 37°C. O plantio foi realizado em período chuvoso e constatou-se, durante o período experimental de 110 dias, precipitação de 163 mm, irregularmente distribuída, caracterizando um período de estiagem prolongada na região. Os dados meteorológicos foram coletados na Estação Meteorológica da Caatinga, com início em 04/03/2015 e término em 16/07/2015, sendo os dados médios mensais proporcionais ao período, apresentados na FIGURA 2.

FIGURA 2 – Dados meteorológicos médios de temperatura média (Ta), umidade relativa (Ur), Precipitação (Prec) e Evapotranspiração (ET0) dos cinco meses de condução experimental. Estação Meteorológica da Caatinga, Petrolina, PE.



Fonte: Autores

Na área da barragem subterrânea, realizou-se uma aração e, com o auxílio de uma grade discos, delinearão-se camalhões em curva de nível, conforme o gradiente de umidade da barragem. Nestes camalhões, o sorgo sacarino foi semeado em covas utilizando-se matracas, com profundidade de três centímetros, onde foram depositadas em médias cinco sementes/cova, obedecendo-se o espaçamento de 0,70 m entre linhas e 0,50 m entre covas, perfazendo uma população de, aproximadamente, 29.000 plantas por hectare.

Na área de referência, foram realizadas as mesmas atividades de preparo e plantio, com exceção do preparo de camalhões em curvas de nível. Durante a condução do experimento, foram realizadas capinas manuais, mantendo-se a cultura livre de competição com plantas daninhas. Não foram observados ataques de pragas ou doenças durante o ciclo da cultura.

A cultivar de sorgo sacarino utilizada foi a SF 15, cujas principais características são: altura média de planta de 2,50 a 3,50 m, florescimento entre 90 e 100 dias, ciclo total de 120 a 130 dias, com potencial de produção de matéria seca de 15 a 18 t ha⁻¹ e potencial de produção de matéria verde de 40 a 60 t ha⁻¹.

Por ocasião da colheita, aos 110 dias após o plantio, foram avaliadas em 60 plantas por cada ambiente (barragem subterrânea e fora da barragem subterrânea) as seguintes características: altura média de plantas, diâmetro médio do colmo, número médio de folhas, biomassa fresca e seca da parte aérea, sólidos solúveis totais (°brix) e estimativas de produtividade por hectare. Para a avaliação da altura, as plantas foram medidas desde a base do colmo, rente ao chão, até o ápice da panícula, utilizando-se uma trena com precisão de 0,5 cm. Para aferição do diâmetro do colmo, adotou-se a média de três medidas consecutivas realizadas

a 20 cm acima do solo, utilizando-se paquímetro digital com precisão de 0,1 mm. Na avaliação do número de folhas, considerou-se a contagem de folhas presentes no momento da colheita. Para a avaliação dos sólidos solúveis totais ($^{\circ}$ brix), utilizou-se um refratômetro portátil digital. Para a avaliação da biomassa fresca, as plantas foram cortadas rente ao solo, pesadas em balança analítica, acondicionadas em sacos de papel e conduzidas para estufa de circulação forçada de ar, à temperatura de aproximadamente 65°C onde permaneceram por 72 horas para obtenção da biomassa seca.

As médias das diversas características mensuradas para os dois tratamentos foram comparadas pelo teste *t* ao nível de significância de 5%.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados demonstrou que houve diferenças significativas entre os tratamentos para as variáveis biométricas analisadas para a cultura do sorgo sacarino. De acordo com a Tabela 2, a altura de plantas, o diâmetro do colmo e o número de folhas das plantas da cultivar SF 15 quando cultivadas em barragem subterrânea apresentaram maior desenvolvimento do que as cultivadas fora da barragem, em área de cultivo tradicional de sequeiro.

Tabela 2. Características biométricas do sorgo sacarino SF 15 cultivado com e sem barragem subterrânea no semiárido brasileiro.

Condição de cultivo	Altura (m)	Diâmetro do colmo (mm)	Número de folhas
Barragem Subterrânea	1,51 a	12,44 a	9,78 a
Área Referência	1,29 b	11,16 b	9,05 b

* Médias seguidas por letras diferentes, na coluna, diferem entre si pelo teste *t* a 5% de probabilidade.

Os parâmetros biométricos do sorgo, provavelmente, foram influenciados pelas condições de cultivo, uma vez que na barragem subterrânea, a manutenção da umidade do solo possibilitou maior desenvolvimento da cultura. Nota-se, contudo, que a altura de plantas tanto daquelas cultivadas na barragem subterrânea, quanto daquelas cultivadas na área de referência (1,51 m e 1,29 m, respectivamente) ficaram abaixo do que esta cultivar pode alcançar (2,50 a 3,50 m), tal fato pode ser atribuído à baixa precipitação observada no período, que foi de apenas de 149 mm, enquanto o necessário seria pelo menos três vezes este valor. Tabosa et al. (2010) em estudo com a cultivar SF 15 em cinco municípios da região semiárida observaram altura média de plantas de 3,19 m, contudo, a disponibilidade hídrica de alguns municípios foi elevada e, em outros locais, foram realizadas irrigações, sendo a disponibilidade hídrica superior a 700 mm durante o ciclo.

O diâmetro do colmo também foi afetado pela baixa disponibilidade hídrica durante o período nas duas condições de cultivo. O diâmetro das plantas cultivadas em barragem subterrânea (12,44 mm) foi superior àquelas cultivadas fora da barragem (11,16 mm), porém, assim como a variável altura, o diâmetro mostra-se menor do que o encontrado em outras pesquisas com a mesma cultivar. Em trabalho realizado por Nagai (2012), observou-se que a cultivar SF 15 pode atingir em média 15,35 mm de diâmetro do colmo. O número de folhas, por sua vez, apresentou diferença, demonstrando que as plantas cultivadas em barragem subterrânea apresentaram maior número médio de folhas (9,78) do que àquelas cultivadas na área referência (9,05).

As condições de disponibilidade hídrica na barragem subterrânea favoreceram tanto as características biométricas quanto produtivas do sorgo sacarino em relação ao cultivo realizado em área tradicional. Nota-se, pela TABELA 3, que as variáveis produtivas responderam positivamente ao cultivo realizado dentro da barragem subterrânea. Contudo, os teores de

sólidos solúveis totais não apresentaram diferenças entre as duas condições de cultivo, demonstrando que esta característica sofre pouca influência do ambiente estando diretamente associada a característica genética do cultivar e estágio fenológico da planta no momento da colheita.

Tabela 3. Características produtivas do sorgo sacarino FS 15 cultivado com e sem barragem subterrânea no semiárido brasileiro.

Condição de cultivo	Biomassa Fresca (kg/planta)	Biomassa Seca (kg/planta)	Produtividade – Biomassa Fresca (t ha ⁻¹)	Produtividade – Biomassa Seca (t ha ⁻¹)	Sólidos Solúveis Totais
Barragem Subterrânea	1.16 a	0.45 a	33.59 a	12.92 a	12.96 b
Área Referência	0.82 b	0.26 b	23.87 b	7.65 b	13.32 b

* Médias seguidas por letras diferentes, na coluna, diferem entre si pelo teste *t* a 5% de probabilidade.

Pode-se atribuir as diferenças produtivas do sorgo sacarino nas duas condições de cultivo ao efeito benéfico da manutenção da umidade no solo. Para os agricultores familiares do semiárido, esta tecnologia é de grande importância, uma vez que se optando por cultivar o sorgo sacarino nas condições tradicionais, sem utilização de técnicas de armazenamento da água de chuva, a produção de biomassa dos cultivos seria inferior ao cultivo realizado dentro da barragem. Em estudo sobre a sustentabilidade de agroecossistemas com barragens subterrâneas no semiárido brasileiro, realizada por Ferreira et al. (2011), com agricultores familiares no estado da Paraíba, foi verificado que os agricultores percebem a tecnologia da barragem subterrânea com grande potencial para aperfeiçoar e equilibrar os processos ecológicos do sistema produtivo da agricultura familiar do semiárido. Tabosa et al. (2008) afirmam que a cultura do sorgo deve ser recomendada para regiões semiáridas por se comportar como estratégica, em face de suas características xerofílicas, o que provavelmente confere ao sorgo características de resistência ao estresse hídrico.

Comparando-se as produtividades (biomassa fresca e seca) encontradas por outros autores com o sorgo sacarino, verificam-se diferenças, as quais se devem à baixa precipitação do período e também à densidade de plantio que, em função de ter sido cultivado em covas, resultou em número reduzido de plantas por hectare. Em termos agroindustriais, o sorgo sacarino poderá produzir em média de 35 a 45 t ha⁻¹ de colmos no ciclo de 120 dias, com uma demanda hídrica de 400 mm (TABOSA et al., 2008; ICRISAT, 2010).

Outros autores informam que a produtividade do sorgo sacarino pode alcançar de 40 a 70 t ha⁻¹ de matéria fresca (ALMORADES & HADI, 2009). Souza (2011), estudando a adaptabilidade e a estabilidade de cultivares de sorgo sacarino, verificou produtividade de 51,62 e 39,86 t ha⁻¹ de massa verde de sorgo sacarino em dois municípios da região semiárida, localizados no Norte de Minas Gerais. Em trabalho realizado por Souza et al. (2005), em condições de sequeiro no estado da Paraíba, foi alcançada produtividade de 64 t ha⁻¹ de biomassa verde. A produtividade em massa seca foi de, aproximadamente, 48 t ha⁻¹ com alta porcentagem de extração de caldo (700 L t⁻¹ de colmo), o qual possui alto conteúdo de sólidos solúveis totais, similar ao da cana-de-açúcar.

Sob condições irrigadas e adequada fertilização orgânica, algumas variedades podem produzir mais de 110 t ha⁻¹ de biomassa em um único corte (GOMES FILHO et al., 2006).

O teor médio de sólidos solúveis totais (13,14) foi relativamente baixo, se comparado a outras cultivares de sorgo sacarino e se comparado à cana-de-açúcar, uma vez que, de acordo com Fernandes (2013), os valores de sólidos solúveis totais do caldo podem variar de 15 a 19 °brix. Nagai (2012) encontrou valores próximos a 15 °brix para a cultivar SF 15.

4 CONCLUSÃO

As características morfoagrômicas do sorgo sacarino foram influenciadas pelo cultivo realizado na barragem subterrânea, a qual proporcionou ganhos positivos no desenvolvimento das plantas quando comparada ao cultivo em área tradicional sob condição de sequeiro.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao IPA pelo apoio e ao CNPq pela concessão de bolsa de produtividade em desenvolvimento tecnológico e extensão inovadora ao último autor.

REFERÊNCIAS

ALMODARES, A.; HADI, M. R. Production of bioethanol from sweet sorghum – a review. **African Journal of Agricultural Research**, v. 4, n. 9, p. 772-780, 2009.

BERENJI, J.; DAHLBERG, J.; SIKORA, V.; LATKOVIC, D. Origin, history, morphology, production, improvement, and utilization of broomcorn [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] in Serbia. **Economic Botany**, v.65, n.2, p.190-208, 2011.

CAMPOS, J. D.; REGO NETO, J.; SAMPAIO, O. B.; SONDA, C. Barragem subterrânea: uma alternativa de captação e barramento de água da chuva no semi-árido. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA, 3. 2001. **Anais...** Campina Grande: Associação Brasileira de Captação e Manejo de Água de Chuva, 2001.

CORREIA, R. C.; KIILL, L. H. P.; MOURA, M. S. B. de; CUNHA, T. J. F.; JESUS JUNIOR, L. A. de ARAUJO, J. L. P. A região semiárida brasileira. In: VOLTOLINI, T. V. (Ed.). **Produção de caprinos e ovinos no Semiárido**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011. cap. 1, p. 21-48.

COSTA, W. D. **Manual de barragens subterrâneas**. 3. ed. Recife: Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente de Pernambuco, 2004.

Fernandes, P. G. **Avaliação agrônômica de dois cultivares de Sorgo Sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) em Sete Lagos – MG**. 2013. 89 f. (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campos dos Goytacazes, RJ, 2013.

FERREIRA, G. B.; COSTA, M. B. B.; SILVA, M. S. L.; MOREIRA, M. M.; GAVA, C. A. T.; CHAVES, V. C.; MENDONÇA, C. E. S. Sustentabilidade de agroecossistemas com barragens subterrâneas no semiárido brasileiro: a percepção dos agricultores na Paraíba. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.6, n.1, p. 19-36, 2011.

FERREIRA, O. E. **Produção de etanol a partir de sorgo sacarino com tratamento enzimático**. 2015. 79p. Tese (Doutorado em Microbiologia Agropecuária) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2015.

FREITAS, I. M. **Efeitos ambientais de barragem subterrânea na microbacia do Córrego Fundo, Região dos Lagos/RJ**. 2006. 112f. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2006.

MAGALHÃES, P.C.; SOUZA, T.C.; RODRIGUES, J.A.S. Ecofisiologia. In: RODRIGUES, J.A.S. (ed.). **Cultivo do sorgo**. 8.ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. (Sistema de Produção, 2). Disponível em:

http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_8_ed/expediente.htm. Acesso em: 24 de ago. 2016.

MOURA, M. S. B. de; GALVINCIO, J. D.; BRITO, L. T. de L.; SOUZA, L. S. B. DE, SÁ, I. I. S.; SILVA, T. G. F. da. Clima e água de chuva no Semi-Árido. In: BRITO, L. T. de L.; MOURA, M. S. B. de; GAMA, G. F. B. (Ed.). **Potencialidades da água de chuva no Semi-Árido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007. cap. 2, p. 37-59.

NAGAI, M. A. **Produtividade de biomassa de sorgo sacarino sem irrigação na Zona da Mata Norte de Pernambuco**. 2012. 43f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Energéticas e Nucleares) – Universidade Federal de Pernambuco, 2012.

SANS, L. M. A.; A. V. de C. DE MORAIS; D. P. GUIMARÃES. **Época de plantio de sorgo** (Comunicado Técnico). MAPA. Sete Lagoas. 2003.

SANTOS, M. O.; FREITAS, I. M. de; BRITO, L. T. de L.; ANJOS, J. B. dos. **Barragem subterrânea: água para uso na agricultura**. Niterói: Programa Rio Rural, 2009. 13 p. il. (Programa Rio Rural. Manual Técnico, 17).

SILVA, M. S. L. da; MENDONÇA, C. E. S.; ANJOS, J. B. dos; HONÓRIO, A. P. M.; SILVA, A. de S.; BRITO, L. T. de L. Barragem Subterrânea: água para produção de alimentos. In: BRITO, L. T. de L.; MOURA, M. S. B. de; GAMA, G. F. B. (Ed.). **Potencialidades da água de chuva no semi-árido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007. cap. 6, p. 121-137.

SOUZA, C.C.; DANTAS, J.P.; SILVA, S.M.; SOUZA, V.C.; ALMEIDA, F.A.; SILVA, L.E. Produtividade do sorgo granífero cv. sacarino e qualidade de produtos formulados isoladamente ou combinados ao caldo de cana-de-açúcar. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.3, p.512-517, 2005.

SOUZA, V. F. **Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de sorgo sacarino**. 2011. 53 p. Dissertação (mestrado em Produção Vegetal), Universidade Estadual de Montes Claros, Montes Claros, 2011.

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 semi-árido brasileiro: elevada produção de biomassa e rendimento de caldo. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28. 2010, **Anais...** Goiânia: ABMS, 2010. p.2179-2186.

TABOSA, J.N.; TAVARES, J.A.; REIS, O.V.; SIMPLÍCIO, J.B.; LIMA, J.M.P.; CARVALHO, H.W.L.; NASCIMENTO, M.M.A. Potencial do sorgo granífero em Pernambuco e no Rio Grande do Norte – Resultados obtidos com e sem irrigação. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28. **Anais...** Londrina: ABMS, 2008.

VON PINHO, R.G.; VASCONCELOS, R.C. **Cultura do sorgo: textos acadêmicos**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 76 p.

Recebido para publicação: 07 de agosto de 2016

Aprovado: 11 de setembro de 2016