

Arranjo populacional do sorgo forrageiro irrigado para um cultivo eficiente no Semiárido brasileiro

Population arrangement of irrigated forage sorghum for efficient cultivation in the brazilian Semiarid

DOI:10.34117/bjdv8n3-053

Recebimento dos originais: 14/02/2022

Aceitação para publicação: 07/03/2022

Welson Lima Simões

Doutor em Engenharia Agrícola - Pesquisador na área de Irrigação e Fertirrigação
Instituição: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Semiárido)
Endereço: Rodovia BR-428, Km 152, Zona Rural, CEP: 56302-970 - Petrolina - PE
E-mail: welson.simoese@embrapa.br

Anderson Ramos de Oliveira

Doutor em Produção Vegetal - Pesquisador na área de Sistemas Agroenergéticos
Instituição: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Semiárido)
Endereço: Rodovia BR-428, Km 152, Zona Rural, CEP: 56302-970 - Petrolina - PE
E-mail: anderson.oliveira@embrapa.br

Miguel Júlio Machado Guimarães

Doutor em Engenharia Agrícola - Professor Efetivo EBTT
Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão
Endereço: BR-230, CEP: 65840-000 - São Raimundo das Mangabeiras - MA
E-mail: mjmguiaraes@hotmail.com

Juciléia Soares da Silva

Doutora em Engenharia Agrícola - Pós-Doutoranda DCR - CNPq/FACEPE
Instituição: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Semiárido)
Endereço: Rodovia BR-428, Km 152, Zona Rural, CEP: 56302-970 - Petrolina - PE
E-mail: jucicleiass@gmail.com

Wesley Oliveira da Silva

Licenciado em Ciências Biológicas - Mestrando em Ciência e Tecnologia Ambiental
Instituição: Universidade de Pernambuco (UPE Campus Petrolina)
Endereço: Rodovia BR 203, Km 2 s/n - Vila Eduardo, CEP: 56328-900 - Petrolina - PE
E-mail: wesley_oliveira.s@hotmail.com

Carlos Roberto Silva de Oliveira

Doutorando em Agronomia – Melhoramento Genético de Plantas
Instituição: Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)
Endereço: Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP: 52171-900 - Recife - PE
E-mail: carlos.robertooliveira@ufrpe.br

Tadeu Vinhas Voltolini

Doutor em Ciência Animal e Pastagens - Pesquisador na área de Ciência Animal e Pastagens
Instituição: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Semiárido)
Endereço: Rodovia BR-428, Km 152, Zona Rural, CEP: 56302-970 - Petrolina - PE
E-mail: tadeu.voltolini@embrapa.br

Kaio Vinícius Fernandes Barbosa

Graduando em Licenciatura em Ciências Biológicas
Instituição: Universidade de Pernambuco - (UPE Campus Petrolina)
Endereço: Rodovia BR 203, Km 2 s/n - Vila Eduardo, CEP: 56328-900 - Petrolina - PE
E-mail: kaioviniciusfernandesbarbosa@gmail.com

RESUMO

O espaçamento de plantio tem influenciado no crescimento e na produtividade da cultura, podendo variar em função das variedades e do manejo adotado. O objetivo do trabalho foi identificar os espaçamentos mais eficientes para o cultivo irrigado de duas variedades de sorgo forrageiro no Semiárido brasileiro. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em parcelas subsubdivididas, com três repetições. As parcelas foram constituídas por duas variedades de sorgo forrageiro: Sudão e Volumax; as subparcelas por oito espaçamentos, sendo três espaçamentos com fileira simples: 40x40, 50x50, 60x60 cm e cinco com fileiras duplas: 30x40, 30x50, 30x60, 40x50 e 40x60 cm e as subsubparcelas constituídas por dois ciclos de cultivo. Foram avaliadas: altura de planta, diâmetro de colmo, área foliar e produtividade de biomassa fresca (PMF) e seca (PMS). A variedade Sudão apresentou maior altura de plantas, diâmetro de colmo, área foliar e PMS. Os arranjos de plantio nos espaçamentos de 30x40, 30x60 e 40x50 cm são mais eficientes para a variedade Sudão. Para a variedade Volumax, os arranjos de plantio do tipo fileiras simples com espaçamento de 40 cm entre fileiras e em sistema do tipo fileiras duplas nos espaçamentos de 30x60, 40x50 e 40x60 cm são os mais recomendados.

Palavras-chave: arranjo de plantas, semiárido brasileiro, *sorghum bicolor* (L.) Moench, *sorghum sudanense* (Piper) Stapf.

ABSTRACT

The planting spacing has an influence on the growth and productivity of the plant and can vary depending on the varieties and management adopted. The objective of the work was to identify the most efficient spacing for the irrigated cultivation of two varieties of forage sorghum in the Brazilian Semiarid. The experimental design was in randomized blocks, in sub-divided plots, with three replications. The plots consisted of two varieties of forage sorghum: Sudan and Volumax; the subplots by eight spacings, three spacings with a single row: 40x40, 50x50, 60x60 cm and five with double rows: 30x40, 30x50, 30x60, 40x50 and 40x60 cm and the subplots consisting of two cultivation cycles. Plant height, stem diameter, leaf area and fresh (PMF) and dry (PMS) biomass were evaluated. The Sudan variety showed higher plant height, stem diameter, leaf area and PMS. Planting arrangements in the 30x40, 30x60 and 40x50 cm spacing are more efficient for the Sudan variety. For the Volumax variety, single row planting arrangements with 40 cm spacing between rows and in double row spacing systems 30x60, 40x50 and 40x60 cm are the most recommended.

Keywords: arrangement of plants, brazilian semiarid, *sorghum bicolor* (L.) Moench, *sorghum sudanense* (Piper) Stapf.

1 INTRODUÇÃO

A pecuária consiste em uma das mais importantes atividades para a sobrevivência do produtor rural no Semiárido brasileiro. Devido a sua maior resistência à seca quando comparada às atividades agrícolas, a criação caprina e ovina, tem sido um dos principais fatores responsáveis pela garantia da segurança alimentar das famílias rurais e da geração de emprego e renda familiar nesta região (FARIAS et al., 2014; MAGALHÃES, et al., 2018). No entanto, o ambiente semiárido predominante nessa região, possui atributos que podem limitar a criação de animais devido à escassez de alimentos e de água, sendo esses fatores atribuídos aos seus baixos índices pluviométricos e a sua irregularidade com o tempo.

Nesse contexto, é de suma importância o uso de plantas forrageiras que se adaptem às condições edafoclimáticas mais restritivas à atividade agrícola. Assim, o sorgo forrageiro tem sido utilizado como uma fonte nutricional pelos produtores de caprinos e ovinos (RAMOS et al., 2017; CASTRO et al., 2020; TOSTA et al., 2021), pois apresentam teores de proteínas semelhantes ao milho, tendo maior tolerância a estresses abióticos como déficit hídrico, salinidade e altas temperaturas (GUIMARÃES et al., 2016), fatores estes que são recorrentes na região semiárida.

Mesmo sendo considerado tolerante à seca, o estresse hídrico também pode afetar negativamente a cultura do sorgo. De acordo com as condições edafoclimáticas, o uso correto da irrigação pode aumentar consideravelmente a produtividade do sorgo em relação ao plantio no sequeiro (ZWIRTES et al., 2015). Todavia, para que haja melhor aproveitamento na produtividade da cultura, é necessário que seja determinado o arranjo ideal para o plantio do sorgo nas condições semiáridas, para que ocorra maior eficiência de adaptação da cultura sobre os fatores de água, radiação solar e nutrientes no solo (MAHMOOD & HORNERMEIER, 2012).

O espaçamento de plantio tem influência direta nas variáveis de crescimento e de produtividade da planta e os resultados podem variar em função das variedades, do local de plantio e do manejo adotado (SOUZA et al., 2021). Para as condições do Cerrado, Carmo et al. (2020), estudando o sorgo granífero, observaram ganhos de até 24% na produtividade de grãos quando se utilizou população superior a 180 mil plantas ha⁻¹. Estudo de Reis et al. (2019) com sorgo sacarino demonstrou que o menor espaçamento entre linhas (0,25 m) proporcionou a maior produtividade de matéria fresca, massa de suco e aumentou o °Brix das plantas. Em outro estudo, May et al. (2016), avaliando diferentes espaçamentos de plantio de sorgo biomassa, observaram que a biomassa total é influenciada pelo espaçamento e que, em cortes sucessivos, a biomassa total reduz em plantios com maior espaçamento entre linhas.

Segundo Albuquerque et al. (2011), a escolha correta para a densidade de plantio do sorgo pode proporcionar maior eficiência na absorção de nutrientes pela cultura, em função da

competição das plantas nas linhas de plantio. Entretanto, informações sobre o espaçamento mais adequado entre fileiras e densidade da sementeira das variedades modernas de sorgo são escassas na região semiárida.

Nesse contexto, objetivou-se com o presente trabalho identificar os espaçamentos mais eficientes para o cultivo irrigado de duas variedades de sorgo forrageiro no Semiárido brasileiro.

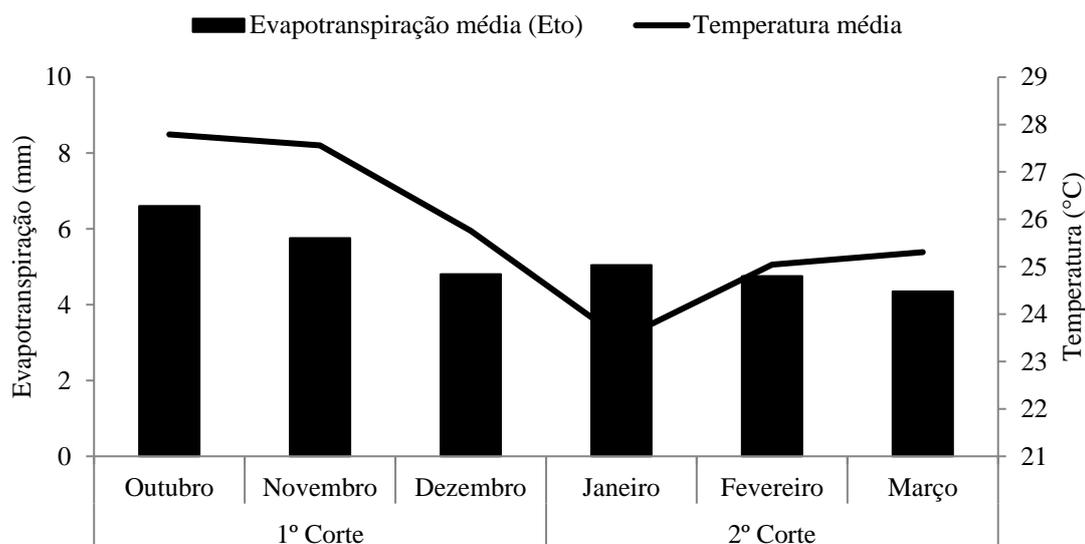
2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Campo Experimental de Bebebour, pertencente à Embrapa Semiárido, em Petrolina, PE, na região do Submédio São Francisco (latitude 9°8' 8,9'' S, longitude 40°18'33,6'' O, 373 m). O solo da área experimental é do tipo Argissolo Vermelho Amarelo, apresentando textura média e relevo plano.

O clima é classificado como semiárido do tipo BSw^h, segundo a classificação de Köppen, com período de chuvas bem definidos, compreendendo os meses de novembro a abril (LOPES et al., 2017). Durante o período experimental, a umidade relativa e a temperatura média do ar foram de 55,30 % e 26,45 °C, respectivamente. A evapotranspiração máxima observada foi de 6,60 mm, tendo uma média de 5,22 mm dia⁻¹, conforme observado na Figura 1. Os eventos de precipitação totalizaram 189,74 mm ao final do experimento.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em parcelas subdivididas, com três repetições. As parcelas foram constituídas por duas variedades de sorgo forrageiro: Sudão e Volumax; as subparcelas por oito espaçamentos, sendo três espaçamentos com fileira simples: 40x40, 50x50, 60x60 cm e cinco com fileiras duplas: 30x40, 30x50, 30x60, 40x50, e 40x60 cm, e as subsubparcelas constituídas por dois ciclos de cultivo (1° e 2° corte). Cada unidade experimental (subparcela) foi formada por cinco fileiras de cinco metros de comprimento, sendo fixado 10 plantas por metro linear, considerando-se úteis as plantas das fileiras centrais, eliminando-se o metro inicial e final de cada fileira.

Figura 1. Evapotranspiração e temperatura diárias médias durante o período experimental. Estação Agrometeorológica de Bebedouro, Embrapa Semiárido, Petrolina, PE



A adubação de fundação foi realizada conforme a demanda da cultura e com base na análise de solo, aplicando-se 30 kg ha⁻¹ de N, 60 kg ha⁻¹ de P e 20 kg ha⁻¹ de K. Aos 30 DAP e aos 15 dias após o 1º corte foram realizadas adubações de cobertura com 30 kg ha⁻¹ de N cada.

As irrigações foram realizadas diariamente por gotejamento superficial, por meio de tubo gotejador com emissores com vazão de 1,6 L h⁻¹, diâmetro nominal de 16 mm e espaçamento 0,30 m entre gotejadores. O manejo da irrigação se iniciou após todas as parcelas se encontrarem na capacidade de campo. A partir deste momento, a lâmina de água aplicada por irrigação foi calculada de acordo com a evapotranspiração da cultura, medida no período entre as irrigações, utilizando o método proposto pela FAO 56 (ALLEN et al., 2006) e os Kcs de 0,15; 0,95 e 0,35, respectivamente, para as fases fenológicas inicial, intermediária e final do ciclo e de acordo com a eficiência de aplicação de água do sistema, conforme a Equação 1.

$$Li = \frac{(ETo * Kc * Kl) - P}{Ef} \quad (1)$$

Em que:

Li – Lâmina de irrigação (mm);

ETo – Evapotranspiração medida no período (mm);

Kc – Coeficiente de cultivo da cultura;

Kl – Coeficiente de irrigação localizada;

P – Precipitação medida no período, mm;

Ef – Eficiência do sistema de irrigação, 0,9.

As colheitas foram realizadas quando os grãos da porção central da panícula apresentaram aspecto leitoso/pastoso. As plantas da parcela útil foram cortadas a uma altura de 5,0 cm do solo e separadas em três componentes: colmo, folha, panícula. Foram avaliados os seguintes parâmetros: altura de planta, diâmetro de colmo, área foliar e produtividade de biomassa fresca. Posteriormente, o material foi colocado em estufa para secar a 60 °C até atingir peso constante para determinação da produtividade da biomassa seca. Para calcular as produtividades de biomassa fresca (PBMF) e seca (PBMS) foram utilizados os dados de peso de biomassa fresca e seca através razão entre a quantidade colhida (toneladas, t) e a área colhida (hectares, ha), sendo expressas em $t\ ha^{-1}$.

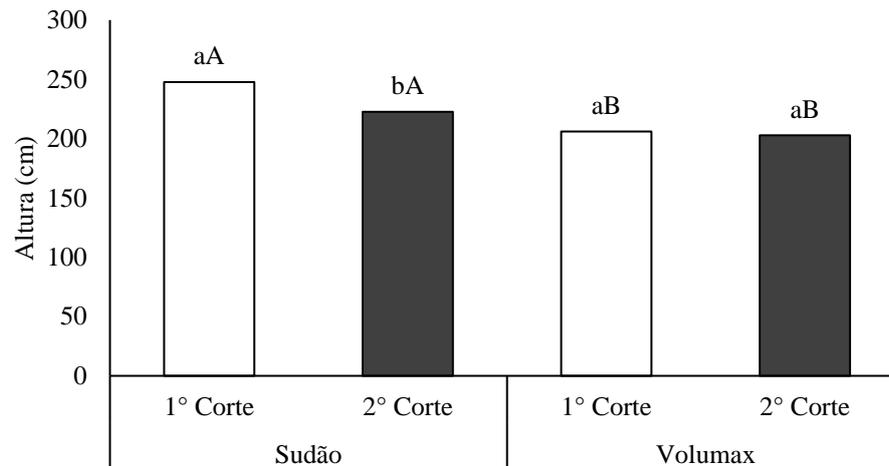
Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, utilizando o programa Sisvar 5.0. Para comparação entre as variedades avaliadas e os cortes avaliados foi realizado o teste de média de Tukey a 0,05 de probabilidade. Já para comparar os espaçamentos avaliados foi realizado o teste de médias de Skott-Knott a 0,05 de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tratamentos avaliados apresentaram interação significativa entre as variedades e os cortes nas variáveis biométricas de altura de planta, diâmetro de colmo e área foliar total, e interação significativa entre os espaçamentos e as variedades avaliadas para as variáveis de produtividade.

A variedade Sudão apresentou maiores plantas no primeiro corte, com uma redução de cerca de 10% na altura das plantas quando comparadas com as plantas colhidas no segundo corte. Já a variedade Volumax não apresentou redução na altura das plantas entre os cortes avaliados. Quando comparadas as variedades, verificou-se que a variedade Sudão apresentou plantas com maiores valores de altura em todos os cortes avaliados. A altura de plantas no primeiro corte foi favorecida, provavelmente, pela maior capacidade fotossintética, em função da captação de luz, possibilitando maior multiplicação e alongamento celular, pois a altura das plantas no primeiro corte foi superior à área do segundo corte para a mesma variedade (Figura 2).

Figura 2. Altura média de variedades de sorgo forrageiro cultivadas em dois cortes. Letras minúsculas comparam cortes em uma mesma variedade. Letras maiúsculas comparam variedades em um mesmo corte



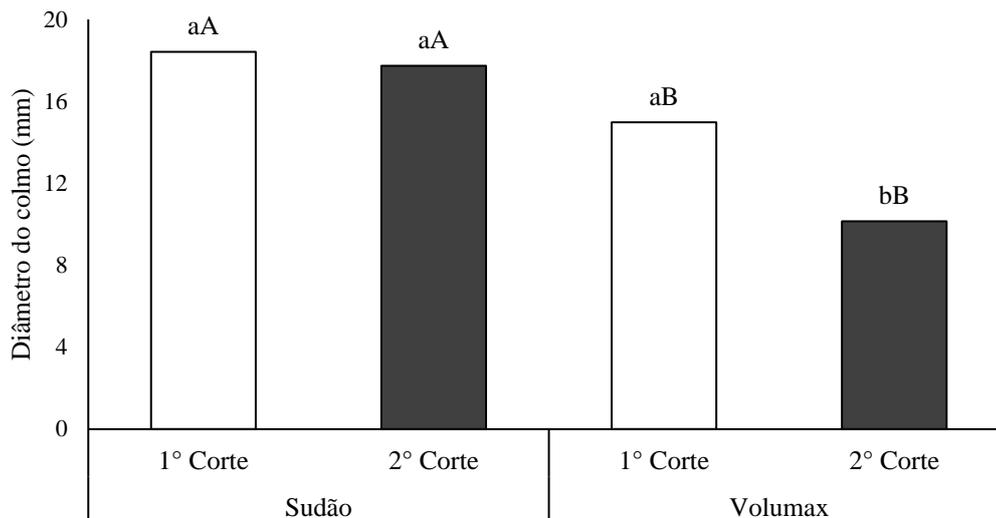
A variedade Volumax apresentou altura média semelhante às encontradas por Lima et al. (2017) que observaram valores médios de 194 a 245 cm, para esta variedade. Entretanto, Perazzo et al. (2017) observaram diferenças entre o primeiro corte (206 cm) e o segundo corte (159 cm) da variedade Volumax quando avaliaram as características agrônômicas de híbridos de sorgo. Asker (2017) avaliando parâmetros de crescimento de *Sorghum sudanense* em primeiro corte, observou alturas variando de 259 cm até 341 cm de altura em função de adubação adequada. Em condições semiáridas, alguns resultados corroboram os valores médios de altura de plantas deste estudo. Santos et al. (2013) encontraram uma média de 230 cm para a altura da planta ao avaliar o desempenho produtivo de cinco genótipos de sorgo forrageiro (BRS Ponta Negra, BRS 655, BR 601, BRS 506 e BRS 610) no centro-baixo Vale do São Francisco. Silva et al. (2011) avaliando a divergência agrônômica de 25 híbridos de sorgo na região semiárida da Paraíba, encontraram altura média das plantas variando de 197 a 262 cm.

Segundo Paziani et al. (2019), a altura da planta contribui diretamente no aumento da produtividade da matéria seca da forragem, pois com o aumento na altura das plantas, há maior possibilidade do aumento na produção do volume de massa de folhas, panículas e colmo. É importante destacar que a variedade Sudão apresentou maior altura das plantas, independentemente dos espaçamentos utilizados nos dois ciclos de avaliação. Essa diferença de altura entre as variedades avaliadas pode estar associada à genética dos híbridos e à adaptação às condições edafoclimáticas.

A variável diâmetro do colmo não foi influenciada pelos diferentes espaçamentos utilizados. Carmo et al. (2020), ao estudarem diferentes espaçamentos e densidades de plantas, também, não observaram diferenças significativas entre tratamentos. Entretanto, ao se observar a Figura 3, verifica-se que a variedade Sudão obteve o maior diâmetro de colmo, independente do

corte, quando comparado à variedade Volumax. Já na variedade Volumax, houve diferença significativa entre os cortes avaliados, com redução de cerca de 30% no diâmetro das plantas avaliadas. Neste contexto, para auxílio no manejo da cultura, deve-se destacar que diâmetro de colmo é uma característica associada à capacidade de sustentação da planta, ou seja, quanto maior o diâmetro de colmo menor a susceptibilidade ao acamamento (INDRIATAMA et al., 2020).

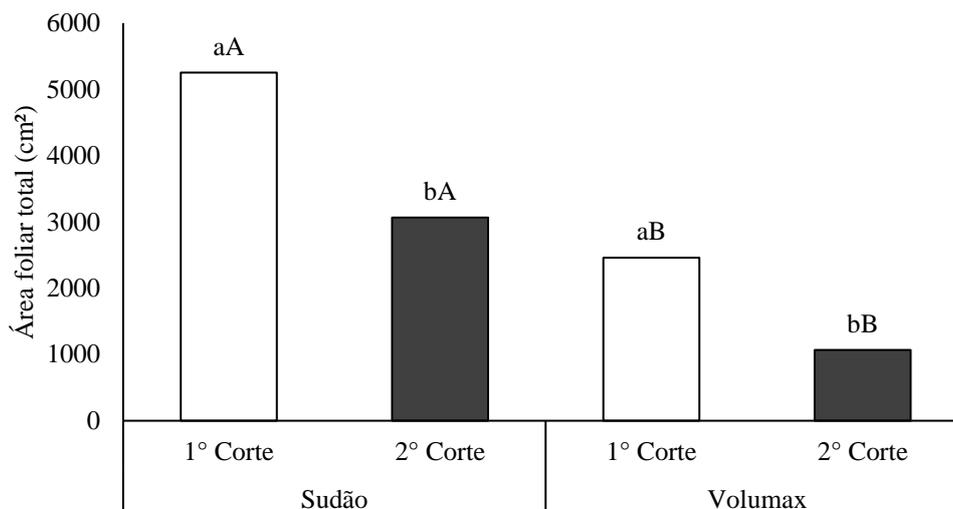
Figura 3. Diâmetro médio de colmos de variedades de sorgo forrageiro cultivadas em dois cortes. Letras minúsculas comparam cortes em uma mesma variedade. Letras maiúsculas comparam variedades em um mesmo corte



Os valores médios observados assemelham-se aqueles encontrados por Albuquerque et al. (2013) que avaliando os híbridos Exp866, Ponta Negra, Silotec 20, 1F 305, BRS 610, SHS 500 e Volumax, obtiveram médias para variável diâmetro do colmo de 11,47 e 14,93 mm em experimentos desenvolvidos em dois locais do semiárido mineiro.

Observa-se na Figura 4 que houve reduções significativas da área foliar total (AFT) entre os cortes das duas variedades avaliadas, com reduções de cerca de 40% e 50% no segundo corte para as variedades Sudão e Volumax, respectivamente. Esse comportamento também foi registrado por Rajitwad et al. (2019) que, ao estudarem o efeito do manejo de cortes no crescimento do sorgo, observaram que no primeiro corte as plantas apresentam maior área foliar, verificando também diferenças entre genótipos. A variedade Sudão apresentou maiores valores de AFT nos dois cortes avaliados, demonstrando assim a potencialidade desta variedade para a produção de forragem na região.

Figura 4. Área foliar total de variedades de sorgo forrageiro cultivadas em dois cortes. Letras minúsculas comparam cortes em uma mesma variedade. Letras maiúsculas comparam variedades em um mesmo corte.



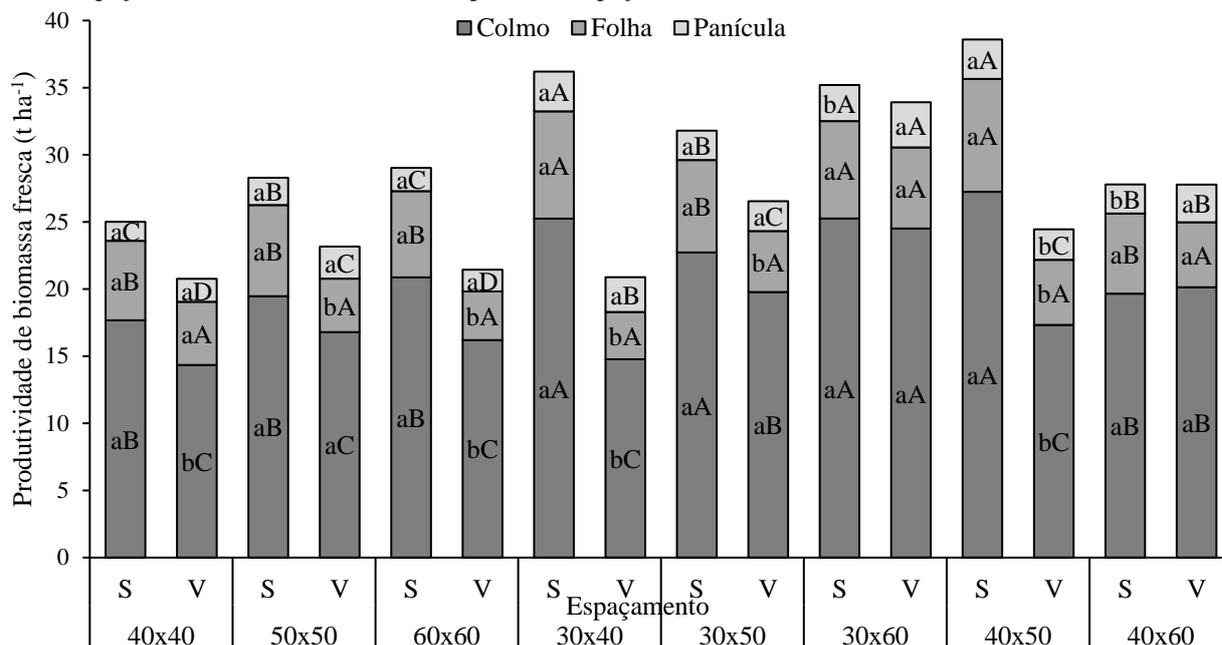
Considerando-se que a AFT é determinada em função das características biométricas das folhas avaliadas, as plantas com maiores larguras e comprimento da folha apresentarão maior AFT. Tal característica é desejável, visto que o processo fotossintético depende da interceptação da energia luminosa e sua conversão em energia química, sendo este um processo que ocorre diretamente na folha (TAIZ et al., 2017).

Os resultados obtidos demonstram que o espaçamento de plantio tem efeito direto na produtividade do sorgo forrageiro, e que este efeito varia em função do material genético cultivado. Os diferentes compartimentos (colmo, folha e panícula) apresentaram diferenças significativas (Figura 5).

Analisando-se a variável produtividade de biomassa fresca (PMF) de colmo de cada variedade em função do espaçamento, pode-se observar que a variedade Sudão apresentou maior PMF de colmo quando cultivada nos espaçamentos de 30x40, 30x50, 30x60 e 40x50 cm, com 25,25; 22,72; 25,20; e 27,25 t ha⁻¹, respectivamente. A variedade Volumax obteve maior valor de PMF de colmo quando cultivada no espaçamento 30x60 cm, com 24,51 t ha⁻¹.

Observando o comportamento dos espaçamentos entre as duas variedades, verifica-se que os espaçamentos 40x40, 60x60, 30x40 e 40x50 cm obtiveram PMF de colmo maior para a variedade Sudão em comparação à variedade Volumax. Tais resultados estão diretamente relacionados com os valores de altura de planta e diâmetro de colmo obtidos neste trabalho, nos quais, a variedade Sudão apresentou maiores valores em todos os espaçamentos avaliados (Figuras 1 e 2), corroborando os resultados de Simões et al. (2019) que verificaram que plantas de sorgo da variedade Sudão apresentam, em média, 20% a mais de matéria fresca de colmo que a variedade Volumax.

Figura 5. Produtividade de biomassa fresca de colmo, folhas e panículas de variedades de sorgo forrageiro cultivadas em diferentes espaçamentos de plantio. S = Sudão e V = Volumax. Letras minúsculas comparam variedades em um mesmo espaçamento. Letras maiúsculas comparam os espaçamentos numa mesma variedade.



A característica PMF de folha dentro de espaçamentos, numa mesma variedade demonstrou que os espaçamentos 30x40, 30x60 e 40x50 cm favoreceram maior formação de folhas na variedade Sudão, com 7,98, 7,25, 8,40 t ha⁻¹, respectivamente. A variedade Volumax, por sua vez, não apresentou diferença significativa na PMF de folhas entre os espaçamentos avaliados, apresentando uma média de 4,51 t ha⁻¹. Ainda na Figura 5, comparando-se as variedades, pôde-se constatar que os espaçamentos 50x50, 60x60, 30x40, 30x50 e 40x50 cm resultaram em plantas com maiores PMF de folha na variedade Sudão. Os espaçamentos 30x60 e 40x60 cm não proporcionaram diferenças entre as duas variedades.

Na variedade Sudão, os espaçamentos 30x40, 30x60 e 40x50 cm proporcionaram maiores PMF de panícula, com 2,96, 2,69 e 2,95 t ha⁻¹, respectivamente. Na variedade Volumax apenas o espaçamento 30x60 cm apresentou maior de PMF de panícula, com 3,36 t ha⁻¹. Quando comparadas entre os espaçamentos, observou-se diferenças significativas entre as variedades apenas nos espaçamentos 30x60, 40x50 e 40x60 cm, nos quais o espaçamento 30x60 e 40x60 cm resultaram em plantas da variedade Volumax com maior PMF que a variedade Sudão, enquanto no espaçamento 40x50 cm, a variedade Sudão foi superior à Volumax.

A PMF total variou de 25,01 a 38,59 t ha⁻¹ entre os espaçamentos na variedade Sudão e 20,76 a 33,91 t ha⁻¹ na variedade Volumax. Para a variedade Sudão destacaram-se os espaçamentos 30x40, 30x60 e 40x50 cm com maiores PMF total, sendo 30,59, 36,19 e 35,20 t ha⁻¹,

respectivamente. Por sua vez, a variedade Volumax, quando cultivada sob espaçamento 30x60 cm apresentou PMF total superior às plantas cultivadas em outros espaçamentos, com valor médio de 33,91 t ha⁻¹. Tais resultados refletem os valores da PMF das partes da planta apresentados na Figura 5, nos quais, os espaçamentos supracitados apresentaram maiores produtividades de colmo, folha e panícula.

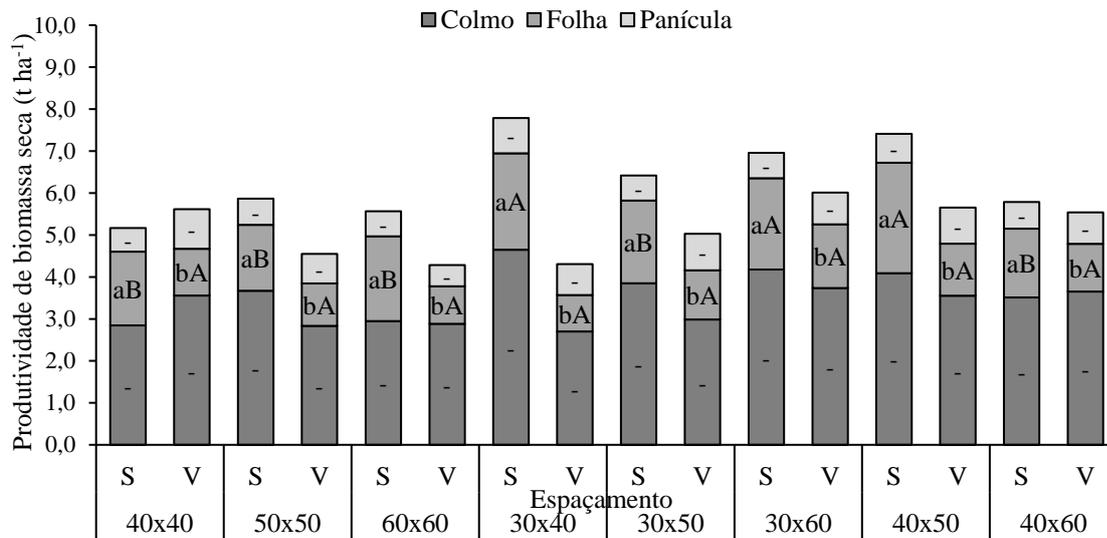
Este estudo apresentou valores médios menores do que os registrados por Santos et al. (2013) que avaliaram o desempenho produtivo da produção de silagem de cinco genótipos de sorgo forrageiro e observaram um valor médio de 67,6 t ha⁻¹. No entanto, valores próximos aos encontrados neste trabalho foram observados por Guimarães et al. (2016) quando avaliaram o cultivo das variedades Sudão e Volumax no Semiárido pernambucano em condições salinas.

Albuquerque et al. (2011) avaliou a produtividade de sorgo forrageiro com as variedades SHS 500, BRS 655, BRS 610 e 1F305 em três espaçamentos, e obteve os melhores resultados para matéria fresca total com a variedade SHS 500 e no espaçamento 50 cm e concluíram que este espaçamento permite melhor arranjo e distribuição espacial das plantas, possibilitando assim, melhor absorção de nutrientes e melhor absorção de água.

Quanto à produtividade de biomassa seca (PMS), foram observadas interações significativas entre as variedades avaliadas e o espaçamento apenas para os valores de PMS de folhas e PMS total. No geral, as variedades avaliadas apresentaram valores médios de 3,48 e 0,71 t ha⁻¹ de PMS de colmo e panícula, respectivamente, independentemente do espaçamento de plantio (Figura 6).

Para a característica PMS de folha, os resultados refletiram o comportamento observado na produção de biomassa fresca, nos quais observou-se que os espaçamentos 30x40, 30x60 e 40x50 cm proporcionaram maior produção de folhas na variedade Sudão, não havendo diferença significativa entre os espaçamentos na produção de folhas da variedade Volumax, sendo que a Sudão apresentou maior produtividade de folhas em todos os espaçamentos avaliados. Tais resultados indicam maior potencialidade forrageira da variedade Sudão para as condições de cultivo adotadas, haja vista que a mesma apresentou maior produtividade de folhas (partição de maior interesse na produção de forragens) em todos os espaçamentos avaliados.

Figura 6. Produtividade de biomassa seca de colmo, folhas e panículas de variedades de sorgo forrageiro cultivadas em diferentes espaçamentos de plantio. S = Sudão e V = Volumax. Letras minúsculas comparam variedades em um mesmo espaçamento. Letras maiúsculas comparam os espaçamentos numa mesma variedade



Para a PMS total, os espaçamentos 40x40, 30x60 e 40x60 cm não apresentaram diferença significativa entre as variedades avaliadas. Para os demais espaçamentos, novamente, a variedade Sudão se destacou com maiores valores de PMS total, sendo que as maiores produtividades de biomassa seca foram obtidas ao se adotar os espaçamentos 30x40, 30x60 e 40x50 cm no plantio. Por sua vez, a variedade Volumax apresentou maiores produtividades quando cultivada nos espaçamentos de 40x40, 30x60, 40x50 e 40x60 cm, demonstrando que menores espaçamentos entre plantas proporcionam maior produtividade desta variedade. Os resultados corroboram com May et al. (2016) que concluíram que há aumento no perfilhamento em espaçamentos reduzidos e que este fato contribui para aumentar a produtividade de biomassa por área cultivada.

Os resultados obtidos neste trabalho corroboram com Guimarães et al. (2016), os quais observaram diferenças significativas entre as PMS total das variedades Sudão e Volumax utilizando o espaçamento de 50x50. Kirchner et al. (2019) com espaçamento de 0,36 m entre linhas obtiveram PMS total 9,0 e 11,0 toneladas t ha⁻¹ de sorgo forrageiro irrigado.

De forma geral, observa-se que a relação entre a PMF e PMS das variedades está positivamente relacionada ao porte da planta, ao diâmetro de colmo e à área foliar, o que pode ser comprovado por meio do comportamento da variedade Sudão, que apresentou maior altura de plantas (Figura 2), maior diâmetro de colmo (Figura 3) e área foliar (Figura 4) e maior PMS (Figura 6).

Os resultados obtidos indicam que a variedade Sudão apresenta maiores produtividades quando plantadas com espaçamentos em arranjos de fileiras duplas. Considerando-se que com o uso dos espaçamentos de 30x40, 30x60 e 40x50 cm, pode-se utilizar apenas uma mangueira de

gotejador, disposta no meio do menor espaçamento entre duas linhas de plantio, o uso destes espaçamentos podem trazer um retorno econômico para o produtor, em função da redução dos custos com a compra de mangueiras para instalação do sistema de irrigação.

A variedade Volumax pode ser cultivada tanto em arranjos com fileiras simples (uma linha de gotejadores em cada fileira) com espaçamento de 40 cm entre fileiras, quanto em sistemas com fileiras duplas nos espaçamentos de 30x60, 40x50 e 40x60. Similar ao discutido para variedade Sudão, tais resultados podem auxiliar o produtor no planejamento do uso do sistema de irrigação que será utilizado no empreendimento agrícola, uma vez que o uso de apenas uma mangueira de gotejador por fileira dupla de plantio pode reduzir em quase 50% dos custos com o sistema de irrigação.

As reduções significativas observadas nas variáveis biométricas entre os cortes avaliados (Figuras 2, 3 e 4) refletiram nos resultados de produtividade encontrados, nos quais, pode-se observar reduções significativas na produtividade de todas as partes da planta (colmo, folha e panícula) e, conseqüentemente, na produtividade total (Tabela 1).

Tabela 1. Produtividade de biomassa fresca e seca de variedade de sorgo forrageiro em dois cortes no semiárido brasileiro

Corte	Biomassa fresca (t ha ⁻¹)				Biomassa seca (t ha ⁻¹)			
	Folha	Colmo	Panícula	Total	Folha	Colmo	Panícula	Total
1° Corte	7,42 a	23,85 a	2,61 a	33,87 a	1,93 a	5,79 a	1,00 a	8,72 a
2° Corte	4,04 b	16,40 b	2,03 b	22,48 b	1,20 b	1,17 b	0,41 b	2,78 b

Desta forma, pode-se observar redução superior a 30% na produtividade de biomassa fresca, podendo chegar a 70% na produtividade de biomassa seca em plantas de sorgo forrageiro, variedades Sudão e Volumax, entre o 1° e o 2° corte.

4 CONCLUSÕES

Os arranjos de plantio mais eficientes para o cultivo irrigado da variedade Sudão são do tipo fileiras duplas, nos espaçamentos de 30x40, 30x60 e 40x50 cm, os quais podem ser cultivados com apenas uma mangueira de gotejamento para duas linhas de plantio.

Os arranjos de plantio mais eficientes para o cultivo irrigado da variedade Volumax são do tipo fileiras simples com espaçamento de 40 cm entre fileiras e em arranjos do tipo fileiras duplas, nos espaçamentos de 30x60, 40x50 e 40x60.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, C. J. B.; JARDIM, R. R.; ALVES, D. D.; GUIMARÃES, A. D. S.; PORTO, E. M. V. Características agronômicas e bromatológicas dos componentes vegetais de genótipos de sorgo forrageiro em Minas Gerais. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 12, n. 2, p. 164-182, 2013. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/104507/1/Caracteristicas-agronomicas.pdf>. 8 Fev. 2021.
- ALBUQUERQUE, C. J. B.; PINHO, R. G. V.; RODRIGUES, J. A. S.; BRANT, R. D. S. Espaçamento entre fileiras e densidade de semeadura do sorgo forrageiro para região norte de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 3, p. 494-501, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000300009>
- 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. (Estudio Riego e Drenaje Paper, 56).
- ASKER, M. A. Effect of nitrogen and phosphorus fertilization on yield and some growth parameters of sudangrass (*Sorghum sudanese*) crop. **Al-Qadisiyah Journal for Agriculture Sciences**, v. 7, n. 2, p. 223-231, 2017. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20193183664>. 16 Fev. 2021.
- CARMO, E. L.; SOUSA, J. V. A. D.; FERREIRA, C. J. B.; BRAZ, G. B. P.; SIMON, G. A. Agronomic performance of grain sorghum cultivated in double rows space on brazilian Cerrado. **Revista Caatinga**, v. 33, n. 2, p. 422-432, 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252020v33n215rc>
- DE CASTRO, I. T. P., DE OLIVEIRA SANTOS, H. R., DE FIGUEIREDO, M. P., DA SILVA MACÊDO, A. J., MELO, M. H., DA SILVA, J. B., ... & RAMOS, B. L. P. Nutritive value of hay from sorghum-sudangrass hybrids (*Sorghum sudanense* vs. *Sorghum bicolor*). **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 64816-64826, 2020.
- FARIAS, J. L. S.; ARAÚJO, M. R. A.; LIMA, A. R.; ALVES, F. S. F.; OLIVEIRA, L. S.; SOUZA, H. A. Análise socioeconômica de produtores familiares de caprinos e ovinos no semiárido cearense, Brasil. **Archivos de Zootecnia**, v. 63, p. 13-24, 2014. <http://scielo.isciii.es/pdf/azoo/v63n241/articulo2.pdf>. 16 Fev. 2021.
- GUIMARÃES, M. J. M.; SIMÕES, W. L.; TABOSA, J. N.; SANTOS, J. E.; WILLADINO, L. Cultivation of forage sorghum varieties irrigated with saline effluent from fish-farming under semiarid conditions. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, p. 461-465, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n5p461-465>
- INDRIATAMA, W. M.; GARNITA, G. S.; SETIADI, T.; HUMAN, S. Yield productivity test and morphological characterization of 19 sorghum lines resulted from mutation breeding. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 484, n. 1, p. 012022, 2020. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/484/1/012022/meta>. 16 Fev. 2021.
- KIRCHNER, J. H.; ROBAINA, A. D.; PEITER, M. X.; TORRES, R. R.; MEZZOMO, W.; BAHÚ BEN, L. H.; PIMENTA, B. D.; PEREIRA, A. C. Funções de produção e eficiência no uso da água

em sorgo forrageiro irrigado. *Brazilian Journal of Agricultural Sciences/Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.14, n.2, p. e5646, 2019. DOI:10.5039/agraria.v14i2a5646

LIMA, L. O. B.; PIRES, D. A. D. A.; MOURA, M. M. A.; RODRIGUES, J. A. S.; TOLENTINO, D. C.; VIANA, M. C. M. Características agrônômicas e valor nutritivo de genótipos de sorgo forrageiro. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 39, n. 1, p. 7-12, 2017. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v39i1.32356>

LOPES, I.; GUIMARÃES, M. J. M.; MELO, J. M. M.; RAMOS, C. M. C. Balanço hídrico em função de regimes pluviométricos na região de Petrolina-PE. *Irriga*, v. 22, n. 3, p. 443-457, 2017. <https://doi.org/10.15809/irriga.2017v22n3p443-457>

MAGALHÃES, K. A.; MARTINS, E. C.; HOLANDA FILHO, Z. F.; LUCENA, C. C. **Pesquisa pecuária municipal 2017: efetivo dos rebanhos caprinos e ovinos**. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2018, 12p. (Boletim do Centro de Inteligência e Mercado de Caprinos e Ovinos, 5). <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/185392/1/CNPC-2018-BCIMn52018.pdf>. 16 Fev. 2021.

MAHMOOD, A.; HONERMEIER, B. Chemical composition and methane yield of sorghum cultivars with contrasting row spacing. *Field Crops Research*, v. 128, p. 27-33, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2011.12.010>

MAY, A.; SOUZA, V. F. D.; GRAVINA, G. D. A.; FERNANDES, P. G. Plant population and row spacing on biomass sorghum yield performance. *Ciência Rural*, v. 46, n. 3, p. 434-439, 2016. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20141133>

PAZIANI, S. D. F.; DUARTE, A. P.; NUSSIO, L. G.; FREITAS, R. S.; GALLO, P. B.; MATEUS, G. P. Correlações entre variáveis quantitativas e qualitativas de milho e de sorgo para silagem. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 18, n. 3, p. 408-416, 2019. https://www.researchgate.net/profile/Rogério_Freitas4/publication/338780299_CORRELACOES_ENTRE_VARIAVEIS_QUANTITATIVAS_E_QUALITATIVAS_DE_MILHO_E_DE_SORGO_PARA_SILAGEM/links/5e31813592851c7f7f0a4484/CORRELACOES-ENTRE-VARIAVEIS-QUANTITATIVAS-E-QUALITATIVAS-DE-MILHO-E-DE-SORGO-PARA-SILAGEM.pdf. 16 Fev. 2021.

PERAZZO, A. F.; CARVALHO, G. G. P.; SANTOS, E. M.; BEZERRA, H. F. C.; SILVA, T. C.; PEREIRA, G. A.; RAMOS, R. C. S.; RODRIGUES, J. A. S. Agronomic evaluation of sorghum hybrids for silage production cultivated in semiarid conditions. *Frontiers in Plant Science*, v. 8, p. 1088, 2017. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01088>

RAJITWAD, R.; THAKUR, V. R.; CHOREY, A. B.; HIWALE, S. D.; PATIL, S. Response of multicut fodder sorghum (*Sorghum sudanense* L.) genotypes to cutting management. *IJCS*, v. 7, n. 3, p. 2120-2122, 2019.

RAMOS, J. P. D. F.; SOUSA, W. H.; SANTOS, E. M.; MEDEIROS, A. N.; MOURA, J. F.; JUNIOR, A. C. L.; SILVA, M. A. Fontes de volumoso em dieta para cabras Anglo Nubiana em lactação: consumo, digestibilidade e comportamento ingestivo. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, v. 18, n. 3, p. 1-20, 2017. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63651263005.pdf>. 16 Fev. 2021.

REIS, R. M.; FREITAS, M. S.; SILVA, D. V.; PEREIRA, G. A. M.; JESUS PASSOS, A. B. R.; SILVA, A. F.; SILVA, A. A.; REIS, M. R. Effects of weed management and plant arrangements on yield index of sweet sorghum. **Bioscience Journal**, v. 35, n. 4, p. 983-991, 2019. <https://doi.org/10.14393/BJ-v35n4a2019-36966>

SANTOS, R. D.; PEREIRA, L. G. R.; NEVES, A. L. A.; RODRIGUES, J. A. S.; COSTA, C. T. F.; OLIVEIRA, G. F. Agronomic characteristics of forage sorghum cultivars for silage production in the lower middle San Francisco Valley. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 35, n. 1, p. 13-19, 2013. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v35i1.13072>

SOUZA, A. I. M., DE GÓES, G. B., PRUDÊNCIO, R. M., DE MORAIS ANDRADE, A. G., DE MENEZES BORGES, D., & FONTENELE, R. M. Avaliação do desenvolvimento do sorgo (sorghum bicolor L. Moench) em função de diferentes adubos e densidades de plantas aos 60 e 90 dias de emergência. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n.3, p. 29671-29677, 2021.

SILVA, T. C. D.; SANTOS, E. M.; AZEVEDO, J. A. G.; EDVAN, R. L.; PERAZZO, A. F.; PINHO, R. M. A.; RODRIGUES, J. A. S.; SILVA, D. S. Agronomic divergence of sorghum hybrids for silage yield in the semiarid region of Paraíba. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 9, p. 1886-1893, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982011000900007>

SIMÕES, W. L.; GUIMARÃES, M. J. M.; ARAÚJO, G. G. L.; WILLADINO, L. G.; PERAZZO, A. F.; BELFORT, L. D. S. Chemical-bromatological characteristics of forage sorghum varieties irrigated with saline effluents from fish farming. **Comunicata Scientiae**, v.10; p.195-202, 2019. <https://doi.org/10.14295/cs.v10i1.1943>

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Physiology and plant development**. Porto Alegre: Artmed, 2017, 858p.

TOSTA, X. M., RODRIGUES, R. C., DOS SANTOS COSTA, C., DA SILVA, I. R., DA COSTA TEIXEIRA, M., STAINY, S. C. S., ... & DUTRA, J. A. C. (2021). Agronomic characteristics of sorghum varieties fertilized with poultry litter doses and the nutritional value of the silages. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n.5, 47505-47517.

ZWIRTES, A. L.; CARLESSO, R.; PETRY, M. T.; KUNZ, J.; REIMANN, G. K. Desempenho produtivo e retorno econômico da cultura do sorgo submetida à irrigação deficitária. **Engenharia Agrícola**, v. 35, n. 4, p. 676-688, 2015. <https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v35n4p676-688/2015>