



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE - UFCG
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR - CCTA
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - UAGRA
CAMPUS POMBAL

FRANÇUALDO FORMIGA DE OLIVEIRA JUNIOR

PRODUÇÃO DE CULTIVARES DE SORGO *Sorghum bicolor* L. Moench SOB
DIFERENTES TURNOS DE REGA

POMBAL – PB

2023

FRANÇUALDO FORMIGA DE OLIVEIRA JUNIOR

**PRODUÇÃO DE CULTIVARES DE SORGO *Sorghum bicolor* L. Moench SOB
DIFERENTES TURNOS DE REGA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Coordenação do Curso de Agronomia da Unidade
Acadêmica de Ciências Agrárias do Centro de
Ciências e Tecnologia Agroalimentar da
Universidade Federal de Campina Grande, como
um dos requisitos para obtenção do grau de
Bacharel em Agronomia.

Orientador: Profa. Dra. Rosilene Agra da Silva

Coorientador: Prof. Dr. Lauter Silva Couto

O48p Oliveira Junior, Franqualdo formiga de.
Produção de cultivares de sorgo *Sorghum bicolor* L. Moench sob diferentes
turnos de rega / Franqualdo formiga de Oliveira Junior. – Pombal, 2023.
30 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade
Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar,
2023.

“Orientação: Profa. Dra. Rosilene Agra da Silva, Prof. Dr. Lauter Silva
Souto”.

Referências.

1. Cultura do sorgo. 2. Forragem. 3. Gramínea. 4. Manejo de irrigação. 5.
Produtividade de grãos. 6. Irrigação. I. Silva, Rosilene Agra da. II. Souto, Lauter
Silva. III. Título.

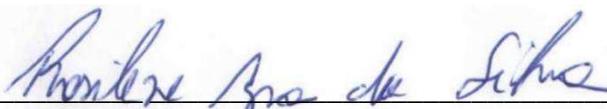
CDU 633.174(043)

FRANÇUALDO FORMIGA DE OLIVEIRA JUNIOR

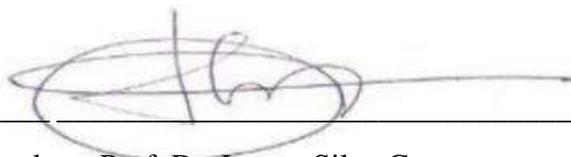
**PRODUÇÃO DE CULTIVARES DE SORGO *Sorghum bicolor* L. Moench SOB
DIFERENTES TURNOS DE REGA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Coordenação do Curso de Agronomia da Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, como um dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

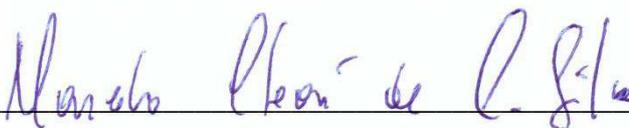
BANCA EXAMINADORA



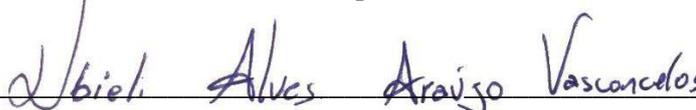
Orientadora – Profa. Dra. Rosilene Agra da Silva
(Universidade Federal de Campina Grande – CCTA/UAGRA)



Coorientador – Prof. Dr. Lauter Silva Couto
(Universidade Federal de Campina Grande)



Examinador interno – Prof. Dr. Marcelo Cleón de Castro Silva
(Universidade Federal de Campina Grande – CCTA/UAGRA)



Examinador externo – Dr. Ubieli Alves Araújo Vasconcelos
(EuroChem Fertilizantes Tocantins)

POMBAL – PB

2023

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por dar forças para trilhar mais esse caminho na minha vida;

Aos meus pais Maria de Fátima da Silva Formiga e Françaldo Formiga de Oliveira, por sempre estarem ao meu lado e me incentivarem para que eu me tornasse uma pessoa melhor;

Aos meus orientadores Profa. Dra. Rosilene Agra da Silva e Prof. Dr. Lauter Silva Couto, por toda paciência e ensinamentos, fundamentais ao meu sucesso profissional;

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram direta e indiretamente para a realização deste trabalho.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Principais estados produtores de sorgo (toneladas).....	15
Tabela 2. Água utilizada aos 30 dias após o plantio.....	19
Tabela 3. Água utilizada aos 60 dias após o plantio.....	19
Tabela 4. Água utilizada aos 70 dias após o plantio.....	20
Tabela 5. Variáveis analisadas na cultivar BRS Ponta Negra, 30 dias após o plantio.	21
Tabela 6. Variáveis analisadas na cultivar Gigante Boliviano, 30 dias após o plantio.	21
Tabela 7. Variáveis analisadas na cultivar BRS Ponta Negra, 60 dias após o plantio.	22
Tabela 8. Variáveis analisadas na cultivar Gigante Boliviano, 60 dias após o plantio.	22
Tabela 9. Variáveis analisadas na cultivar BRS Ponta negra, 70 dias após o plantio.	22
Tabela 10. Variáveis analisadas na cultivar Gigante Boliviano, 70 dias após o plantio.	23

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Folhas (A) e panículas de sorgo (B).	13
Figura 2. Principais países produtores de sorgo.	14
Figura 3. Massa verde total das cultivares BRS Ponta Negra e Gigante Boliviano com cinco níveis de turno de rega.	24
Figura 4. Massa seca total das cultivares BRS Ponta Negra e Gigante Boliviano com cinco níveis de turno de rega.	25

RESUMO

O Sorgo *Sorghum bicolor* (L.) Moench é uma planta bastante utilizada na alimentação animal e humana. Cultivado em áreas com escassez hídrica, onde outros cultivos tornam-se inviáveis, aparece como uma alternativa à nutrição de ruminantes. Para aumentar a produtividade da cultura é essencial um manejo adequado da irrigação, pois a água influencia diretamente na produção de massa verde e seca. Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o potencial produtivo de cultivares de sorgo sob diferentes turnos de rega. O experimento foi conduzido em campo no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande. Foram utilizadas duas cultivares de Sorgo forrageiro, BRS Ponta Negra e Gigante Boliviano, ambas submetidas a cinco diferentes turnos de rega (diariamente, a cada dois, três, quatro e cinco dias). Aos 30, 60 e 70 dias após o plantio, as plantas foram avaliadas quanto à altura, número de folhas, diâmetro do caule, massa verde e massa seca, estas duas últimas analisadas aos 70 dias. De um modo geral, as plantas irrigadas a cada cinco dias apresentaram os piores desempenhos. Com relação à massa verde e seca, as plantas irrigadas diariamente e a cada dois dias apresentaram os maiores rendimentos. Entre as cultivares, a Gigante Boliviano apresentou um maior acúmulo de massa verde e seca.

Palavras-chave: Forragem, Gramínea, Irrigação, Produtividade.

ABSTRACT

Sorghum *Sorghum bicolor* (L.) Moench is a plant widely used in animal and human food. Cultivated in areas with water scarcity, where other crops become unfeasible, it appears as an alternative to ruminant nutrition. To increase crop productivity, proper irrigation management is essential, as water directly influences the production of green and dry mass. Thus, the objective of the present work was to evaluate the productive potential of sorghum cultivars under different irrigation shifts. The experiment was conducted in a field at the Center for Science and Agrifood Technology at the Federal University of Campina Grande. Two forage sorghum cultivars BRS Ponta Negra and Gigante Boliviano were used, both submitted to five different irrigation shifts (daily, every two, three, four and five days). At 30, 60 and 70 days after planting, the plants were evaluated for height, number of leaves, stem diameter, green mass and dry mass, the latter two analyzed at 70 days. In general, plants irrigated every five days showed the worst performance. With regard to green and dry mass, plants irrigated daily and every two days showed the highest yields. Among the cultivars, Gigante Boliviano showed the highest accumulation of green and dry mass.

Keywords: Forage, Grassy, Irrigation, Productivity.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2.1 Aspectos gerais da cultura do sorgo	12
2.2 Importância socioeconômica do sorgo	13
2.3 Cultivares de sorgo	15
2.3.1 Cultivar BRS Ponta Negra	16
2.3.2 Cultivar Gigante Boliviano	16
2. 4 Irrigação na cultura do sorgo	16
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	19
4.1 Localização da área experimental.....	19
4.2 Procedimento experimental	19
4.3 Quantidade de água utilizada.....	19
4.4 Variáveis analisadas.....	20
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5.1 Avaliação aos 30 dias após o plantio	21
5.2 Avaliação aos 60 dias após o plantio	21
5.3 Avaliação aos 70 dias após o plantio	22
6 CONCLUSÕES	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

1 INTRODUÇÃO

O Sorgo *Sorghum bicolor* (L.) Moench (Poaceae) destaca-se como uma importante cultura a nível mundial, apresentando altos níveis energéticos, com alta digestibilidade pelos ruminantes, produtividade e boa adaptação às condições adversas do ambiente, principalmente em ambientes secos e quentes como na região semiárida (MUTISYA et al., 2009; BUSO et al., 2011).

Devido a sua capacidade de se desenvolver e produzir em regiões com deficiência hídrica, clima seco e quente, o sorgo é uma das plantas mais cultivadas no semiárido brasileiro. A região Nordeste apresenta cerca de 49% da sua área com essas características, com precipitação de 300 a 700 mm por ano no qual demonstra-se extremamente irregular (SANTOS et al., 2007; SOUSA; BEZERRA; FARIAS, 2010).

A água é um dos recursos fundamentais para o pleno desenvolvimento e, utilizada de forma adequada, resulta em altos rendimentos da cultura. Assim, o uso racional de água na condução de áreas de cultivo de sorgo para a produção de forragem é essencial, uma vez que, reduz os danos causados ao meio ambiente, minimiza custos, proporciona umidade do solo e condições fitossanitárias favoráveis para o desenvolvimento da cultura (FEITOSA, 2019).

Recentemente, aumentou-se a pressão dos órgãos públicos sobre os agricultores em relação ao racionamento e adoção de medidas mais eficientes de uso e aplicação de água na agricultura, principalmente nas regiões semiáridas devido a sua instabilidade na precipitação anual da região (FEITOSA, 2019).

O uso de irrigação nos pastos vem sendo realizada de forma irregular, onde, grande parte dos produtores realizam a aplicação excessiva de água, resultando em prejuízos significativos para o meio ambiente a longo prazo e redução na produtividade, e acúmulo de biomassa a curto prazo (PEREIRA, 2017). Uma das alternativas para contornar tais problemas é a adoção de um manejo eficiente e adequado de irrigação na cultura do Sorgo com o objetivo de determinar a frequência de irrigação por meio de turno de rega (FEITOSA, 2019).

A eficiência do uso de água possui relação direta com o acúmulo de matéria seca. O conhecimento sobre o uso eficiente de água para a produção de sorgo forrageiro vem se potencializando cada vez mais, tendo em vista a preocupação mundial por disponibilidade de água e fornecimento de alimento de qualidade (PEREIRA, 2017). Diante de exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o potencial produtivo de duas cultivares de sorgo sob turnos de rega.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos gerais da cultura do sorgo

O sorgo *Sorghum bicolor* (L.) Moench é uma planta herbácea, monocotiledônea, autógama, com baixa taxa de fecundação cruzada, apresenta metabolismo C4 e pertencente à família Poaceae. Este cereal foi domesticado, provavelmente na Etiópia, há cerca de 3 a 5 mil anos para o consumo humano e animal, em seguida passou a ser cultivado na África Ocidental, chegando às Américas com sementes trazidas pelos escravos africanos em 1857 (FERNANDES, 1981; LIRA et al., 1988; U. S. GRAINS COUNCIL, 2004).

O gênero *Sorghum* é dividido em quatro espécies: *S. bicolor*, *S. propinquum*, *S. halepense* e *S. alnum*. A espécie *S. bicolor* tem três subespécies: *bicolor*, *verticilliflorum* e *drummondii*. A principal subespécie é *S. bicolor* sub *bicolor*, pois nela se encontra o sorgo cultivado, que possui cinco raças que se diferenciam a partir da forma da inflorescência e estrutura das espiguetas (DE WET, 1978).

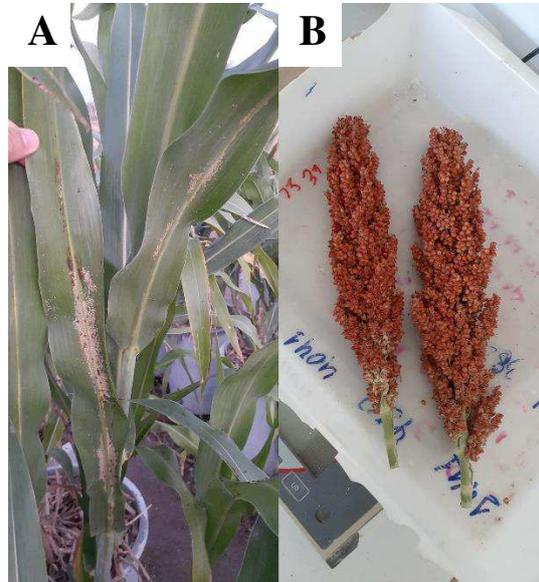
O grão de sorgo possui três estruturas anatômicas distintas denominadas pericarpo, endosperma e germe. Algumas variedades possuem uma quarta estrutura chamada testa, localizada entre pericarpo e o endosperma, que consiste em uma camada de células de paredes espessas e algumas vezes pigmentadas, tendo taninos condensados, características fundamentais para definição nutricional de qualidade, cor e sabor dos produtos alimentares feitos a partir do grão (EARP; McDONOUGH; ROONEY, 2004).

A coloração variando de branca a marrom, passando por amarelo pálido e marrom-púrpura, são geralmente esféricos, mas podem variar em tamanho e forma. A cariopse pode ser arredondada e pontiaguda, com 4 a 8 mm de diâmetro. O peso de 1.000 grãos tem uma gama muito ampla de valores, mas na maioria das variedades situa-se entre 25 e 30 g. Os grãos grandes com endosperma córneo são geralmente preferidos para consumo humano (PURSEGLOVE, 1972).

O sistema radicular é profundo e totalmente ramificando, aumentando assim a sua eficiência na busca por água e nutrientes do solo, possui um caule sólido dividido em colmos, em alguns casos, rico em sacarose. As suas folhas são longas, podendo alcançar até 1 m, com 10 cm de largura, com margens planas ou onduladas, apresentam ótimo sistema de transpiração, ajudando a evitar a perda de água. A flor se desenvolve como uma panícula ereta com altura entre 5 e 50 cm, poucas espécies apresentam panícula recurvada, nelas estão

contidos os grãos ou cariopse, geralmente cobertos por glumas (figura 1) (DICKO et al., 2006; TABOSA et al., 2013).

Figura 1. Folhas (A) e panículas de sorgo (B).



Fonte: Autor (2022).

De acordo com Magalhães, Durães e Schaffert (2000), a altura das plantas pode variar de 40 cm a 5 m, ajudando a identificar sua classificação. Ainda de acordo com os autores, a cultura do sorgo apresenta três ciclos de estádios de crescimento (EC):

EC1: começa no plantio e vai até o início da panícula;

EC2: do desenvolvimento da panícula até o florescimento;

EC3: começa no florescimento até a maturação fisiológica.

Segundo Tabosa et al. (2013), a cultura apresenta o seu pleno desenvolvimento em condições de 26 a 30°C, e temperaturas anuais abaixo de 18°C tornam-se inviáveis para o cultivo da cultura.

2.2 Importância socioeconômica do sorgo

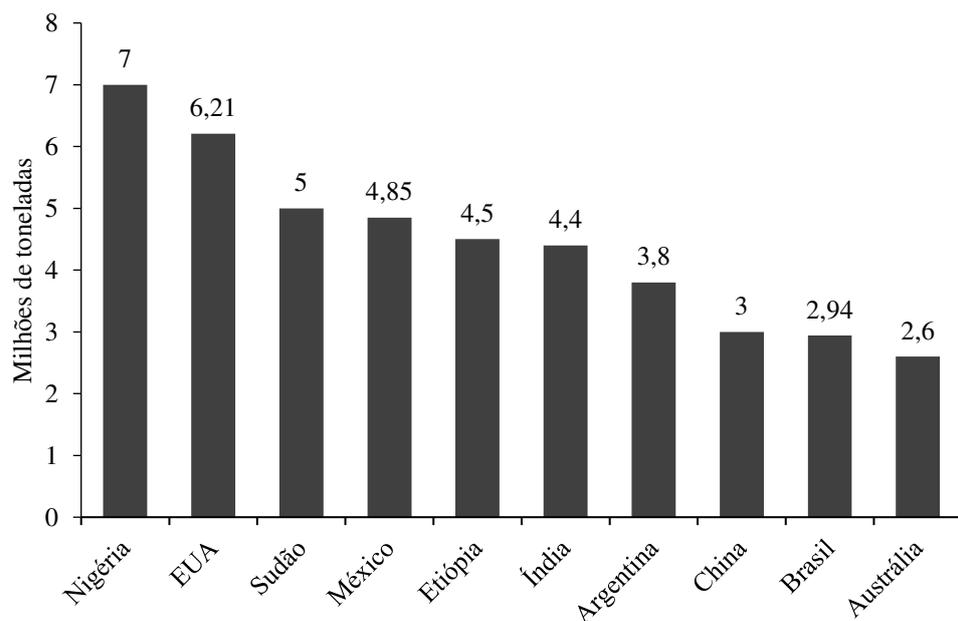
O Sorgo é cultivado em áreas e situações ambientais muito secas e/ou muito quentes, onde a produtividade de outros cereais é antieconômica. Embora de origem tropical, vem sendo cultivado em latitudes de até 45° norte ou 45° sul, e isso só foi possível graças aos trabalhos dos melhoristas de plantas, que desenvolveram cultivares com adaptação fora da zona tropical (RIBAS, 2007).

A cultura é cultivada principalmente onde a precipitação anual se situa entre 375 e 625 mm ou onde esteja disponível irrigação suplementar. *S. bicolor*, entre as espécies

alimentares, é uma das mais versáteis e mais eficientes, tanto do ponto de vista fotossintético, como em velocidade de maturação. Sua reconhecida versatilidade se estende desde o uso de seus grãos como alimento humano e animal; como matéria prima para produção de álcool anidro, bebidas alcoólicas, colas e tintas; o uso de suas panículas para produção de vassouras; extração de açúcar de seus colmos; até às inúmeras aplicações de sua forragem na nutrição de ruminantes (RIBAS, 2007).

O sorgo é o quinto cereal mais produzido do mundo, atrás do arroz *Oryza sativa* L., milho *Zea mays* L., trigo *Triticum* spp. e cevada *Hordeum vulgare* L., em 2022, a produção mundial de sorgo foi de 62,20 milhões de toneladas. Em 2023, é esperada uma redução de 2,14 milhões de toneladas ou 3,43% na produção mundial. Os principais países produtores são Nigéria, Estados Unidos, Sudão, México e Etiópia, com o Brasil ocupando a nona colocação (USDA, 2022) (figura 2).

Figura 2. Principais países produtores de sorgo.



Fonte: USDA (2022).

No Brasil, a cultura começou a se expandir na década de 70 nos estados do Rio Grande do Sul, São Paulo, Bahia e Paraná. Atualmente a produção nacional é de 2,5 milhões de toneladas, com um rendimento médio de 2,8 mil quilos por hectare. Goiás, Minas Gerais e São Paulo são os três principais estados produtores (tabela 1) (IBGE, 2022).

Tabela 1. Principais estados produtores de sorgo (toneladas).

Goiás	1.140.088
Minas Gerais	565.017
São Paulo	233.679
Mato Grosso	141.191
Bahia	123.788
Mato Grosso do Sul	72.195

Fonte: IBGE (2022).

Na região semiárida, devido às baixas precipitações e clima quente, o sorgo vem se mostrando uma ótima opção de cultivo devido à sua resistência à seca, sendo bastante utilizado na produção de silagem e forragem para a alimentação animal (ROSA, 2012).

No semiárido nordestino, o sorgo se destaca como umas das espécies mais importantes, pois o este clima está presente em 49% da região, com precipitação pluviométrica de 300 a 700 mm por ano, distribuída de forma totalmente irregular (SANTOS; RODRIGUES; SCHAFFERT, 2007; SOUSA; BEZERRA; FARIAS, 2010).

Segundo Magalhães, Souza e Schaffert (2015), tanto o excesso (alagamento) quanto a falta de água (seca ou déficit hídrico) no solo afeta o desenvolvimento do sorgo, sendo esta última mais estudado.

2.3 Cultivares de sorgo

Há uma evidente distinção genérica entre sorgos graníferos e forrageiros. Dentre os graníferos há certa uniformidade quanto ao porte de planta, ciclo, estrutura da planta e produtividade de grãos. Todavia, entre os forrageiros, existe grande diversidade que deve ser levada em conta quanto ao objetivo de uso de cada tipo, estes podem apresentar características bem distintas de porte da planta, ciclo, presença ou ausência de grãos, produtividade de grãos e de massa de forragem, estrutura da planta, valor nutritivo, perfilhamento, rebrota, finalidade de uso, etc. (PAZIANI et al., 2020).

Em comparação com outras culturas, os sorgos tipicamente forrageiros são geralmente de maior porte que as plantas médias de híbridos de milho, apresentam produtividade elevada, ciclo longo e teor de grãos e valor nutritivo inferiores aos das plantas de milho. Na prática, o fato de um tipo de sorgo ter porte elevado e alta produtividade de massa já é suficiente para ser chamado popularmente de “forrageiro”. No entanto, alguns se

assemelham mais ao Capim Elefante *Pennisetum purpureum* Schum. (Poaceae) em porte e produtividade, devido à ausência de grãos e exuberância da porção vegetativa (PAZIANI et al., 2020).

Cultivares de sorgo forrageiro destacam-se por sua adaptação a mudanças climáticas, apresentam rusticidade, alta capacidade de perfilhamento e tolerância ao déficit hídrico, a solos úmidos e de baixa fertilidade. Essas características favorece o seu uso nas mais diversas condições e regiões (TEETOR et al., 2011; SANI et al., 2011). Segundo Neumann et al. (2002) é uma cultura mecanizável do plantio à colheita, com elevado valor nutritivo e concentração de carboidratos solúveis e alto rendimento de massa seca por área.

2.3.1 Cultivar BRS Ponta Negra

A cultivar de sorgo BRS Ponta Negra, foi desenvolvida pela Embrapa Milho e Sorgo a partir de seleções de programas de melhoramento, com o objetivo de criar uma cultivar tolerância à alumínio e seca, com menor porte, melhor proporção de panículas e precocidade, com corte no ponto ideal para silagem próximo aos noventa dias após o plantio, enquanto outras cultivares atingem este ponto em cerca de cem dias. Tais características foram relevantes para a expansão e incentivo do cultivo dessa variedade no semiárido nordestino. Além de que, a variedade ainda possui resistência ao acamamento, alta capacidade de acúmulo de matéria seca, baixo custo de produção, com tolerância a doenças, como a Antracnose (SANTOS et al., 2007; SOUSA et al., 2014).

2.3.2 Cultivar Gigante Boliviano

Comumente conhecido como sorgão, a cultivar Gigante Boliviano também foi desenvolvido pela Embrapa Milho e Sorgo, com capacidade de alcançar mais de 100 toneladas de matéria seca por hectare em apenas dois cortes ao ano. A cultivar também possui tolerância à seca, alta plantabilidade e ótimo enraizamento, o que atrai os pecuaristas. O sorgo gigante boliviano torna-se uma alternativa eficaz para a alimentação dos rebanhos, isso porque a cultivar possui de 12 a 14% de açúcares, auxiliando na fermentação da silagem (VENTURINI, 2019).

2. 4 Irrigação na cultura do sorgo

A água é o elemento mais essencial para os processos vitais, sendo considerada o solvente universal. Nos vegetais, constitui cerca de 95% do seu peso total, atuando em vários processos metabólicos e celulares, principalmente na fotossíntese, responsável por desencadear o crescimento e desenvolvimento das plantas (TAIZ et al., 2017).

De acordo com Silva et al. (2008), para que as plantas tenham o máximo desenvolvimento, é importante que um conjunto de fatores bióticos e abióticos favoreçam à cultura, dentre estes fatores pode-se destacar o suprimento nutricional e o fornecimento hídrico em quantidade e qualidade satisfatória.

O fornecimento hídrico é realizado, principalmente, através da irrigação, que é uma técnica milenar com o objetivo de disponibilizar água às plantas para que estas possam produzir de forma adequada. Ao longo dos séculos, esta técnica, vem sendo aprimorada (BRAGA; CALGARO, 2010).

O manejo racional da irrigação pressupõe o uso criterioso do recurso hídrico disponível para se maximizar a produtividade das culturas, como por exemplo, o uso eficiente da água. As práticas convencionais de irrigação baseiam-se na necessidade de água da cultura, definida pela demanda evapotranspirométrica, e na eficiência de aplicação de água (FRIZZONE, 2007).

Frizzone (2007) destaca que para dar suporte à formulação de calendários de irrigação, as pesquisas têm sido guiadas sob quatro enfoques de manejo da irrigação:

A) Irrigação total: toda água necessária para atender a demanda evapotranspirométrica da cultura é proveniente da irrigação;

B) Irrigação suplementar: a água necessária ao atendimento da demanda evapotranspirométrica da cultura no intervalo entre duas irrigações consecutivas, é proveniente, em parte, da irrigação e, em parte, da precipitação pluviométrica efetiva. Nesse caso diz-se que a irrigação suplementará a precipitação efetiva no atendimento da demanda de água da cultura;

C) Irrigação com déficit: planeja-se atender somente uma fração da demanda de água da cultura por evapotranspiração. Esse tipo de manejo pode ser praticado com irrigação total e com irrigação suplementar. O déficit de água pode ser imposto durante todo o ciclo da cultura ou somente nas fases não críticas ao déficit hídrico. Neste último caso, são possíveis menores reduções na produtividade da cultura;

D) Irrigação de “salvação”: o objetivo é irrigar somente num período relativamente curto ou num estágio do cultivo.

O uso exacerbado de água na agricultura abre espaços para debates acerca da importância e uso racional desse elemento tão essencial para a produção agrícola. Na região semiárida do país, por exemplo, o uso da água diz respeito a toda sociedade, devido à constante ocorrência de déficit hídrico provocada pelas perdas de água do solo (evaporação) e das plantas (transpiração). Vale ressaltar que as perdas ainda são bem maiores do que a reposição de água no sistema por meio da precipitação pluvial (BASSOI et al., 2010).

Segundo Fernandes et al. (2014) é fundamental a adoção de estratégias de manejo capazes de aumentar a eficiência do uso da água na produção agrícola, mediante a maximização da produção e da qualidade do produto por unidade de água aplicada. Buscando um manejo eficiente da irrigação, o intervalo em dias entre duas irrigações sucessivas, deve ser estimado visando o não comprometimento das necessidades hídricas das plantas nos seus diferentes estágios fisiológicos (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2008).

A quantidade de água utilizada, o número de irrigações e o intervalo entre elas dependem principalmente das condições climáticas locais, das características físico-hídricas do solo, do sistema de irrigação e da cultivar usada. O turno de rega é o intervalo compreendido entre duas irrigações sucessivas. O turno de rega máximo dependerá exclusivamente das quantidades de água que o solo é capaz de armazenar, até uma determinada profundidade, da cultura a ser irrigada, do método e manejo da irrigação (DRUMOND, 2013).

Durante o seu ciclo, o sorgo exige aproximadamente 450 a 500 mm de água, sendo necessário se atentar aos dois períodos críticos em relação à disponibilidade de água pela cultura. O primeiro é realizado após o plantio, se estendendo até os 20 a 25 dias após a germinação. Já o segundo, ocorre durante o período de floração. Essas informações nos mostram o quanto é importante realizar o cultivo do sorgo na época certa, de tal forma que as temperaturas altas e a menor intensidade de chuva coincidam com a fase de enchimento dos grãos (ROSA, 2012).

Definir diferentes turnos de rega para a produção de sorgo forrageiro constitui uma forma eficiente e prática na determinação acerca das necessidades hídricas da cultura no semiárido, disponibilizando condições ideais para que a cultura germine, cresça e se desenvolva dentro dos limites hídricos impostos (SILVA et al., 2011).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização da área experimental

O experimento foi conduzido em campo aberto no centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, na cidade de Pombal, Paraíba (latitude 06°46'08'' sul e longitude 37°47'45'' Oeste), com altitude de aproximadamente 184 metros acima do nível do mar. O experimento ocorreu entre os meses de julho e setembro de 2022.

4.2 Procedimento experimental

Foram utilizadas duas cultivares de Sorgo forrageiro (BRS Ponta Negra e Gigante Boliviano), ambas adquiridas no comércio local do município de Pombal. As plantas foram submetidas a cinco diferentes turnos de rega, sendo:

- 1 - Irrigado diariamente;
- 2 - Irrigado a cada dois dias;
- 3 - Irrigado a cada três dias;
- 4 - Irrigado a cada quatro dias;
- 5 - Irrigado a cada cinco dias.

Perfazendo um experimento fatorial 2 (cultivares) x 5 (turno de rega), totalizando 10 tratamentos em delineamento de blocos casualizado, com 4 repetições.

O experimento foi realizado em baldes de 100 litros, contendo solo. Adicionou-se aos baldes 300 g de ureia, 420 g de fosfato monoamônico (MAP) e 400 g de cloreto de potássio. Foram plantadas seis plantas por balde, com profundidade aproximada de 2 cm, para possibilitar emergência mais rápida e uniforme.

4.3 Quantidade de água utilizada

Tabela 2. Água utilizada aos 30 dias após o plantio.

Turno de rega	T1	T2	T3	T4	T5
Quantidade (L)	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5

Tabela 3. Água utilizada aos 60 dias após o plantio.

Turno de rega	T1	T2	T3	T4	T5
Quantidade (L)	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0

Tabela 4. Água utilizada aos 70 dias após o plantio.

Turno de rega	T1	T2	T3	T4	T5
Quantidade (L)	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5

4.4 Variáveis analisadas

As variáveis diâmetro do caule, número de folhas e altura de plantas foram avaliadas a cada 30 dias após a semeadura com apenas três plantas.

Altura de planta (cm): a altura da planta foi medida com o auxílio de uma régua graduada em centímetros, considerando a distância entre o colo e o ápice do meristema apical;

Número de folhas por planta: o número de folhas foi determinado por contagem manual;

Diâmetro da base do caule (mm): o diâmetro da base do caule foi medido com o paquímetro digital a 1 cm acima da superfície solo.

A avaliação da variável matéria seca foi realizada aos 70 dias após a semeadura com as outras 3 plantas semeadas.

Massa verde e Massa seca da parte aérea (g): realizado através de pesagem em balança digital;

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizado (DBC), em esquema fatorial 2 x 5, correspondente as duas cultivares e cinco níveis de turno de rega, com quatro repetições. Foi calculada a média aritmética simples de cada variável analisada e comparadas entre si.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Avaliação aos 30 dias após o plantio

Para a cultivar BRS Ponta Negra, 30 dias após o plantio, observa-se que o diâmetro e o número de folhas das plantas irrigadas a cada dois dias (T2) apresentaram as melhores médias, 11,4 mm e 4,1, respectivamente. Em contrapartida, a menor média do diâmetro foi observada no turno de rega 5 (T5) (9,6 mm) e o menor número de folhas foi constatado no turno de rega 1 (T1) (3,7). Com relação à altura, a maior média observada foi no T1 (20,2 cm) e a menor no T3 (18 cm) (tabela 5).

Tabela 5. Variáveis analisadas na cultivar BRS Ponta Negra, 30 dias após o plantio.

BRS Ponta Negra	Turno de rega				
	T1	T2	T3	T4	T5
Diâmetro (cm)	10,67	11,4	10,3	10,8	9,6
Número de folhas	3,7	4,1	3,9	4,0	4,1
Altura (cm)	20,2	18,8	18	19,8	18,3

Fonte: Autor (2023).

Resultados semelhantes foram obtidos na cultivar Gigante Boliviano, o maior diâmetro observado foi no T1, enquanto o menor, assim como na cultivar BRS Ponta Negra, foi no T5. As Plantas apresentaram um maior número de folhas no T3 (4,7), entretanto no T1, T2 e T3, as plantas apresentaram o mesmo número de folhas (4,1). Para a altura, as plantas irrigadas diariamente (T1) apresentaram a maior média (22,8), porém as plantas irrigadas a cada 5 dias (T5) apresentam a menor média (20,5) (tabela 6).

Tabela 6. Variáveis analisadas na cultivar Gigante Boliviano, 30 dias após o plantio.

Gigante Boliviano	Turno de rega				
	T1	T2	T3	T4	T5
Diâmetro (cm)	11,9	11,3	11,7	11,3	10,1
Número de folhas	4,1	4,1	4,7	4,1	4,2
Altura (cm)	22,8	22,6	22	22,5	20,5

Fonte: Autor (2023).

5.2 Avaliação aos 60 dias após o plantio

Aos 60 dias após o plantio, na cultivar BRS Ponta Negra, o turno de rega 2 (T2) apresentou as melhores médias para diâmetro e número de folhas, 16,2 mm e 10,4, respectivamente. Enquanto as menores médias do diâmetro (14,2 mm) e no número de folhas

(8,9) foram observadas no T3. Para a altura, a maior média (182 cm) observada foi no T1 e a menor (138 cm) no T5 (tabela 7).

Tabela 7. Variáveis analisadas na cultivar BRS Ponta Negra, 60 dias após o plantio.

BRS Ponta Negra	Turno de rega				
	T1	T2	T3	T4	T5
Diâmetro (mm)	15,4	16,2	14,2	14,4	15,5
Número de folhas	9,4	10,4	8,9	9,7	10,1
Altura (cm)	182	151	147	146	138

Fonte: Autor (2023).

Para a cultivar Gigante Boliviano, o maior diâmetro observado em plantas irrigadas diariamente (T1) e o menor em plantas irrigadas a cada quatro dias (T4). O que se repetiu para a variável número de folhas, com T1 apresentando a maior média e, T4 a menor. Com relação à altura, o T1 apresentou a maior média (136 cm) e o T3 a menor (83 cm) (tabela 8).

Tabela 8. Variáveis analisadas na cultivar Gigante Boliviano, 60 dias após o plantio.

Gigante Boliviano	Turno de rega				
	T1	T2	T3	T4	T5
Diâmetro (mm)	19,8	18,6	19,2	18	18,3
Número de folhas	6,9	5,4	4,8	4,4	4,8
Altura (cm)	136	123	83	99	90

Fonte: Autor (2023).

5.3 Avaliação aos 70 dias após o plantio

Na cultivar BRS Ponta Negra, aos 70 dias após o plantio, as plantas irrigadas diariamente (T1) apresentaram os melhores desempenhos para o diâmetro (15,8 mm), número de folhas (11,1) e altura (176 cm). As plantas irrigadas a cada três dias (T3) tiveram as piores médias para diâmetro (13,8 mm) e número de folha (10,66). Plantas irrigadas a cada quatro (T4) e cinco dias (T5) apresentaram as menores médias de altura (144 cm) (tabela 9).

Tabela 9. Variáveis analisadas na cultivar BRS Ponta negra, 70 dias após o plantio.

BRS Ponta Negra	Turno de rega				
	T1	T2	T3	T4	T5
Diâmetro (mm)	15,8	15,52	13,8	14,21	14,21
Número de folhas	11,1	11,1	10,66	10,87	10,87
Altura (cm)	176	166	145	144	144

Fonte: Autor (2023).

Na cultivar Gigante Boliviano, foram observados resultados semelhantes à BRS Ponta Negra. Plantas irrigadas diariamente (T1) tiveram melhor desempenho nas variáveis diâmetro (19,9 mm) e número de folhas (8,83), para a altura as plantas irrigadas a cada dois dias (T2) tiveram a maior média (148 cm). O pior desempenho das plantas foi observado no turno de rega 5 (T5), 16,94 mm, 6,4 e 105 cm, para diâmetro, número de folhas e altura, respectivamente (tabela 10).

Tabela 10. Variáveis analisadas na cultivar Gigante Boliviano, 70 dias após o plantio.

Gigante Boliviano	Turno de rega				
	T1	T2	T3	T4	T5
Diâmetro (mm)	19,9	18,15	18,45	18,75	16,94
Número de folhas	8,83	7,37	6,97	6,5	6,4
Altura (cm)	145	148	108	108	105

Fonte: Autor (2023).

A água além de ser necessária ao crescimento celular, é um elemento essencial para a manutenção da turgescência. O estresse hídrico desencadeia uma grande variedade de respostas nas plantas, alterando a expressão genética e o metabolismo celular (CARNEIRO, 2011).

De acordo com Taiz e Zeiger (2009), a resposta mais comum das plantas à baixa disponibilidade de água consiste no decréscimo da produção da área foliar, fechamento dos estômatos, aceleração da senescência e abscisão das folhas. Quando as plantas são submetidas à escassez hídrica, a turgescência das células diminui, com isso os processos de divisão e expansão celular diminuem, levando à paralisação no crescimento vegetal, reduzindo, portanto, o alongamento (diâmetro e altura) (TURNER, 1997).

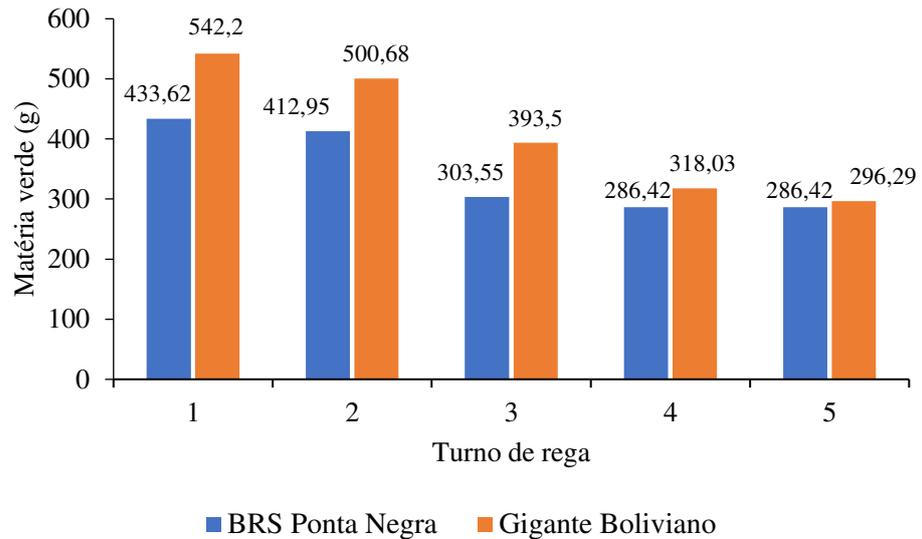
Coutinho et al. (2015) observaram um decréscimo de 63% na taxa de alongamento do colmo de capim-buffel *Cenchrus ciliaris* (L.) (Poaceae) com o aumento de dois para dez dias sem irrigação. Ainda de acordo com os autores, o aumento no intervalo dos turnos de rega promoveu decréscimo de 72% na altura do colmo das plantas de *C. ciliaris*.

Segundo Scalon et al. (2011), a disponibilidade de água influenciou diretamente na altura e no diâmetro de mudas de Mutambo *Guazuma ulmifolia* Lam. (Malvaceae) e que abaixo de 25% da capacidade de campo, as mudas entram em estresse hídrico antes dos 35 dias de cultivo.

Aos 70 dias foi feito o corte das plantas para analisar as variáveis matéria verde e matéria seca das duas cultivares. Em ambas as cultivares os maiores médias foram observadas em plantas irrigadas diariamente (T1), 542,2 g e 433,6 g, para Gigante Boliviano e BRS Ponta

Negra, respectivamente. As menores médias foram registradas para plantas irrigadas a cada cinco dias (T5), 296,29 g e 286,42 g, para Gigante Boliviano e BRS Ponta Negra, respectivamente (figura 3).

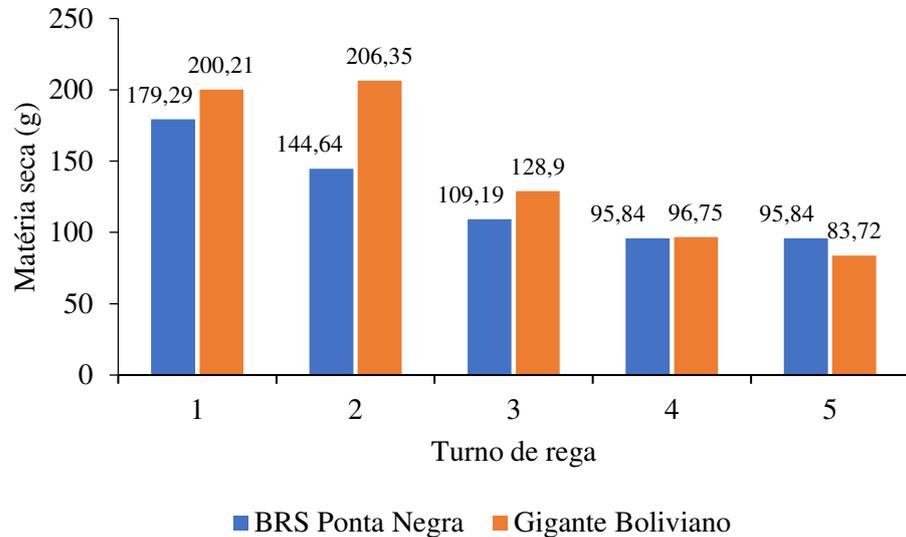
Figura 3. Massa verde total das cultivares BRS Ponta Negra e Gigante Boliviano com cinco níveis de turno de rega.



Fonte: Autor (2023).

Com relação à massa seca, observou-se que plantas da cultivar BRS Ponta Negra irrigadas diariamente (T1) tiveram a maior média (179,29 g). Entretanto, para a cultivar Gigante Boliviano, plantas irrigadas a cada dois dias (T2) apresentaram a maior média (206,35 g). Constatou-se também que as plantas irrigadas a cada cinco dias (T5) apresentaram as menores médias. No entanto, diferentemente da variável massa verde, a massa seca no T5 foi maior na cultivar BRS Ponta Negra 95,84 g ante 83,72 g da Gigante Boliviano, nos demais tratamentos, a cultivar Gigante Boliviano apresentou um acúmulo maior de matéria seca (figura 4).

Figura 4. Massa seca total das cultivares BRS Ponta Negra e Gigante Boliviano com cinco níveis de turno de rega.



Fonte: Autor (2023).

Destaca-se que nos cinco turnos de rega, tanto a massa verde quanto a massa seca foram numericamente maiores na cultivar Gigante Boliviano do que na BRS Ponta Negra. Segundo Santos et al. (2007), a cultivar BRS Ponta Negra possui um porte mais reduzido, o que pode explicar a maior massa verde e seca da cultivar Gigante Boliviano no presente estudo.

Segundo Silva et al. (2017), a massa seca da raiz de figo de pombo *Macroptilium lathyroides* (L.) Urb. (Fabaceae) decresceu linearmente com o aumento dos turnos de rega, obtendo uma redução máxima de 53%. Costa et al. (1997) observaram reduções da área foliar e, conseqüentemente da matéria seca da parte aérea, além da matéria seca das raízes de feijão-caupi *Vigna unguiculata* (L.) Walp. (Fabaceae) cultivados em casa de vegetação sob estresse hídrico.

No presente estudo observou redução na matéria seca com o aumento do turno de rega, diferentemente dos resultados obtidos por Coutinho et al. (2015), que constataram um crescimento linear na matéria seca de capim-buffel *C. ciliaris*. Os autores destacam que tais resultados eram esperados, tendo em vista o menor conteúdo de água nas plantas irrigadas em turnos menos frequentes.

Segundo Begg e Turner (1976), o crescimento de uma planta é diminuído como um todo durante o déficit hídrico, geralmente o crescimento das raízes é favorecido em relação à parte aérea, indicando uma maior relação raiz/parte aérea.

6 CONCLUSÕES

As plantas irrigadas a cada cinco dias tiveram, na maioria das vezes, as piores médias das variáveis analisadas;

As plantas irrigadas diariamente e a cada dois dias apresentaram os maiores acúmulos de massa verde e seca;

A cultivar Gigante Boliviano teve produção maior de massa verde e seca quando comparada com a cultivar BRS Ponta Negra.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASSOI, L. H.; TEIXEIRA, A. H. C.; BRAGA, M. B.; SIMÕES, W. L.; CALGARO, M.; PINTO, J. M. **Uso da água em agricultura irrigada no semiárido brasileiro**. In: SÁ, I. B.; SILVA, P. C. G. da. (Ed.). **Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação**. Cap. 10, p. 353-372. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010.

BEGG, J. E.; TURNER, N. C. Crop water deficits. **Advances in Agronomy**, v. 28, p.161-217, 1976.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**, 8. ed. Viçosa: UFV, 625 p. 2008.

BRAGA, M. B.; CALGARO, M. **Sistema de Produção de Melancia**. Petrolina: Embrapa Semiárido, Versão on-line, 2010.

BUSO, W. H. D.; MORGADO, H. S.; SILVA, L. B.; FRANÇA, A. F. S. Utilização do sorgo forrageiro na alimentação animal. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 5, n. 23, ed. 170, art. 1145, 2011.

CARNEIRO, M. M. L. C. **Trocas Gasosas e Metabolismo Antioxidativo em Plantas de Girassol em Resposta ao Déficit Hídrico**. Dissertação (Mestrado em Fisiologia vegetal) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas - RS, 43 f., 2011.

COSTA, M. M. M. N.; TÁVORA, F. J. A. F.; PINHO, J. L. N.; MELO, F. I. O. Produção, componentes de produção, crescimento e distribuição das raízes de caupi submetido à deficiência hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 1, p. 43-50, 1997.

COUTINHO, M. J. F.; CARNEIRO, M. S. S.; EDVAN, R. L.; SANTIAGO, F. E. M.; ALBUQUERQUE, D. R. Características morfogênicas, estruturais e produtivas de capim-buffel sob diferentes turnos de rega. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 2, p. 216-224, 2015.

DE WET, J. M. J. Systematics and evolution of Sorghum sect. Sorghum (Gramineae). **American Journal of Botany**, v. 65, n. 4, p. 477-484, 1978.

DICKO, M. H.; GRUPPEN, H.; TRAORÉ, A. S.; VORAGEN, A. G. J.; VAN BERKEL, W. J. H. Sorghum grain as human food in África: relevance of content of starch and amylase activities. **African Journal of Biotechnology**, v. 5, n. 5, p. 384-395, 2006.

DRUMOND, L. C. D. **Curso de irrigação de pastagens**. Gestão e Assessoria em Pastagem e Pecuária Intensiva, 72 p., 2013.

EARP, C. F.; McDONOUGH, C. M.; ROONEY, L. W. Microscopy of pericarp development in the caryopsis of *Sorghum bicolor* (L.) Moench. **Journal of Cereal Science**, v. 39, n. 1, p. 21–27, 2004.

FEITOSA, D. R. C. **Trocas gasosas, crescimento e produção de sorgo sacarino sob lâminas de irrigação com água salobra e doses de potássio**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife – PE, 74 f., 2019.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

FERNANDES, C. S. **Sorgo - Fertilidade do solo e nutrição de plantas**. In: **CURSO DE EXTENSÃO SOBRE A CULTURA DO SORGO, 1980, Vitória de Santo Antão, PE**. Curso de Extensão sobre a Cultura do Sorgo. Brasília: EMBRAPA-DID, p. 7-13, 1981.

FERNANDES, R. N.; AZEVEDO, B. M.; NETO, J. R. N.; VIANA, T. V. A.; CÂMPELO, A. R. Desempenho produtivo e econômico da cultura da melancia submetida a diferentes turnos de rega. **Irriga**, v. 19, n. 1, 149-159, 2014.

FRIZZONE, J. A. Planejamento da Irrigação com Uso de Técnicas de Otimização. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 1, n. 1, p. 24-49, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção Agrícola Municipal**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/sorgo/br>>. Acesso em 23 dez. 2022.

LIRA, M. A.; ARAÚJO, M. R. A.; MACIEL, G. A.; LEIMING, G. Comportamento de novas progênes de sorgo forrageiro para o semiárido de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 23, n. 11, p. 1239- 1246, 1988.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; SCHAFFERT, R. E. **Fisiologia da planta do sorgo**. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica 3, 46 p., 2003.

MUTISYA, J.; SUN, C.; ROSENQUIST, S.; BAGUMA, Y.; JASSON, C. Diurnal oscillation of SBE expression in sorghum endosperm. **Journal of Plant Physiology**, Stuttgart, v. 166, n. 4, p. 428-434, 2009.

- NEUMANN, M.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D.C.; BRONDANI, I.L.; PELLEGRINI, L.G.; FREITAS, A.K. Avaliação do valor nutritivo da planta e da silagem de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, (L.) Moench). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 3, n. 1, p. 293-301, 2002.
- PAZIANI, S. 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.
- PEREIRA, M. G. **Características morfológicas de sorgo CV. Brs Ponta Negra irrigação com água salina e adubação com esterco bovino. Monografia** (Graduação em Engenharia Agrônômica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba – RN. 44 f., 2017.
- PURSEGLOVE, J. W. *Sorghum bicolor* (L.) Moench. In: **Tropical Crops. Monocotyledons**. Longman Group Limited, London. p. 261-287, 1972.
- RIBAS, P. M. **Importância Econômica**. In: **Cultivo do Sorgo**. Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de produção versão eletrônica, 3ª ed. 2007.
- ROSA, W. J. **Cultura do sorgo**. Departamento Técnico da Emater–MG, 2012.
- SANI, B. M.; DANMOWA, N. M.; SANI, Y.A.; JALIYA, M. M. Growth, yield and water use efficiency of maize-sorghum intercrop at Samaru, Northern Guinea Savannah, Nigeria. **Nigerian Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 19, n. 2, p. 253-259, 2011.
- SANTOS, F. G.; RODRIGUES, J. A. S.; SCHAFFERT, R. E.; LIMA, J. M. P.; PITTA, G. V. E.; CASELA, C. R.; FERREIRA, A. S. **BRS Ponta Negra Variedade de Sorgo Forrageiro**. Comunicado Técnico 145. Sete Lagoas, MG, setembro, 2007.
- SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; EUZÉBIO, V. L. M.; RODAMA, F. M.; KISSMANN, C. Estresse hídrico no metabolismo e crescimento inicial de mudas de mutambo (*Guazuma ulmifolia* Lam.). **Ciência Florestal**, v. 21, n. 4, p. 655-662, 2011.
- SILVA, M. S. M.; CARNEIRO, M. S. S.; EDVAN, R. L.; SANTIAGO, F. E. M.; NÓBREGA, J. C. A.; SANTIAGO, F. L. A. Diferentes turnos de rega sobre o crescimento e produção de *Macroptilium lathyroides* (L.) Urb., **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 2, p. 430-435, 2017.

SILVA, J. K. M.; OLIVEIRA, F. A.; MARACAJÁ, P. B.; FREITAS, R. S.; MESQUITA, L. X. Efeito da salinidade e adubos orgânicos no desenvolvimento da rúcula. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 5, p. 30-35, 2008.

SOUSA, B. O.; BEZERRA, M. A.; FARIAS, F. C. Desenvolvimento inicial do clone BRS 275 de cajueiro sob irrigação com diferentes níveis salinos. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 4, n. 3, p. 166-171, 2010.

TABOSA, J. N.; BARROS, A. H. C.; BRITTO, A. R. M. B.; SIMPLÍCIO, J. B. **Cultivo do sorgo no semiárido brasileiro: potencialidades e utilizações**. In: FIGUEIREDO, M. V. B. et al. (Ed.). **Tecnologias potenciais para uma agricultura sustentável**. Recife: IPA, cap. 7, p. 133-162, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4 ed., Porto Alegre: Artmed, 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 858 p., 2017.

TEETOR, V. H.; DUCLOS, D. V.; WITTENBERG, E. T.; YOUNG, K. M.; CHAWHUAYMAK, J.; RILEY, M. R.; RAY, D. T. Effects of planting date on sugar and ethanol yield of sweet sorghum grown in Arizona. **Industrial Crops and Products**, v. 34, n. 2, p. 1293-1300, 2011.

TURNER, N. C. **Further progress in crop water relations**. In: SPARKS, D. L. (ed.) **Advances in agronomy**. Academic Press, New York, p.293-337, 1997.

U.S. GRAINS COUNCIL. **Sorghum Handbook: White Sorghum, the New Food Grain**. Washington, DC: U.S. Grains Council. 2004.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). 2022. **Sorghum Production by Country in 1000 MT**. Disponível em <https://www.indexmundi.com/agriculture/?commodity=sorghum&graph=production>. Acesso em 03 jan. 2023.

VENTURINI, T. **Caracterização da silagem do sorgo forrageiro AGRI 002E e utilização na alimentação de bovinos**. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon - PR, 148 f., 2019.