



Produtividade de diferentes cultivares de sorgo em cultivos distintos e sob estresses térmico e salino em região semiárida

Mateus Ferreira Andrade

Mestrando em produção vegetal, UFRPE/UAST, Brasil
matheus.fandrade2013@gmail.com

Tânia da Silva Siqueira

Mestranda em produção vegetal, UFRPE/UAST, Brasil
taniasilva0315@gmail.com

José Geraldo Eugênio de França

Professor Doutor, UFRPE/UAST, Brasil
geraldo.eugenio@ufrpe.br

Josimar Bento Simplício

Professora Doutor, UFRPE/UAST, Brasil
josimar.bento@ufrpe.br

José Nildo Tabosa

Pesquisador Doutor, IPA, Brasil
nildo.tabosa@ipa.br

RESUMO

A proposta de se trabalhar com a cultura do sorgo em solo de vazante no semiárido pernambucano, onde normalmente, existe a presença de sal tanto no solo quanto na água, em função das características da rocha matriz e materiais das enxurradas, teve como premissa aproveitar essas áreas que, se bem manejadas, são potencialmente agricultáveis possibilitando o cultivo de plantas que se adaptam bem a esse tipo de ambiente. Por apresentar sistema radicular “agressivo” e certa tolerância à salinidade, o sorgo pode explorar camadas mais profundas do solo em busca de água e nutrientes e apresentar produtividades surpreendentes. Por possuir também cutina protetora do colmo e da superfície foliar, resulta em menor perda de água por transpiração. Tais fatores permitem maior adaptação às adversidades desse ambiente, a exemplo de T^oC superiores a 40^oC, estresses hídricos e salino e mesmo assim, têm apresentado produtividades satisfatórias quando comparado a outras Poaceae. O objetivo deste estudo foi avaliar 12 cultivares de sorgo forrageiro com características agrônômicas distintas, sob irrigação com água de até 1.4 dS.m⁻¹ proveniente do açude do saco, durante dois ciclos sucessivos, caracterizando a sazonalidade da primavera e verão, respectivamente, de 2015 e 2016. O experimento foi conduzido na área experimental do IPA, Serra Talhada – PE. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial 2x12, o primeiro fator corresponde a dois sistemas de cultivos (com e sem cobertura morta (C/C e S/C) e o segundo, 12 cultivares de sorgo presentes na tabela 1. Sendo 22 tratamentos com 2 repetições, totalizando 44 unidades experimentais. Cada parcela foi formada por 3 fileiras de 5 metros de comprimento, espaçadas de 0,80m. A densidade de plantio após o desbaste foi de 15 plantas por metro linear. Ao final do experimento constatou-se que o sistema de cultivo com cobertura (C/C) possibilitou melhor produtividade de até 30% no 1^o ciclo e de até 64% no 2^o ciclo entre os sistemas estudados; o 2^o ciclo foi favorecido pelas precipitações que proporcionaram produtividades entre 68,85 e 61,6 t.ha⁻¹ de matéria verde - MV e entre 24,10 e 21,56 t.ha⁻¹ de matéria seca - MS, respectivamente, nas duas condições de cultivo com cobertura - C/C e sem cobertura - S/C; as variedades IPA SF 15 e BRS Ponta Negra foram superiores em produtividade, com 120 e 100 t.ha⁻¹ MV (C/C) e de 28 e 31 t.ha⁻¹ MS (S/C), respectivamente no 1^o e 2^o ciclo, o sistema de cultivo S/C proporcionou maiores produtividades para as variedades SF17, 2502 e SF190, respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: sorgo forrageiro, eficiência produtiva, estresses abióticos, fatores edafoclimáticos.

1 INTRODUÇÃO

As incertezas com o calendário agrícola em função das mudanças climáticas em todo planeta terra tem sido motivo de preocupação para a comunidade científica, principalmente, em função da elevação da média das temperaturas e dos volumes de chuvas no tempo e no espaço (quando e quanto vai chover), que trazem consigo outros fatores bióticos e abióticos que podem causar estresses, comprometendo o potencial produtivo das plantas cultivadas.

Neste enfoque, a comunidade científica agrônômica tem focado seus estudos em plantas que podem expressar características fundamentais para convivência com tais estresses.

No semiárido nordestino a cultura do sorgo tem sido foco desses estudos através do IPA e da EMBRAPA – Semiárido com resultados expressivos em termos de tolerância a esses estresses e principalmente, produtividade. Haja vista, as produtividades dos materiais genéticos IPA SF 15; IPA 467-4-2 (forrageiros); IPA 2502 (duplo propósito); IPA – 73001011 (granífero sem tanino); IPA 4202 Sorgo Sudão (Sem HCN para pastejo direto e fenação) e BRS Ponta negra (TABOSA et al., 2013a).

Vale ressaltar ainda que a região semiárida do nordeste brasileiro por estar situada

em um percentual considerável de sua área agricultável em solo cristalino, apresenta solos rasos e presença de sais, principalmente o sódio, comprometendo o desenvolvimento da maioria das plantas de interesse comercial.

Assim, se fazem necessários estudos que possibilitem tanto o manejo adequado desses solos, quanto a implementação de tecnologias para exaltar o potencial produtivo dessas plantas.

Uma dessas tecnologias que vêm sendo implementadas e com resultados expressivos é o uso de cobertura morta em solo de vazante na Estação Experimental de Serra Talhada (EEST) e na Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST/UFRPE).

A técnica do uso de cobertura morta nas áreas experimentais da EEST e UAST já é amplamente utilizada nos grandes centros produtores com denominação de Plantio Direto na Palha (PDP). Uma tecnologia que vislumbrou inicialmente o controle da erosão e que atualmente tem foco na sustentabilidade, com benefícios para a redução do impacto erosivo das chuvas, maior infiltração, conservação do solo e da água, menor aquecimento do solo, menor evapotranspiração, maior atividade micro e microbiológica, ciclagem de nutrientes, incremento de matéria orgânica, com maior conforto para as plantas, fatores favorecidos pelo menor uso de máquinas e implementos, cobertura permanente do solo e rotação de culturas (SIMPLÍCIO et. al., 2020).

Tais estudos têm sido fundamentais para ofertar aos produtores materiais genéticos de sorgo com potencial produtivo de grãos e forragem para a região em foco (semiárida), bem como para outras regiões do Brasil, como é o caso dos materiais supracitados e que têm apresentado produtividades surpreendentes avaliadas em outras regiões do Brasil, vale destacar os IPAs SF 15 e IPA 7301011 e os BRSS Ponta Negra e 506.

Neste cenário, por apresentar características múltiplas de tolerância a estresses bióticos e abióticos o sorgo responde com elevado rendimento forrageiro e capacidade de rebrota, se adaptando perfeitamente às situações adversas. Assim, a cultura do sorgo tem ocupado, cada vez mais, áreas onde a cultura do milho não apresenta desempenho satisfatório.

Portanto, de acordo com Elias et al. (2019) que observaram o comportamento de 10 materiais genéticos de sorgo forrageiro, verificaram valores superiores de eficiência do uso de chuva (EUC) sob condições pluviométricas menos favoráveis, (73,4 mm de chuva) no período experimental para produzir 82,52 kg (MS).ha⁻¹.mm⁻¹.

Entretanto, Perazzo et al. (2013) encontraram valores superiores de EUC, entre 94,23 e 126,25 kg(MS).ha⁻¹.mm⁻¹, com um acumulado de chuva de 115 mm e adubação nitrogenada de 100 Kg.ha⁻¹. Neste caso, é possível que a adição do nitrogênio tenha incrementado a produção de fitomassa do sorgo, haja vista a maior umidade do solo.

No contexto da sustentabilidade, é fato que o plantio direto na palha (PDP) se apresenta como um sistema de conservação de solo e água resultando em diversas vantagens, garantindo a produção mais regular das plantas cultivadas, devendo portanto, ser prática importante, principalmente nas regiões semiáridas, onde a demanda evapotranspirativa das plantas aumenta em decorrência de temperatura e incidência de radiação solar elevadas e da baixa umidade do ar, concorrendo para maior demanda hídrica (SANTOS et al., 2012).

Neste contexto, o sistema PDP, ao diminuir consideravelmente os índices de

evapotranspiração e a temperatura no ambiente radicular, entre outros fatores, favorece o desenvolvimento das plantas nas regiões de clima quente, entretanto, as informações sobre a adoção do plantio direto na cultura do sorgo no semiárido pernambucano, ainda carecem de mais estudos para sua efetiva consolidação.

Com base nesta proposta, sugere-se que para o estabelecimento de um sistema de produção, no caso do sorgo, além da necessidade da escolha de cultivares adaptadas às diferentes condições de cultivo, a utilização de práticas culturais adequadas é fundamental.

Desse modo, objetivou-se com o presente estudo avaliar as características agrônômicas de cultivares de sorgo em dois sistemas de cultivo – com e sem a utilização de cobertura morta em condições de estresse salino, no semiárido pernambucano, e, conseqüentemente, obter informações que possibilitem a recomendação de cultivares mais adaptadas aos estresses bióticos e abióticos.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

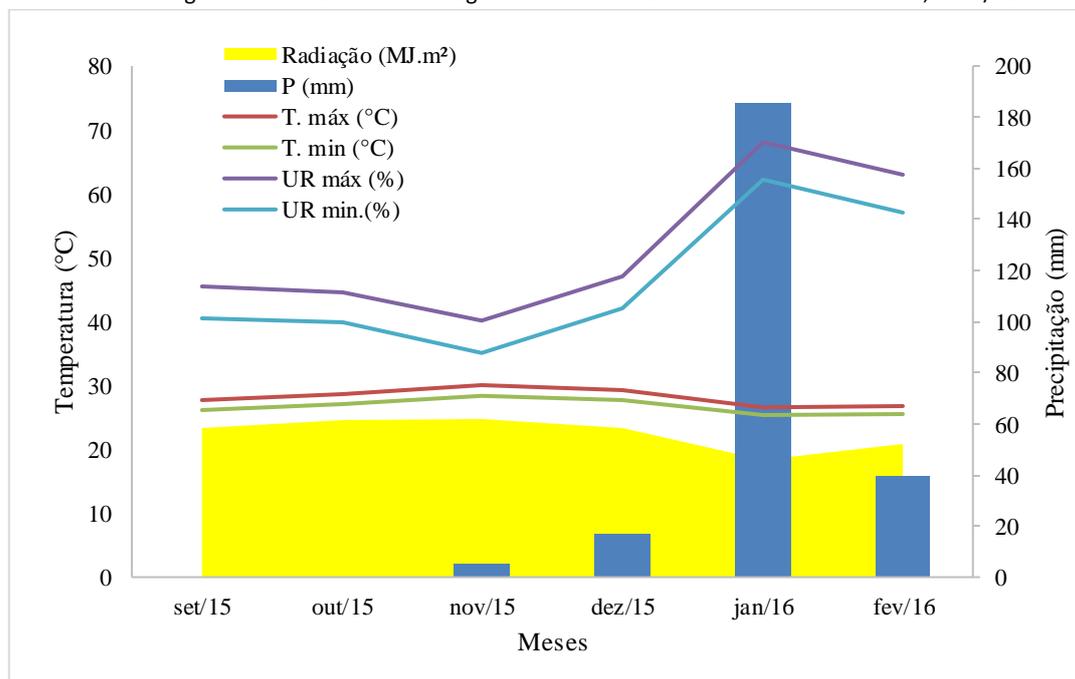
2.1 Caracterização da área experimental

Os estudos foram realizados de setembro de 2015 a fevereiro de 2016, em condições de campo, portanto, fora do calendário agrícola recomendado, nas dependências da Estação Experimental de Serra Talhada (EEST), pertencente ao Instituto Agrônômico de Pernambuco – IPA. Localizada sob as coordenadas geográficas 7° 56,332' 50" S e 38° 17,418' 34" O, no município de Serra Talhada, Microrregião do Sertão do Pajeú, Mesorregião do Sertão Pernambucano.

O clima local é do tipo BSw^h, de acordo com a classificação de Koppen, com chuvas de verão/outono. A precipitação pluvial média anual é de 632 mm e as temperaturas do ar médias mensais oscilam entre 23,6 e 27,7°C, as temperaturas mínimas entre 18,4 e 21,6°C e as temperaturas mais altas ocorrem durante os meses de outubro a janeiro, com valores superiores a 32°C (SECTMA, 2006).

Na figura 1 podem ser visualizados alguns dos principais fatores climáticos registrados pela Estação Meteorológica Automática da Rede do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), situada dentro da área experimental da UAST/UFRPE durante o período de estudo, que contribuiram decisivamente para o comportamento apresentado pelos materiais genéticos estudados e que serão discutidos oportunamente.

Figura 1 - Fatores climáticos registrados durante o estudo. Serra Talhada – PE, 2015/2016.



Fonte: INMET (2023); Autores (2023)

2.2 Delineamento estatístico

O delineamento estatístico utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial 2x12, o primeiro fator corresponde a dois sistemas de cultivos (com e sem cobertura morta (C/C e S/C) e o segundo, 12 cultivares de sorgo presentes na tabela 1. Sendo 22 tratamentos com 2 repetições, totalizando 44 unidades experimentais. Cada parcela foi formada por quatro fileiras de cinco metros de comprimento, espaçadas por 0,80m.

Tabela 1. Principais características dos materiais genéticos de sorgo avaliados sob condições distintas de cultivos. Serra Talhada – PE, 2015/2016.

Genótipos	Categoria Natural				
	V/F/S	V/D.P	V/P	V/F	P/F
BRS-Ponta Negra	x				
BRS-506				x	
13F02(1141570)		x			
13F03(1141562)					x
13F04(1141572)					x
13F05(1140562)				x	
IPA-2502	x				
IPA-SF 11					x
IPA-SF 15				x	
IPA-EP 17	x				
FEPAGRO-17					x
FEPAGRO-190				x	

V= vassoura; F=forrageiro; D.P=Dupla aptidão; S= sacarino. Fonte: Autores (2023)

2.3 Análise química e preparo do solo

A análise química do solo coletado na área experimental na profundidade de até 40 cm foi realizada pelo Laboratório de Fertilidade do Solo do Instituto Agrônomo de Pernambuco – IPA e revelou os seguintes resultados: pH (água) = 6,80; P (extrator Mehlich I) = 40,0 mg.dm⁻³; K⁺ = 0,45 cmolc.dm⁻³; Ca²⁺ = 5,50 cmolc.dm⁻³; Mg²⁺ = 1,6 cmolc.dm⁻³; Al = 0,0 cmolc dm⁻³.

A área experimental foi preparada de forma convencional com uma aração para incorporação da vegetação espontânea e duas gradagens para uniformização do solo e facilidade da sementeira e emergência das plântulas. A água fornecida na irrigação foi captada do “açude do saco”.

2.3 Semeio e aplicação de cobertura

A sementeira foi realizada em, aproximadamente, 5,0 cm de profundidade, na segunda quinzena de setembro de 2015. Aos 25 dias após a sementeira (DAS) foi realizado o desbaste, deixando 15 plantas por metro linear.

Nesse momento foi adicionada uma camada de aproximadamente, 5,0 cm de palha seca cobrindo efetivamente a área entre as fileiras do sistema com cobertura nos dois blocos.

A palhada foi colhida da vegetação espontânea do entorno da área experimental e apresentava um misto de plantas das famílias Poaceae e Fabaceae, com percentual superior (80%) de Poaceae, resultando em degradação mais lenta em função da maior relação C/N.

2.4 Manejo de adubação

As adubações de fundação e de cobertura foram realizadas em função da análise de solo e de acordo com o manual de recomendação de adubação de estado de Pernambuco (CAVALCANTI, 2008). O fósforo (P) e o potássio (K) foram aplicados, totalmente, em fundação, com 2/3 do nitrogênio (N) aplicados na ocasião da semeadura e 1/3 em cobertura aos 40 dias após a semeadura.

A metodologia utilizada para o segundo ciclo obedeceu aos seguintes critérios: 48 horas após o ciclo do primeiro ciclo foram aplicados 2/3 do (N) e 1/3 do (K) recomendados pela análise de solo em superfície e cobertos com solo para evitar perdas por volatilização ou por erosão. Ressalta-se que para o segundo ciclo não foi aplicado fósforo (P).

2.5 Tratos culturais

O manejo quanto ao controle de pragas e doenças foi similar para todos os tratamentos, usando-se sempre o controle preventivo de catação manual, sem aplicação de produtos químicos. Vale ressaltar que não foram observados problemas com pragas e doenças que pudessem comprometer a produtividade da cultura.

O controle de plantas infestantes foi realizado de forma distinta em função de cada sistema de cultivo. No sistema com cobertura (C/C), as ervas infestantes, quando presentes, foram arrancadas manualmente, enquanto no sistema sem cobertura (S/C) as ervas infestantes foram eliminadas através da capina com enxada, evitando-se a interferência dessas no desenvolvimento da cultura.

2.6 Manejo da irrigação

A irrigação foi realizada por um sistema de gotejamento, com emissores cuja vazão era de $4,0 \text{ L h}^{-1}$, distanciados em 0,20 m. A lâmina de irrigação foi calculada com base na ETC diária da cultura, pelo método proposto pela FAO56, através dos dados fornecidos pelo INMET, da estação meteorológica automática da UFRPE/UAST, situada em Serra Talhada- PE, a água utilizada foi proveniente de um açude, distanciado a 200 m da área experimental, com condutividade elétrica de até $1,4 \text{ dS.m}^{-1}$.

2.7 Tomada de dados

As avaliações foram efetuadas nas duas linhas centrais, descartando-se meio metro em cada extremidade de cada linha, perfazendo uma área útil de $6,4 \text{ m}^2$.

A colheita foi realizada com os grãos no estádio entre pastoso a farináceo (quando a maioria das plantas apresentam, normalmente, entre 35% e 40% de matéria seca). As características agronômicas avaliadas foram: altura de plantas (AP); dias para 50% do florescimento; produção de matéria verde (PMV) e de matéria seca (PMS).

O ciclo das plantas foi efetuado na área útil das parcelas de forma manual a uma altura de 15 cm do solo permitindo maior vigor na rebrota. A pesagem foi realizada em campo

para determinação imediata do PMV por parcela. Aleatoriamente, duas plantas colhidas da área útil foram pesadas, cortadas e desidratadas em estufa de ventilação forçada de ar a 65°C, até peso constante para determinação do PMS. Determinou-se a $PMS \cdot h^{-1}$ pelo produto entre o PMS e o PMV.

2.8 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o software estatístico R versão 4.0.2.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de altura de planta do primeiro e segundo ciclos, dias para o florescimento e classificação dos ciclos das duas condições de cultivo estão presentes na tabela 2. A aplicação de cobertura associada aos diferentes genótipos avaliados, exerceram influência significativa nas variáveis citadas, entretanto, não houve interação entre eles. Para os valores médios de altura de planta o primeiro ciclo, os cultivares PN, 13F02, SF15 se apresentaram superiores aos demais e iguais entre si. No segundo ciclo os cultivares que apresentaram as maiores médias de altura de planta foram IPA SF15; 13F02(1141570) e IPA SF11. Os cultivares não apresentaram diferença mínima significativa para o número de dias para o florescimento, contudo, as condições de cultivo provocaram diferença nos dias para o florescimento dos materiais, 13F02(1141570); BRS-506; FEPAGRO-190; 13F04(1141572); 13F05(1140562), onde estes apresentaram redução significativa no número de dias para o florescimento.

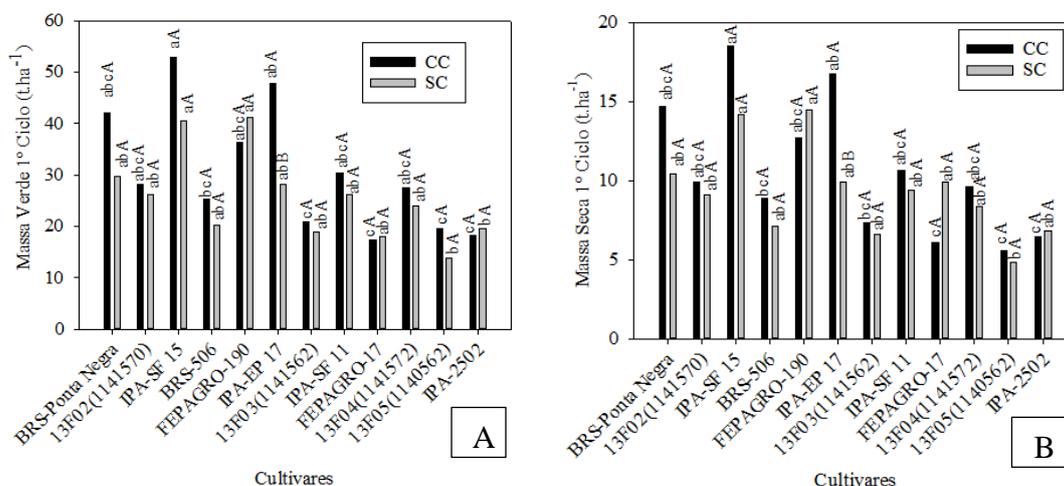
Tabela 2. Principais características dos materiais genéticos de sorgo forrageiro avaliados sob condições distintas de cultivos. Serra Talhada – PE, 2015/2016.

Cultivar / Origem	A. P. 1º ciclo		A. P. 2º Ciclo		DAF 1º Ciclo		Ciclo	
	C/C	S/C	C/C	S/C	C/C	S/C	C/C	S/C
BRS-Ponta Negra	250aA	182,5abB	242,5abcA	270abA	79,5aA	80aA	T	T
BRS-506	230abA	200abA	202,5bcA	222,5abA	51aB	79,5aA	P	M
13F02(1141570)	245aA	172,5abB	275abA	257,5abA	51aB	73aA	T	M
13F03(1141562)	197,5abA	192,5abA	270abA	267,5abA	51,5aA	68aA	P	M
13F04(1141572)	180abA	182,5abA	265abA	260abA	51,5aB	73aA	P	T
13F05(1140562)	180abA	137,5abA	200bcA	185abA	54aB	79aA	P	T
IPA 2502	137,5bA	125bA	130cA	170bA	79aA	69aA	T	T
IPA SF11	192abA	210abA	277,5abA	250abA	79aA	79aA	P	M
IPA SF15	240aA	225aA	302,5abA	292,5abA	80aA	78aA	P	P
IPA EP17	207abA	210abA	335aA	307,5aA	80,5aA	84aA	P	T
FEPAGRO-17	187,5abA	210abA	252,5abcA	245abA	80,5aA	50aA	P	M
FEPAGRO-190	222,5abA	225aA	190bcB	262,5abA	51aB	71aA	T	T
CV(%)	13,3		13,85		13,39		-	-
Pr>Fc	Cob x Cut.	0,32	0,656868		0.071927		-	-
	Cut.	0,0003	0,00003		0.000570		-	-
	Cob.	0,009	0.69236		0.000616		-	-

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Cut.= cultivar; Cob.= Cobertura; C/C= com cobertura; S/C= sem cobertura; DAF= dias para o florescimento; T= ciclo tardio; M= ciclo médio; P= ciclo precoce; CV(%)= coeficiente de variação. Fonte: Autores (2023).

Avaliando a produtividade da cultura no 1º ciclo, o SF190 chama a atenção por apresentar aproximadamente 14% a mais de Matéria verde (41,30 t.ha⁻¹ MV) e de Matéria seca (14,45 t.ha⁻¹ MS), na condição de cultivo S/C, (Figuras 2 A e B). Fato raro, pois, teoricamente, as plantas cultivadas em solo sem cobertura morta estão mais vulneráveis às intempéries, principalmente, à menor disponibilidade de umidade do solo e maior temperatura na zona radicular. Tais fatores podem induzir menor absorção de nutrientes, menor desenvolvimento vegetal e, conseqüentemente, menor produtividade.

Figura 2. Valores médios matéria verde (A) e matéria seca (B) de diferentes cultivares de sorgo, semeados em diferentes condições de cultivo. Serra Talhada, PE. 2015/2016.



Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si para o fator cultivares dentro de condições de cultivo e médias seguidas de mesma letra maiúscula, não diferem entre si para condições de cultivo dentre dos cultivares, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

1º Ciclo. Valores de Pr>Fc: cultivares = 0,0003, cobertura = 0,009, interação = 0,32. CV=13,3%.

2º Ciclo. Valores de Pr>Fc: cultivares = 0,00003, cobertura = 0,6923, interação = 0,6568. CV=13,85%.

Fonte: Autores (2023)

Os resultados obtidos no 1º ciclo deste experimento para Peso de Matéria Verde (PMV) e Peso de Matéria Seca (PMS) que chegaram a 52,80 t.ha⁻¹ e 18,51 t.ha⁻¹, respectivamente, são superiores aos valores observados por Costa et al., (2015) que avaliando cultivares de sorgo forrageiro e de duplo propósito, no mesmo ambiente e ano agrícola, observaram valores de até 44,02 t.ha⁻¹ e superiores também aos de Perazzo et al., (2013) que avaliando o desempenho de 14 genótipos de sorgo forrageiro no semiárido brasileiro observaram valores de até 48,50 t.ha⁻¹.

Com relação ao PMS (Figura 2 B), cinco dos 12 cultivares apresentaram valores entre 9,20 t.ha⁻¹ e 18,50 t.ha⁻¹, considerados como bons e ótimos índices de produtividade, principalmente, para as condições edafoclimáticas em que foram submetidos.

Neste sentido é importante buscar respostas para esse comportamento, afinal, o estudo foi realizado em condições consideradas adversas para a maioria das plantas cultivadas, a exemplo do cultivo fora do calendário agrícola e da qualidade da água fornecida para as plantas.

Assim, duas entre outras possibilidades para explicar os resultados do presente estudo podem ser atribuídas aos estudos de Luna et al., (2018) “Por apresentar metabolismo C4 suporta ambientes com altas temperaturas e água limitada e é excepcionalmente eficiente no uso de radiação solar, água e nitrogênio”. A segunda pode ser atribuída aos estudos de Appiah-Nkansah et al., (2019), os quais ressaltaram que a produtividade real, em qualquer região, é função de condições climáticas, tipo de solo e práticas agronômicas.

Portanto, levando-se em consideração que a cobertura morta se traduz em benefícios tais como evitar que a incidência luminosa transfira calor diretamente para o solo, mantendo a umidade deste por mais tempo, minimizando, a temperatura no ambiente

radicular e, portanto, a evapotranspiração, bem como, diminuir a emergência de plantas daninhas que podem competir com a cultura por água, luz e nutrientes, além de não permitir o impacto das gotas de chuva diretamente no solo, preservando e/ou melhorando sua estrutura.

Assim, vale ressaltar que tais fatores contribuem direta ou indiretamente para manter a solução do solo em condições favoráveis de disponibilidade de água e nutrientes para a cultura. Condição diferenciada do tratamento de cultivo sem cobertura (S/C).

Partindo desse princípio, a figura 2 destaca ainda o comportamento superior de 5 dos 12 materiais genéticos em estudo (IPA SF 15; FEPAGRO 190; BRS Ponta Negra; IPA SF 11 e EP 17), apresentando produtividades superiores a 30 t.ha⁻¹ de MV e entre 9,38 e 18,50 t.ha⁻¹ de MS, nos dois sistemas de cultivos (C/C e S/C). Quando foram analisadas as diferenças de produtividades entre as duas condições de cultivos verificaram-se percentuais entre 40,97% (EP17) e 6,14% (2502).

Neste cenário é importante destacar a superioridade do IPA SF-15 no primeiro ciclo que, mesmo em condições adversas apresentou produtividades da ordem de 52,80 e 40,60 t.ha⁻¹ de MV e de 18,51 e 14,21 t.ha⁻¹ de MS nas condições C/C e S/C, respectivamente Figuras 2 (A e B).

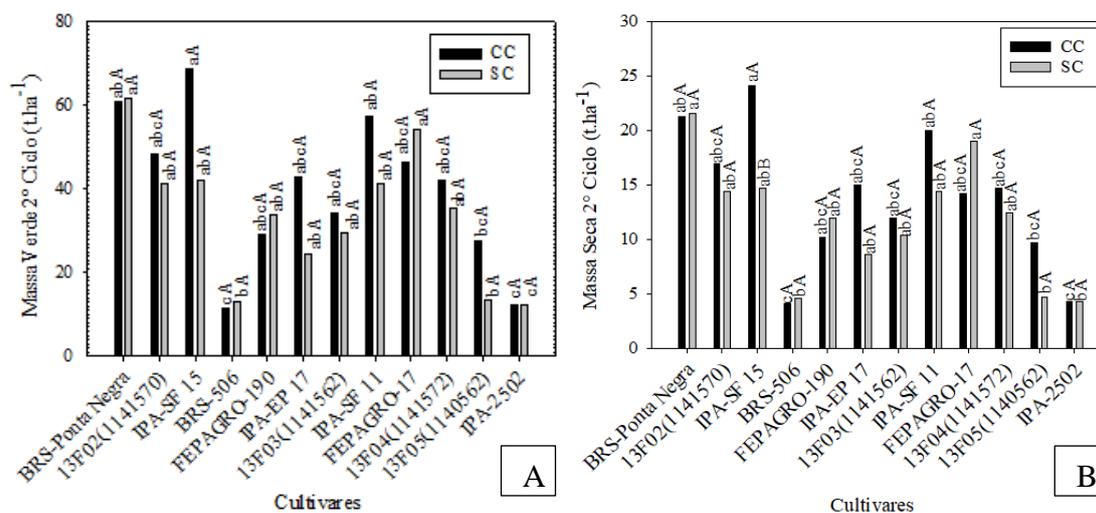
Tais resultados indicam que alguns dos cultivares avaliados, quando submetidos ao sistema C/C apresentaram ótimas produtividades, mesmo fora do calendário agrícola, sendo considerado de grande importância para regiões semiáridas no atendimento ao fornecimento de forragem de qualidade no período menos favorável de alimentos para os rebanhos.

Outro fato relevante e que deve ter contribuído para o comportamento superior desses materiais pode ser atribuído tanto à adaptabilidade ao ambiente semiárido, quanto aos fatores climáticos destacados neste estudo a exemplo da Temperatura, que não chegou a 30°C e da radiação solar global em torno de 25 Mj.m⁻² (Figura 1).

Dois fatores climáticos relevantes para o sorgo que apresenta metabolismo C4 e ainda apresenta camada cerosa no colmo e folhas que em presença de temperaturas superiores a 30°C, lhe permite melhor controle da atividade estomática, favorecendo os processos respiratórios e transpiratórios.

Avaliando o comportamento do sorgo no 2º ciclo é possível perceber produtividades médias de até 68,85 t.ha⁻¹ de MV e de 24,10 t.ha⁻¹ de MS representadas pelo (SF15) na condição C/C. Por outro lado, os materiais SF17; SF190; 506 e PN chamam a atenção por apresentarem produtividades mais elevadas na condição de cultivo S/C, em relação à C/C Figuras 3 (A e B).

Figura 3. Valores médios de matéria verde (A) e matéria seca (B) do segundo ciclo de diferentes cultivares de sorgo em duas condições de cultivo. Serra Talhada, PE. 2015/2016.



Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si para o fator cultivares dentro de condições de cultivo e médias seguidas de mesma letra maiúscula, não diferem entre si para condições de cultivo dentre dos cultivares, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

1º Ciclo. Valores de Pr>Fc: cultivares = 0,00001, cobertura = 0,00001, interação = 0,575. CV=30,30%.

2º Ciclo. Valores de Pr>Fc: cultivares = 0,00001, cobertura = 0,05514, interação = 0,57486. CV=30,31%.

Fonte: Autores (2023).

Mais uma vez é preciso buscar respostas, pois como já foi ressaltado na discussão referente ao 1º ciclo deste estudo, a condição de cultivo S/C, teoricamente, seria menos favorável que a condição C/C. Além do mais, é importante ressaltar que a literatura destaca uma diminuição de produtividade a partir do segundo ciclo do sorgo.

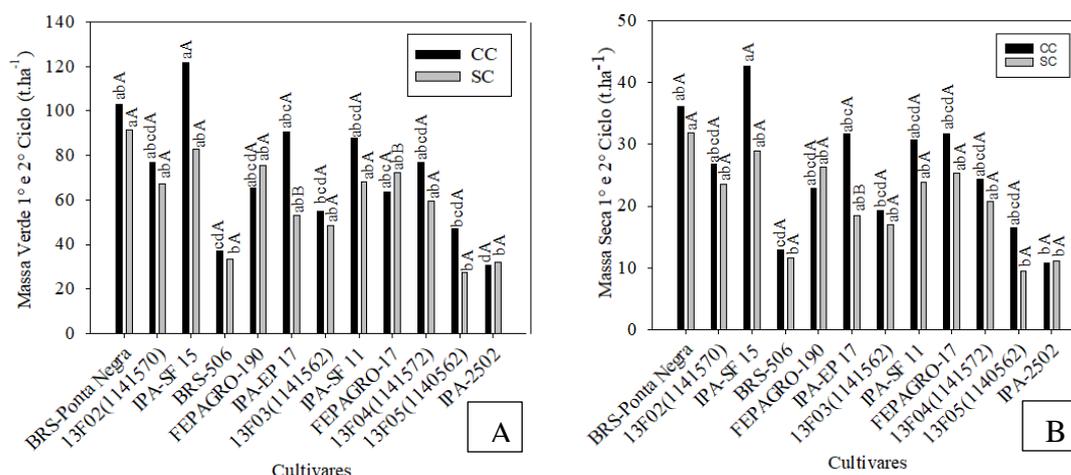
Simplício, et al., (2019) avaliando 10 materiais de sorgo forrageiro no semiárido alagoano durante quatro ciclos consecutivos observaram decréscimos de até 110% entre o 3º e 4º ciclos. Concluindo que em função dos estresses sofridos, principalmente, pelo ciclo e em seguida pela quantidade de perfilhos emitidos pelas plantas, ocorre competição por água, nutrientes e luz, em função do aumento populacional da cultura, desfavorecendo o desenvolvimento com conseqüente redução da produtividade.

Elias et al., (2016) avaliaram quatro materiais de sorgo em sistema de plantio direto no Sertão do Pajeú (semiárido pernambucano), com apenas 73,4 mm de chuva no ciclo, verificaram produtividades de até 20,77 t.ha⁻¹ de MV e de até 6,05 t.ha⁻¹ de MS.

Tais resultados reforçam os estudos já consolidados pelo sistema plantio direto na palha, salientando que a cobertura morta mantém a umidade do solo, entre outros benefícios, favorecendo o desenvolvimento das plantas, podendo acrescentar ainda, as características de eficiência do uso de água pela cultura do sorgo.

Quando foram contabilizadas as médias dos dois ciclos (planta + rebrota) verificaram-se rendimentos de até 121,74 t.ha⁻¹ e 42,61 t.ha⁻¹ de MV e MS, respectivamente, no sistema C/C, representados pelo SF15 e de 91,30 e de 31,96 t.ha⁻¹ de MV e MS, respectivamente, no sistema S/C, representados pelo PN Figuras 4 (A e B).

Figura 4. Valores médios de matéria verde (A) e matéria seca (B) do primeiro e segundo ciclo de diferentes cultivares de sorgo em duas condições de cultivo. Serra Talhada, PE. 2015/2016.



Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si para o fator cultivares dentro de condições de cultivo e médias seguidas de mesma letra maiúscula, não diferem entre si para condições de cultivo dentro dos cultivares, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

1° Ciclo. Valores de Pr>F_c: cultivares = 0,00001, cobertura = 0,02047, interação = 0,5045. CV=24,68%.

2° Ciclo. Valores de Pr>F_c: cultivares = 0,00001, cobertura = 0,02045, interação = 0,50441. CV=24,68%.

Fonte: Autores (2023).

Ao destacar a amplitude de produtividades entre os materiais genéticos de sorgo por sistema de cultivo nas duas colheitas, verificaram-se valores entre 30,65 e 121,75 t.ha⁻¹ de MV e 42,61 e 10,73 t.ha⁻¹ de MS, que representaram aproximadamente, 297% respectivamente, quando submetidos ao tratamento C/C. No tratamento S/C, as produtividades oscilaram entre 91,30 e 27,30 t.ha⁻¹ MV e 31,96 e 9,55 t.ha⁻¹ de MS, representando aproximadamente, 234% respectivamente.

Associando-se aos estudos a simulação realizada para aferição das temperaturas no ambiente do experimento como mostrado nas imagens (A a F) da Figura 4, os resultados observados permitem concluir que o sistema C/C incrementou a produtividade do sorgo em até 297%, mesmo em presença de água com até 1,4 dS.m⁻¹ ao longo do ciclo e de T °C elevada, que variou de 29°C no solo coberto (C/C) e 60°C no solo totalmente exposto às intempéries do ambiente.

Figuras 4 (A a F). T^oC na superfície do solo sem cobertura (A); T^oC sobre a cobertura morta (B); T^oC na superfície foliar (C); T^oC sobre solo salino de vazante vegetado (D); T^oC sobre solo salino de vazante (E) e T^oC a 10 cm da superfície em solo salino de vazante (F). Serra Talhada, PE. Fonte: Simplício, J.B., 2016.



Fonte: Autores (2023)

Um fato a ser ressaltado é a inversão de produtividades de MV e MS da SF15 e PN, nos dois sistemas de cultivo (C/C e S/C) verificando-se que a SF15 produziu em média 18,26% mais MV e MS que a PN no sistema C/C. Por outro lado, a PN produziu em média 10,53% mais MV e MS que a SF15 no sistema S/C, indicando maior eficiência do uso de água na produção de MS por área, mesmo em condições mais adversas.

Esse comportamento merece ser ressaltado, haja vista que o sistema C/C permite maior conforto térmico para a solução do solo, favorecendo a absorção de água e nutrientes pelas plantas, em detrimento da condição S/C, como pode ser observado nos índices de produtividade relatados neste estudo e nas imagens da Figura 4 (A a F).

Assim, ressalta-se a importância dos estudos em solos de vazante e da utilização de cobertura morta como precursores da contribuição para melhores esclarecimentos quando são relatados resultados menos favoráveis no confronto de cultivos distintos (C/C e S/C), em condições semiáridas.

Haja vista que, tanto o cultivo de vazante, quanto o uso de cobertura morta são fatores relatados como positivos, a exemplo do acúmulo de matéria orgânica e manutenção da umidade do solo possibilita a diluição dos sais de sódio, possibilitando melhor desenvolvimento dos materiais genéticos de sorgo forrageiro, avaliados sob estresse com água salina e temperaturas mais elevadas.

Tais estudos são necessários, apesar de já ser considerado fato que o sorgo apresenta tolerância ao déficit hídrico devido possuir sistema radicular bastante ramificado, com maior poder de exploração do solo, apresentar camada de cera que reveste as folhas e colmos e maior número de estômatos quando comparado ao milho e outras plantas da família Poaceae, por exemplo.

Perazzo et al., (2013), avaliando diferentes cultivares de sorgo no semiárido paraibano, identificaram produções para a cultivar IPA 2502 de 11,80 t.ha⁻¹ de MS, com adubação nitrogenada de 100 Kg.ha⁻¹ e precipitação pluvial de 115 mm, durante o cultivo,

ênfatizando que o sorgo, geralmente, entra em períodos de dormência ou repouso vegetativo durante veranicos e volta a crescer quando há disponibilidade de água.

Noutro estudo Costa et al., (2015) constataram 10,29 t.ha⁻¹ para a IPA 2502 no semiárido pernambucano, em cultivo de vazante, com 91 kg de N e 117 kg de K₂O.ha⁻¹.

Neste contexto, Okumura et al., (2011) salienta que, além do efeito sobre a produtividade, o nitrogênio interfere em diversas outras características da planta relacionadas ao crescimento e desenvolvimento, as quais, direta ou indiretamente, afetam a produtividade das culturas.

Apesar de em outros estudos ter se apresentado como destaque pela sua importância por poder ser utilizada como dupla finalidade (grãos e forragem), neste estudo, a variedade de sorgo SF 2502, se mostrou menos promissora em detrimento das demais com média de apenas 30,65 e 10,73 t.ha⁻¹ de MV e MS, no sistema C/C e de 31,40 e 11,16 t.ha⁻¹ de MV e MS, no sistema S/C, respectivamente.

Assim, sugerem-se novos estudos com o objetivo de avaliar o desempenho agrônomo da variedade SF 2502 em condições menos favoráveis de cultivo para observar possíveis fatores edafoclimáticas que possam influenciar negativamente seu desenvolvimento.

4 CONCLUSÕES

Nas condições em que foram desenvolvidos os estudos foi possível concluir que:

- 1.) O sistema de cultivo com cobertura (C/C) possibilitou melhor produtividade de até 30% no 1º ciclo e de até 64% no 2º ciclo entre os sistemas estudados.
- 2.) O 2º ciclo foi favorecido pelas precipitações que proporcionaram produtividades de até 68,85 e 61,6 t.ha⁻¹ MV e de 24,10 e 21,56 t.ha⁻¹ MS, respectivamente, nas duas condições de cultivo C/C e S/C.
- 3.) As variedades IPA SF 15 e BRS Ponta Negra foram responsáveis pelas maiores produtividades, com índices superiores a 120 e 100 t.ha⁻¹ MV (C/C) e de 28 e 31 t.ha⁻¹ MS (S/C), respectivamente.
- 4.) No 1º e 2º ciclos, o sistema de cultivo S/C proporcionou maiores produtividades para as variedades IPA SF17, IPA 2502 e FEPAGRO 190, respectivamente.

5 REFERÊNCIAS

APPIAH-NKANSAH, N. B. LI, J.; ROONEY, W. e WANG, D.; A review of sweet sorghum as a viable renewable bioenergy crop and its techno-economic analysis. **Renewable Energy**, v. 143, p. 1121–1132, 2019.

CAVALCANTI, F. J. de A. (Coord.). **Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco**: 2a. aproximação. 3 ed. rev. Recife: IPA, 2008. 154 p.

COSTA, E. J. B.; SOUZA, E. S.; BARROS JUNIOR, G.; NUNES FILHO, J.; SOUZA, J. R.; TABOSA, J. N.; LEITE, M. L. M. V. Cultivo de sorgo em sistema de vazante com e sem cobertura do solo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.14, n.2, p. 182-195, 2015.

ELIAS, O. F. A. e S.; LEITE, M. L. de M. V.; AZEVEDO, J. M.; SILVA, J. P. S. de S.; NASCIMENTO, G. F. do.; SIMPLÍCIO, J. B. Características Agrônomicas de Cultivares de Sorgo em Sistema de Plantio Direto no Semiárido de Pernambuco. **Ciência Agrícola**, Rio Largo, v. 14, n. 1, p. 29-36, 2016.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Produção mundial de feijão Vigna. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>. Acesso em: 30 julho de 2021.

LUNA, D. F. et al. Early responses to Fe-deficiency distinguish Sorghum bicolor genotypes with contrasting alkalinity tolerance. **Environmental and Experimental Botany**, v. 155, n. March, p. 165–176, 2018.

OKUMURA, R. S.; MARIANO, D. C.; ZACCHEO, P. V. C. Uso de fertilizante nitrogenado na cultura do milho: uma revisão. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava-PR, v. 4, n. 2, p. 226–244, 2011.

PERAZZO, A. F.; SANTOS, E. M.; PINHO, R. M. A.; CAMPOS, F. S.; RAMOS, J. P. de F.; AQUINO, M. M.; SILVA, T. C.; BEZERRA H. F. C. Características agrônomicas e eficiência do uso da chuva em cultivares de sorgo no semiárido. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.10, p.1771-1776, out, 2013.

SANTOS, S. S.; ESPÍNDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; LEAL, M. A. A.; RIBEIRO, R. L. D. Produção de cebola orgânica em função do uso de cobertura morta e torta de mamona. **Horticultura Brasileira**, Brasília v.30, p. 549-552, 2012.

SIMPLÍCIO, J. B.; TABOSA, J. N.; LEITE, M. L. de M. V.; HOLANDA, M. A. C. de.; Uso da Cobertura Morta na Cultura do Sorgo em Cultivo de Vazante no Semiárido de Pernambuco. Capítulo 7. p.57-61. 2020. In: **Cadernos do Semiárido riquezas & oportunidades** / Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Pernambuco. – v. 15, n.2 (2020). Recife: CREA-PE: Editora UFRPE, 2020.

SIMPLÍCIO, J. B.; TABOSA, J. N.; BARROS, A. H. C.; SILVA, F. G. da.; FILHO, F. J.; ANDRADE, J. J. de. Avaliação de diferentes cultivares de sorgo irrigados e submetidos a quatro ciclos sucessivos, no semiárido alagoano. Capítulo 4, p.22-32, outubro, 2019. In.: **De grão em grão [recurso eletrônico]** / Organizador Alexandre Igor Azevedo Pereira. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. DOI 10.22533/at.ed.5531927094.

SIMPLÍCIO, J. B.; TABOSA, J. N.; LEITE, M. L. M. V.; RODRIGUES, J. A. S.; MESQUITA, F. L. T. de M.; JARDIM, A. M. R. F. Comportamento de materiais genéticos de sorgo forrageiro, em solo de vazante, sob duas condições de cultivo, no Sertão do Pajeú. In: **Congresso Nacional de Milho e Sorgo**, 32., 2018, Sete Lagoas. Resumos [...] Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo-ABMS, 2018. p.156

SIMPLÍCIO, J. B.; TABOSA, J. N.; SILVA, F. G. da; LEITE, M. L. de M. V.; JARDIM, A. M. da. F.; CARVALHO, E. XAVIER de. Avaliação de diferentes cultivares de sorgo irrigado submetidos a quatro ciclos sucessivos no semiárido alagoano In: **Congresso Nacional de Milho e Sorgo**, 31., 2016, Bento Gonçalves. Anais [...]. Bento Gonçalves: Associação Brasileira de Milho e Sorgo-ABMS, p. 59-63, 2016.

TABOSA, J. N.; BARROS, A. H. C.; BRITO, A. R. de M. B.; SIMPLÍCIO, J. B. **Cultivo do sorgo no semiárido brasileiro: potencialidades e utilizações**. In: FIGUEIREDO, M. do V. B.; SILVA, D. M. P. da; TABOSA, J. N. BRITO, J. Z. de; FRANÇA, J. G. E. de; WANDERLEY, M. de B.; SANTOS FILHO, A. S. dos; GOMES, E. W. F.; LOPES, G. M. B.; OLIVEIRA, J. de P.; SANTIAGO, A. D.; SILVA, F. G. da; PACHECO, M. I. N.; SILVA, C. C. F. da. (eds.). **Tecnologias potenciais para uma agricultura sustentável**. Recife: IPA/EMATER/SEAGRI-AL, 2013a. p. 133–162.