

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CAMPUS DE CHAPADÃO DO SUL

BRUNA DIOGO MENDES

**POTENCIAL PRODUTIVO DE HÍBRIDOS DE MILHO EM
SEGUNDA SAFRA**

CHAPADÃO DO SUL-MS

2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CAMPUS DE CHAPADÃO DO SUL

**POTENCIAL PRODUTIVO DE HÍBRIDOS DE MILHO EM
SEGUNDA SAFRA**

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Gava

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal
de Mato Grosso do Sul, como parte
dos requisitos para obtenção do
título de Engenheira Agrônoma.

CHAPADÃO DO SUL-MS

2023

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

AUTORA: **BRUNA DIOGO MENDES.**

ORIENTADOR: **Prof. Dr. Ricardo Gava.**

Aprovada pela Banca Examinadora como parte das exigências do Componente Curricular Não Disciplinar TCC, para obtenção do grau de BACHARELA EM AGRONOMIA, pelo curso de Bacharelado em Agronomia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Câmpus de Chapadão do Sul.

Prof. Dr. Ricardo Gava

Presidente da Banca Examinadora e Orientador

Profa. Dra. Ana Carina da Silva Cândido Seron

Membro da Banca Examinadora

Eng^a. Agr^a. Dra. Mayara Fávero Cotrim

Membro da Banca Examinadora

Chapadão do Sul, 14 de junho de 2023.



Documento assinado eletronicamente por **Ricardo Gava, Professor do Magisterio Superior**, em 14/06/2023, às 15:45, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ana Carina da Silva Candido, Professora do Magistério Superior**, em 14/06/2023, às 15:45, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Mayara Fávero Cotrim, Usuário Externo**, em 15/06/2023, às 08:43, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site

[https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?](https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0)

[acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0](https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **4129225** e o código CRC **B8A6CE93**.

Dedico

A todos, em especial a meus pais Sandra Maria Diogo Mendes e Ricardo Ferreira Mendes, a meus irmãos Beatriz Diogo Mendes e Ricardo Diogo Mendes e também aos que participaram e ajudaram neste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente o meu orientador do TCC e de estágio Prof. Dr. Ricardo Gava que me orientou, ajudou, ensinou e me incentivou durante todo este trabalho.

Gostaria de agradecer a minha família, que mesmo de longe sempre me deu apoio e incentivo na realização da graduação em agronomia.

Agradeço a todos os amigos que fiz durante a minha graduação, que me incentivaram, animaram e deixaram esses 5 anos de estudos mais leve, e que fizeram eu me sentir em casa.

Por último e não menos importante quero agradecer à toda equipe de pesquisa da Desafios Agro, pela parceria e ajuda durante todo o desenvolvimento do experimento.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Lista de tabelas.

Tabela 1. Identificação dos híbridos.....	03
Tabela 2. Modelo de índices de vegetação elaborados por dados multiespectrais coletados pelo sensor Sequoia	06
Tabela 3. Resumo da análise de variância para altura total da planta (ALT), diâmetro da espiga (DES), altura da inserção da espiga (AIE), Diâmetro da espiga (DES) e Fileiras por espiga (FLE)	07
Tabela 4. Resumo da análise de variância para Diâmetro do colmo (DIM), Peso de Mil grãos (PMG), Comprimento da Espiga (CES), Grãos por espiga (GES), Grãos por fileira (GFL) e produtividade (PROD)	07
Tabela 5. Resumo da análise de variância para Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI), Diferença Normalizada do Vermelho Limítrofe (NDRE), Índice de Vegetação Ajustada do Solo (SAVI), Índice de Vegetação Melhorado (EVI), altura da inserção da espiga (AIE)	08

Listas de figuras.

Figura 1. Precipitação pluviométrica (mm) e temperatura máxima (°C) durante o período de 01 de fevereiro a 31 de março (A) e de 01 de abril a 31 de maio de 2021 (B)	02
Figura 2. Imagem aérea da área experimental	04
Figura 3 Altura total da planta (ALT) em relação aos manejos (A) e híbridos (B)	08
Figura 4. Altura da inserção da espiga (AIE) em relação aos manejos (A) e aos híbridos (B)	10
Figura 5. Diâmetro da espiga (DES) em relação aos manejos (A) e aos híbridos (B)	11
Figura 6. Fileiras por espiga (FLE) em relação aos manejos (A) e híbridos (B)	12
Figura 7. Diâmetro do colmo (DIM) para diferentes híbridos e manejos de irrigação.....	14
Figura 8. Peso de mil grão (PMG) para diferentes híbridos e manejos de irrigação	15
Figura 9. Comprimento da espiga (CES) para diferentes híbridos e manejos de irrigação	16
Figura 10. Grãos por espiga (GES) para diferentes híbridos e manejos de irrigação.....	16
Figura 11. Grãos por fileira (GFL) para diferentes híbridos e manejos de irrigação.....	17

Figura 12. Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) (A) e Diferença Normalizada do Vermelho Limítrofe (NDRE) (B) para diferentes híbridos e manejos de irrigação	18
Figura 13. Índice de Vegetação Ajustada do Solo (SAVI) (A) e Índice de vegetação melhorada (EVI) (B) para diferentes híbridos e manejos de irrigação	20
Figura 14. Produtividade (PROD) para diferentes híbridos e manejos de irrigação	22

Resumo

A adaptação dos híbridos de milho à irrigação é fundamental para garantir uma produção eficiente e sustentável. Alguns híbridos de milho são mais adaptados a ambientes com menor disponibilidade hídrica, enquanto outros são mais adaptados a ambientes com maior disponibilidade. Em geral, as culturas de milho requerem cerca de 500 a 800 mm de água durante o ciclo de crescimento, embora a quantidade exata possa variar dependendo das condições locais. Com isso, este trabalho teve como objetivo avaliar se o ambiente irrigado e sequeiro afeta o potencial produtivo dos híbridos testados e selecionar os que melhor se desenvolvem sob irrigação em segunda safra. O experimento foi montado em faixas com quatro repetições, com e sem irrigação e 30 híbridos. Foram avaliados aspectos agrônômicos e índices vegetativos: altura de planta (ALT), altura de inserção de espiga (AIE), diâmetro de colmo (DIM), massa de mil grãos (MMG), comprimento da espiga (CES), diâmetro da espiga (DES), grãos por fileira (GFL), fileiras por espiga (FLE), grãos por espiga (GES), produtividade (PROD), Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI), Diferença Normalizada do Vermelho Limítrofe (NDRE), Índice de Vegetação Ajustada do Solo (SAVI) e Índice de Vegetação Melhorado (EVI). A irrigação proporcionou melhores resultados para a maioria das variáveis estudadas e para grande parte dos híbridos. Os híbridos com o pior desempenho foram também os híbridos em que o ambiente irrigado não proporcionou bons resultados, fato que pode estar relacionado à características genéticas.

Palavras-chave: *Zea mays* L; componentes de produção; índices de vegetação.

Abstract

The adaptation of corn hybrids to irrigation is essential to ensure efficient and sustainable production. Some corn hybrids are better adapted to environments with lower water availability, while others are better adapted to environments with higher availability. In general, corn crops require about 500 to 800 mm of water during the growth cycle, although the exact amount may vary depending on local conditions. Thus, this work aimed to evaluate whether the irrigated and rainfed environment affects the productive potential of the hybrids tested and to select those that best develop under irrigation in the second harvest. The experiment was set up in strips with four repetitions, with and without irrigation, and 30 hybrids. Agronomic aspects and vegetative indices were evaluated: plant height (ALT), ear insertion height (AIE), stem diameter (DIM), thousand grain weight (MMG), ear length (CES), ear diameter (DES), grains per row (GFL), rows per ear (FLE), grains per ear (GES), productivity (PROD), Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Normalized Difference Red Edge (NDRE), Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI), and Enhanced Vegetation Index (EVI). Irrigation provided better results for most of the variables studied and for a large part of the hybrids. The hybrids with the worst performance were also the hybrids in which the irrigated environment did not provide good results, a fact that may be related to genetics.

Keywords: *Zea mays L*; production components; vegetation indices.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	2
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	6
4. CONCLUSÃO	23
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

1. INTRODUÇÃO

A produtividade do *Zea mays L* em segunda safra pode ser influenciada por diferentes fatores, como as condições climáticas, o manejo do solo e até mesmo a escolha do híbrido. Segundo Silva et al. (2019), a adoção de tecnologias de produção como a irrigação, a adubação e o controle de pragas e doenças pode contribuir para aumentar a produtividade do milho.

O déficit hídrico na segunda safra é um problema que está se agravando em muitas regiões do mundo e é o principal fator que afeta a produtividade de diversas culturas. Segundo Ghassemi-Golezani et al. (2017), a escassez de água durante a fase de crescimento do milho pode resultar em uma redução na produtividade da cultura. Para resolver este problema, disponibilizando água para as plantas, os produtores utilizam sistemas de irrigação.

De acordo com Pimentel et al. (2019), o uso de irrigação pode aumentar a produtividade do milho em segunda safra em até 90%, em comparação com o sistema de sequeiro. Além disso, a irrigação pode melhorar a qualidade dos grãos e reduzir os riscos de perdas devido a estresses hídricos. No entanto, o uso da irrigação no milho apresenta desafios, como o aumento dos custos de produção e a necessidade de gerenciamento adequado da água.

Alguns híbridos são mais adaptados a ambientes com menor disponibilidade hídrica, enquanto outros são mais adaptados a ambientes com maior disponibilidade (Santos et al., 2016). A quantidade ideal de água para o cultivo do milho depende de muitos fatores, como clima, tipo de solo, estágio de crescimento da planta e variedade do milho. Em geral, as culturas de milho requerem cerca de 500 a 800 mm de água durante o ciclo de crescimento, embora a quantidade exata possa variar dependendo das condições locais (Ferreira et al., 2013).

A opção pelo sistema de sequeiro também pode ser uma alternativa viável, especialmente em regiões com disponibilidade hídrica limitada. Segundo Sousa et al. (2018), o milho em segunda safra cultivado em sistema de sequeiro pode apresentar produtividade satisfatória, desde que sejam adotadas práticas de manejo adequadas. Mas este sistema também apresenta desafios, como a maior vulnerabilidade à variações climáticas, que podem afetar a produtividade e a qualidade dos grãos

Com isso, este trabalho teve como objetivo avaliar se o ambiente irrigado e sequeiro afeta o potencial produtivo dos híbridos testados e selecionar os que melhor se desenvolvem sob irrigação em segunda safra.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área experimental da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, na cidade de Chapadão do Sul - MS, com as coordenadas geográficas latitude 18°46'49" e 52°38'51", com uma altitude de 810 m. O clima da região é definido como tropical com estação seca (Aw) (PEEL et al., 2007), segundo a classificação de Köppen, com temperatura média anual de 25 °C e precipitação média anual entre 1600 a 1800 mm. O solo da região é o Latossolo Vermelho, e classificado como argiloso (48% de argila). Os dados de precipitação pluviométrica e temperatura do ar durante a condução do experimento estão contidas nas Figuras 1A e B.

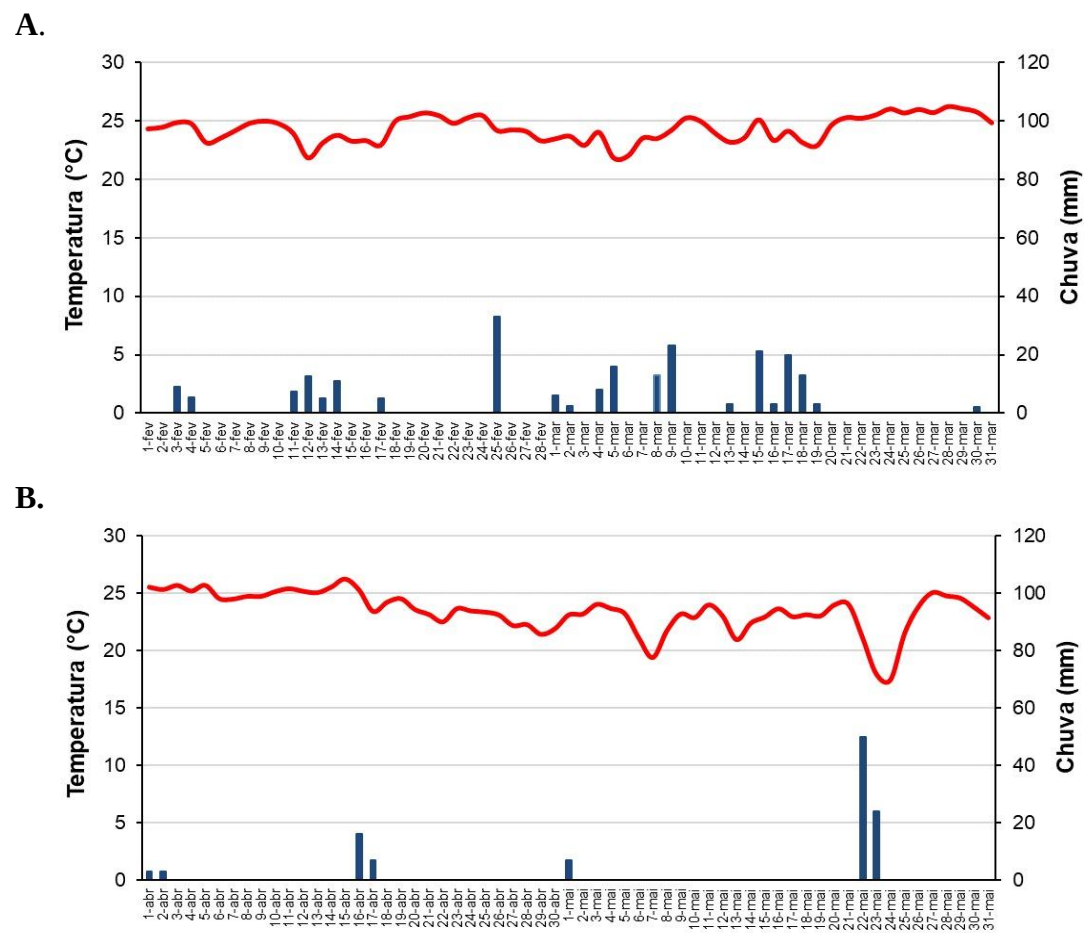


Figura 1. A precipitação pluviométrica (mm) está apresentada em colunas a direita e a temperatura máxima (°C) identificada pelo traço em vermelho, durante o período experimental. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

O experimento foi conduzido com e sem irrigação em esquema de faixas com 30 híbridos (Tabela 1), em quatro repetições. Para a irrigação utilizou-se a aspersão convencional,

posicionando os aspersores a cada 12 m, deste modo realizando uma faixa irrigada passando sobre todos os híbridos com largura de 18 m. O método utilizado foi o de Penman-Monteith-FAO, utilizando dados de uma estação meteorológica automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), com 100% de reposição da Evapotranspiração da cultura – ET_c, toda vez que o balanço de água do solo aproximava-se do limite inferior da Capacidade Real de Água do Solo-CRA, conforme Allen et al. (1998). Na Figura 2 é possível observar o posicionamento dos 30 híbridos e dos blocos irrigados (I) e sequeiro (S).

Tabela 1. Tabela com identificação dos híbridos.

Híbrido	Nome comercial	Empresa
1	LOBO SX 1076 VIP3	Seed Corp
2	TOURO 8054 VIP 3	Seed Corp
3	SX 7331 STINE	Stine
4	SS 193 E VIP 3	Stine
5	SS 182 E VIP 3	Stine
6	NK 511 VIP 3	Syngenta
7	NK 508 CU	Syngenta
8	NK 520 VIP 3	Syngenta
9	NTX 303 VIP	Nortox
10	NTX 477 PRO 2	Nortox
11	ADV 1345	Advanta
12	ADV 8601 PRO 3	Advanta
13	ADV 9621 VIP	Advanta
14	NS 73	Nidera
15	NS 80	Nidera
16	DKB 360	Dekalb
17	KWS 8774	KWS
18	KWS 9600	KWS
19	X35P618 XYHR	Pioneer
20	X40K2052	Pioneer
21	X35L925 PWU	Pioneer
22	MG 593	Morgan
23	MG 18B 471 PWU	Morgan
24	MG 711	Morgan
25	FS 670 PW	Forseed
26	FS 530 PWU	Forseed
27	FS 564 PWU	Forseed
28	BM 970	Bio Matrix
29	BM 880	Bio Matrix
30	BM 990	Bio Matrix



Figura 2. Imagem aérea da área experimental, 2021.

Antes do plantio foi realizada a dessecação da área total com uma aplicação de Glifosato na dose de $4,0 \text{ L ha}^{-1}$ e Mesotriona + Atrazina $1,5 \text{ L ha}^{-1}$ + óleo mineral $0,5 \%$ da calda. O manejo de plantas daninhas foi realizado após a semeadura do milho, com duas aplicações: atrazina 2 L ha^{-1} e glifosato $1,5 \text{ L ha}^{-1}$, usando taxas de aplicações de acordo com a recomendação da bula.

A semeadura foi realizada de forma mecanizada em sistema plantio direto, em fevereiro de 2021, com adubação, na linha de plantio, de 200 kg ha^{-1} de fosfato monoamônico (MAP) do formulado 11-52-00 (11% nitrogênio e 52% fósforo). A adubação de cobertura foi realizada no estágio V_4 (milho com quatro folhas totalmente desenvolvidas) com a dose de 150 kg ha^{-1} de Ureia 45% de N.

Para o controle de pragas foi realizado oito aplicações de inseticidas: três aplicações de acefato na dose de $1,0 \text{ kg ha}^{-1}$, uma aplicação de lambda-cialotrina + clolotraniliprole na dose de $0,2 \text{ L ha}^{-1}$, três aplicações de lambda-cialotrina + timetoxam na dose de $0,3 \text{ L ha}^{-1}$, uma aplicação de bioinseticida a base de *Spodopetera frugiperda multiple nucleopolyhedrovirus* (SfMNPV) na dose de $0,08 \text{ L ha}^{-1}$ + óleo vegetal $0,1 \%$ da calda.

Para o controle de doenças foram realizadas duas aplicações de fungicidas, a primeira com azoxistrobina + benzovindflupir na dose de $0,3 \text{ kg ha}^{-1}$ em V_8 (milho com oito folhas totalmente desenvolvidas), a segunda quinze dias após o aparecimento do último ramo do

pendão, utilizando mancozeb + picoxistrobina + Tebuconazol 0,3 L ha⁻¹ + óleo mineral 0,5 % da calda.

135 dias após o plantio, a colheita foi realizada de forma manual nas quatro repetições, utilizando como parcela útil duas linhas centrais de 3,5 m cada, totalizando 7 m lineares. As variáveis analisadas foram divididas em 2 grupos, as de Aspecto Agronômicos e os Índices de Vegetação.

As de aspectos agronômicos foram: Altura total da planta, altura de inserção de espiga, diâmetro da espiga, fileiras por espiga, diâmetro do colmo, peso de mil grãos, comprimento da espiga, grãos por espiga, grãos por fileira e produtividade. Já os Índices de Vegetação foram todos calculados antes da colheita, na pré-floração, sendo eles: Índice de Vegetação da Diferença Normalizada, Diferença Normalizada do Vermelho Limítrofe, Índice de Vegetação Ajustada do Solo e Índice de Vegetação Melhorado.

Altura total da planta (ALT, m) foi calculada medindo-se a distância vertical entre o colo da planta até a extremidade; altura de inserção de espiga (AIE, m) medindo-se a distância vertical entre o colo da planta até a inserção da primeira espiga (superior), em amostras de cinco plantas com quatro repetições; diâmetro da espiga (DES, cm) foi medido com o auxílio de um paquímetro, fileiras por espiga (FLE, adm), foi realizado a partir da contagem dos grãos diâmetro de colmo (DIM, cm) com o auxílio de um paquímetro em cinco plantas com quatro repetições; peso de mil grãos (PMG, g) realizado através de contagem e pesagem dos grãos, comprimento da espiga (CES, cm), grãos por espiga (GES, adm) e grãos por fileira (GFL, adm) foram realizados a partir da contagem dos grãos e produtividade de grãos (PROD, kg ha⁻¹), corrigida para 13% de umidade. Para obtenção da umidade e posterior correção dos valores de produtividade, foi utilizado um medidor de umidade de grãos, modelo Eco Agrologic AI-102.

Já os índices de vegetação, Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI), Diferença Normalizada do Vermelho Limítrofe (NDRE), Índice de Vegetação Ajustada do Solo (SAVI) e Índice de Vegetação Melhorado (EVI) foram calculados a partir do sobrevoo com a asa fixa Sensefly eBee RTK, aeronave remotamente pilotada, com controle de voo autônomo. O eBee estava equipado com o sensor multispectral Parrot Sequoia. O sensor Sequoia é uma câmera multispectral para agricultura que utiliza o sensor dos raios solares e acrescentando a câmera RGB 16MP. O sensor multispectral usado estava calibrado com um campo de visão horizontal (HFOV) de 61,9°, campo de visão vertical (VFOV) de 48,5° e campo de visão diagonal de 73,3°. As imagens multispectrais foram obtidas em ondas do verde (550 nm), vermelho (660 nm), borda do vermelho (735 nm) e infra-vermelho (790 nm). O sobrevoo foi

realizado a uma altitude de 100m, permitindo uma resolução espacial nas imagens de 0,10 m. As imagens foram processadas, mosaicadas e ortorretificadas pelo programa computacional Pix4Dmapper. O cálculo dos valores dos IV em cada parcela foram processados pelo programa de sistemas de informações geografias ESRI ArcGIS 10.5.

Tabela 2. Modelos de índices de vegetação elaborados por dados multiespectrais coletados pelo sensor Sequoia.

Índice de vegetação	Nomenclatura	Equação*	Referência
NDVI	Índice de Vegetação da Diferença Normalizada	$\frac{nir - red}{nir + red}$	(Rouse et al., 1974)
NDRE	Diferença Normalizada do Vermelho Limítrofe	$\frac{nir - rededge}{nir + rededge}$	(Haboudane et al., 2004)
SAVI	Índice de Vegetação Ajustada do Solo	$(1 + 0,5) \frac{nir - red}{nir + red + 0,5}$	(Huete, 1988)
EVI	Índice de Vegetação Melhorado	$\frac{nir - red}{(nir + 6red - 7,5green) + 1}$	(Justice et al., 1998)

*Infravermelho próximo (nir); vermelho (red); verde (green); borda do vermelho (rededge).

Os resultados foram submetidos a análise de variância, e as diferenças entre as médias dos híbridos e manejo, quando significativas, foram comparadas pelo teste de Scott e Knott 0,1, 1 e 5% de probabilidade, utilizando o software Rbio (BHERING, 2017).

2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os híbridos apresentaram resultados significativos para as variáveis altura total da planta (ALT), altura da inserção da espiga (AIE), diâmetro da espiga (DES) e Fileiras por espiga (FLE) (Tabela 3). Já os Híbridos de milho e sistemas de cultivo (irrigado e sequeiro) apresentaram interação para as variáveis diâmetro do colmo (DIM), peso de mil grãos (PMG), comprimento da espiga (CES), grãos por espiga (GES), grãos por fileira (GFL) e produtividade (PROD) (Tabela 4) e para Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI), Diferença Normalizada do Vermelho Limítrofe (NDRE), Índice de Vegetação Ajustada do Solo (SAVI), Índice de Vegetação Melhorado (EVI) (Tabela 5).

Tabela 3. Resumo da análise de variância para altura total da planta (ALT), altura da inserção da espiga (AIE), diâmetro da espiga (DES) e Fileiras por espiga (FLE).

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio			
		ALT	AIE	DES	FLE
Bloco	3	1,6E-1	4,48E-2	3,6E-1	1,01
Irrigação	1	4,86**	7,8E-1**	2,9	3,4E-1
Erro a	3	2,96E-2	1,74E-2	9,4E-1	2,32
Híbrido	29	1,7E-1***	5,15E-2***	1,3*	2,10E+1***
Erro b	87	1,9E-2	1,9E-2	7,9E-1	1,27
Irrigação X Híbrido	29	3,12E-2	1,92E-2	7,45E-1	1,26
Erro c	87	2,54E-2	1,7E-2	8,04E-1	8,70E-1
Total	239				
CV 1 (%)		7,88	21,50	21,50	8,95
CV 2 (%)		6,28	19,70	19,70	6,62
CV 3 (%)		7,30	19,90	19,90	5,46

ns: não significativo (P>0,05); *: significativo (P<0,05); **: significativo (P<0,01); ***: significativo (P<0,001); CV: coeficiente de variação; GL: Grau de Liberdade.

Tabela 4. Resumo da análise de variância para diâmetro do colmo (DIM), peso de mil grãos (PMG), comprimento da espiga (CES), grãos por espiga (GES), grãos por fileira (GFL) e produtividade (PROD).

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio					
		DIM	PMG	CES	GES	GFL	PROD
Bloco	3	4,62E-2	2,30E+3	1,6E+1*	2,32E+4	8,36E+1	3,50E+4
Irrigação	1	1,67**	1,07E+4*	1,71E+2**	1,81E+5*	5,52E+2**	1,60E+8***
Erro a	3	2,04E-2	1,00E+3	1,28	7,05E+3	8,17	4,52E+4
Híbrido	29	2,30E-1***	3,86E+3***	1,42E+1***	3,06E+4***	4,86E+1***	5,12E+6***
Erro b	87	1,35E-2	1,18E+3	1,21	2,83E+3	7,65	6,34E+4
Irrigação X Híbrido	29	7,35E-2***	3,22E+3***	2,84**	5,8E+3**	1,98E+1***	2,70E+6***
Erro c	87	1,8E-2	1,23E+3	1,35	2,6E+3	5,30E-4	9,35E+4
CV 1 (%)		9,90	12,85	7,35	17,12	9,90	3,46
CV 2 (%)		8,04	13,95	7,15	10,85	9,60	4,10
CV 3 (%)		9,25	14,22	7,55	10,33	7,97	5,00

ns: não significativo (P>0,05); *: significativo (P<0,05); **: significativo (P<0,01); ***: significativo (P<0,001); CV: coeficiente de variação; GL: Grau de Liberdade.

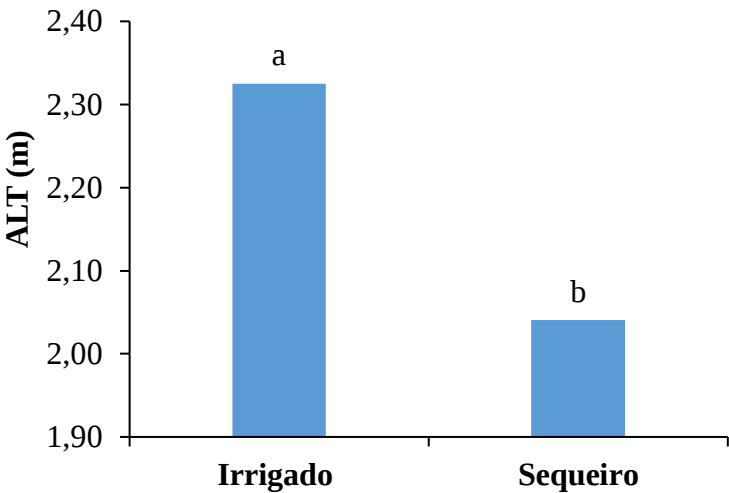
Tabela 5. Resumo da análise de variância para índice de vegetação da diferença normalizada (NDVI), diferença normalizada do vermelho limítrofe (NDRE), índice de vegetação ajustada do solo (SAVI) e índice de vegetação melhorado (EVI).

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio			
		NDVI	NDRE	SAVI	EVI
Bloco	3	1,12E-3	5,6E-4	2,4E-3	8,6E-4
Irrigação	1	6,63E-2**	6,9E-2**	1,0E-1*	2,2E-2*
Erro a	3	1,15E-3	8,5E-4	4,4E-3	1,8E-3
Híbrido	29	1,89E-3***	1,9E-3***	3,6E-3***	1,9E-3***
Erro b	87	8,00E-5	8,7E-5	2,2E-4	1,05E-4
Irrigação X Híbrido	29	1,85E-4***	1,2E-4***	3,45E-4***	1,75E-4**
Erro c	87	5,10E-5	4,9E-5	1,4E-4	7,8E-5
Total	239				
CV 1 (%)		4,09	11,7	10,30	13,38
CV 2 (%)		1,08	3,72	2,31	3,24
CV 3 (%)		0,86	2,80	1,82	2,8

ns: não significativo (P>0,05); *: significativo (P<0,05); **: significativo (P<0,01); ***: significativo (P<0,001); CV: coeficiente de variação; GL: Grau de Liberdade.

Em relação a altura total da planta (ALT) (Figura 3), o manejo irrigado obteve maiores resultados (2,33 m), em relação ao sequeiro (2,04 m) (Figura ZA). De acordo com estudo realizado por Oliveira et al. (2017), "o fornecimento de água por meio da irrigação influencia diretamente o crescimento da planta, já que a água é um dos principais fatores limitantes para o desenvolvimento de culturas".

A.



B.

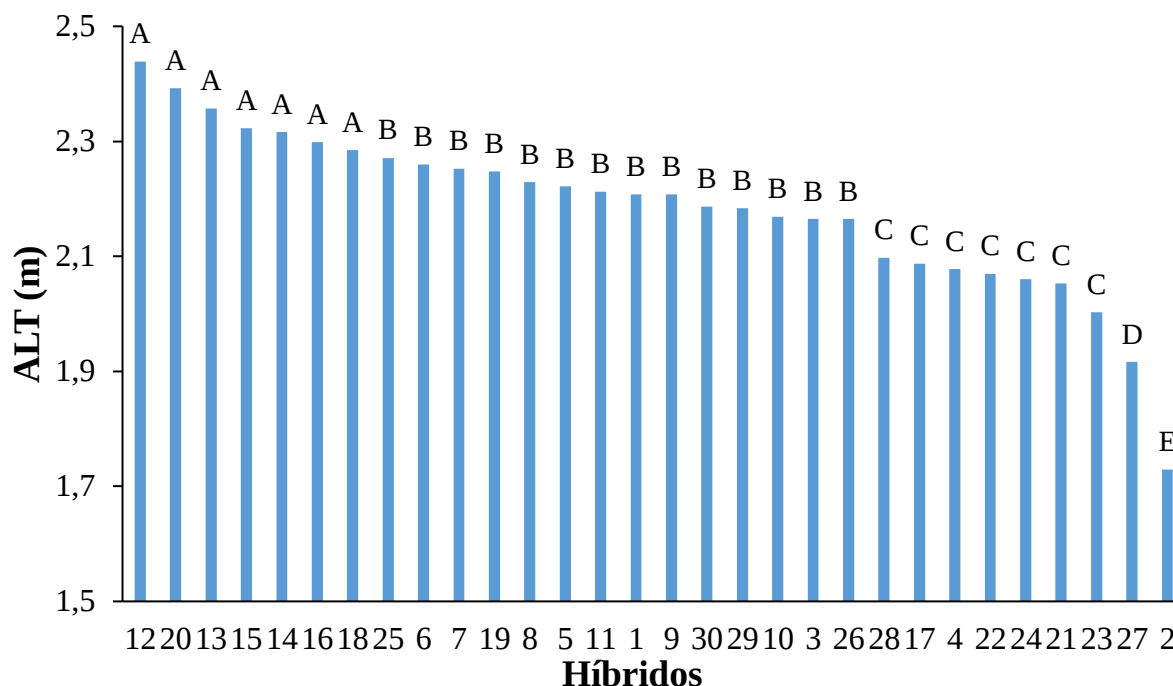
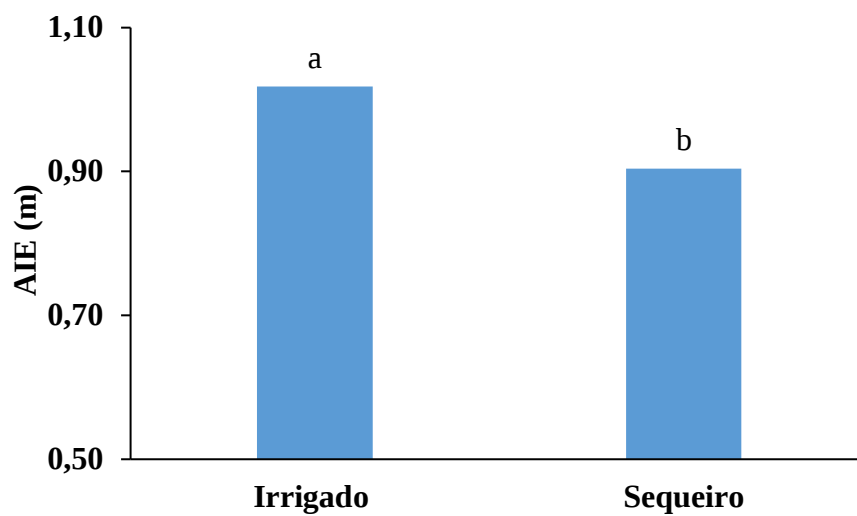


Figura 3. Altura total da planta (ALT) em relação aos manejos (A) e híbridos (B). Letras maiúsculas iguais para os híbridos não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott.

Já os híbridos foram separados em 5 grupos, A, B, C, D e E, onde os maiores resultados encontrados foram no grupo A, com uma média geral de 2,4 m e o grupo E foi o que apresentou a menor média para ALT, cerca de 1,72 m. Para Silva et al. (2010) a variável ALT, está ligada as características genéticas dos híbridos. Existem variedades que possuem genes relacionados ao crescimento mais rápido ou mais lento. A altura da planta do milho é uma característica poligênica e está relacionada com a expressão de genes reguladores do crescimento, como o gene ZmGA20ox1, que é responsável pela síntese do hormônio giberelina (Campos et al., 2021).

Na figura 4 está representado as médias da altura de inserção da espiga (AIE) em relação aos manejos (A) e híbridos (B). Em relação aos sistemas de manejo, o irrigado mostrou maiores resultados de AIE em relação ao sequeiro. A irrigação favorece a altura de inserção da espiga da planta de milho, já que a disponibilidade de água é um fator essencial para o crescimento e desenvolvimento da planta. De acordo com Oliveira et al. (2017) a irrigação adequada permite maior desenvolvimento do sistema radicular das plantas de milho, o que pode resultar em maior absorção de nutrientes e, conseqüentemente, em maior crescimento e desenvolvimento da planta, incluindo a altura de inserção da espiga.

A.



B.

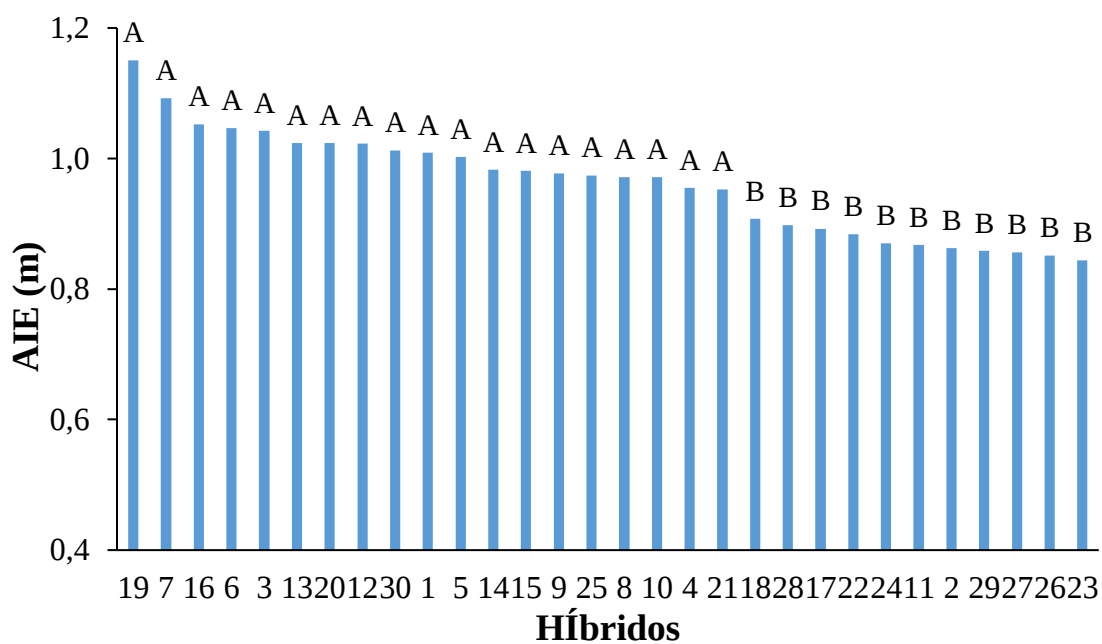


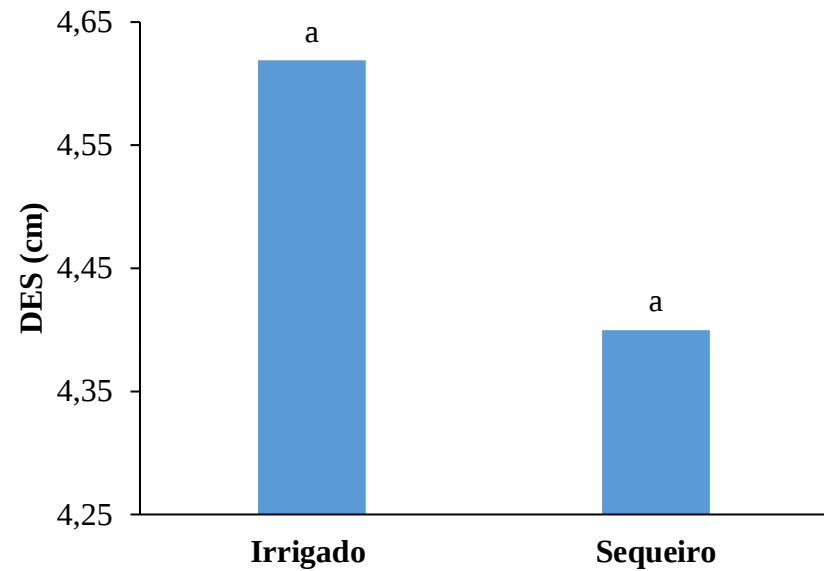
Figura 4. Altura da inserção da espiga (AIE) em relação aos manejos (A) e aos híbridos (B).
Letras maiúsculas iguais para os híbridos não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott.

Já híbridos foram separados em 2 grupos, A e B, onde os maiores resultados estão colocados no grupo A, com uma média geral entre eles de 1 m. E os menores valores no grupo B, com uma média de 0,87 m, diferença de cerca de 13% em comparação ao grupo A.

A altura da inserção da espiga no milho é influenciada por fatores genéticos (Silva et al., 2010), um exemplo é a expressão de genes que controlam o desenvolvimento do colmo e da espiga. Um estudo recente de Liu et al. (2021) identificou vários genes associados à altura da inserção da espiga em milho, incluindo os genes ZmPIN1a, ZmPIN1b e ZmPIN10. Esses resultados sugerem que a manipulação genética pode ser uma estratégia útil para melhorar a altura da inserção da espiga em variedades de milho.

Em relação aos DES, não foi verificada diferença no sistema de manejo (Figura 5A) e em relação aos híbridos (Figura 5B). Segundo alguns estudos, o diâmetro da espiga do milho tem uma relação direta com a produtividade da cultura. De acordo com Oliveira et al. (2021), maiores diâmetros de espiga levam a uma maior produção de grãos por planta.

A.



B.

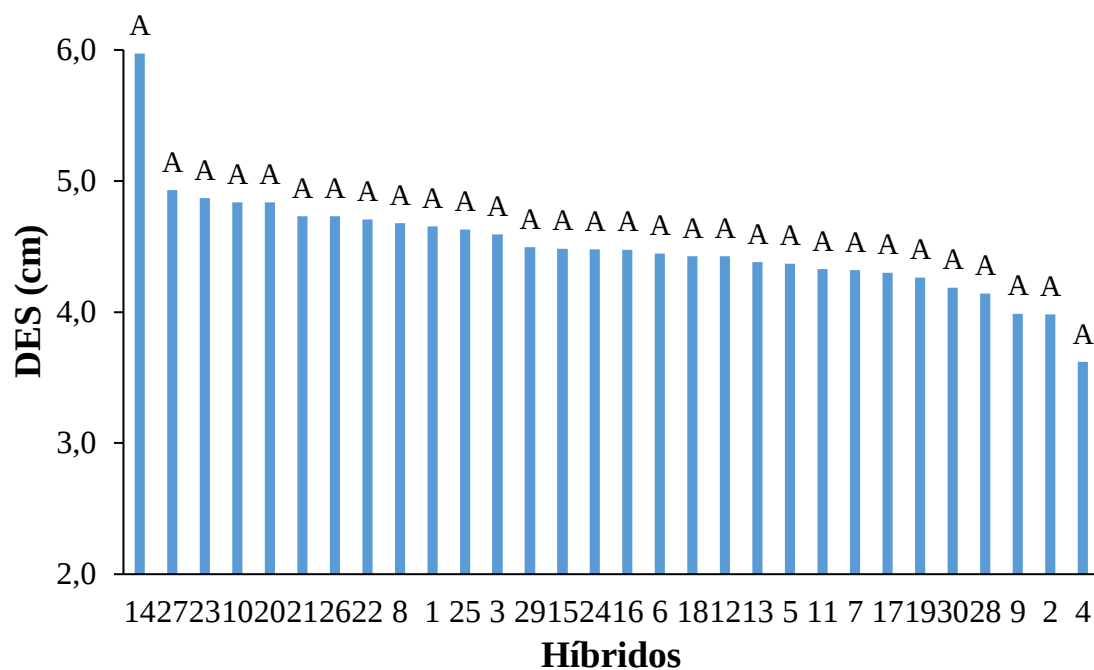
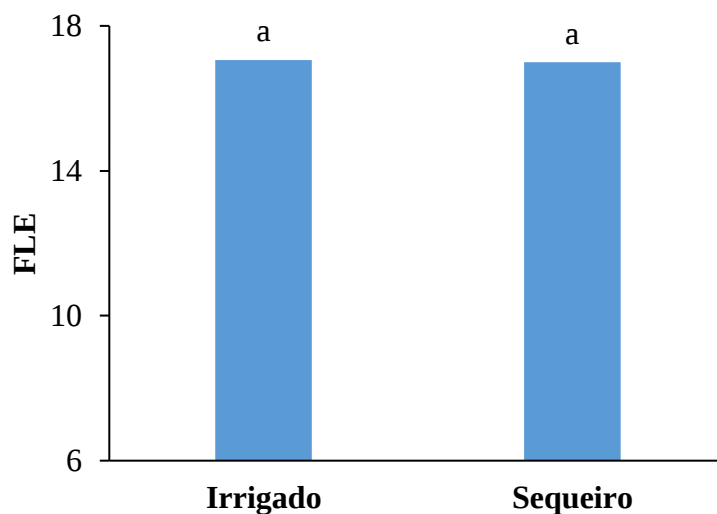


Figura 5. Diâmetro da espiga (DES) em relação aos manejos (A) e híbridos (B). Letras minúsculas iguais para manejos não diferem entre si. Letras maiúsculas iguais para os híbridos não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott.

A Figuras 6 demonstra os resultados do desdobramento para fileiras por espiga (FLE), em relação aos manejos (A) e híbridos (B). Em relação aos híbridos a variável foi separada em 5 grupos, A, B, C, D e E.

A.



B.

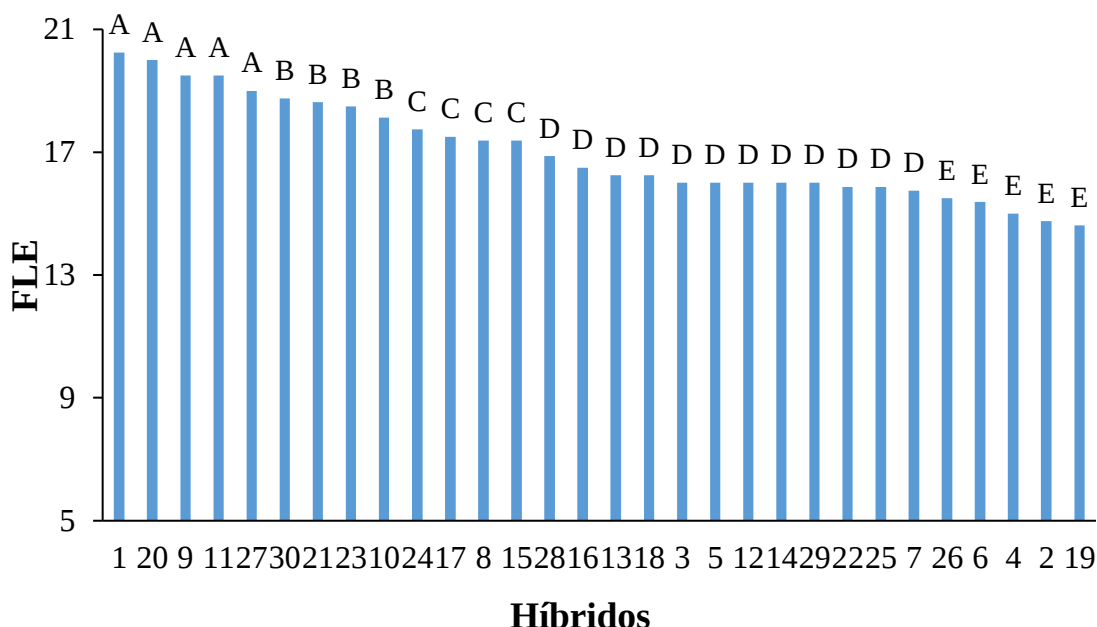


Figura 6. Fileiras por espiga (FLE) em relação aos manejos (A) e híbridos (B). Letras minúsculas iguais para manejos não diferem entre si. Letras maiúsculas iguais para os híbridos não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott.

Os maiores resultados encontrados foram no grupo A, com uma média geral 19,65 para FLE. E o grupo E foi o que apresentou menor FLE, com médias de 15,05. Para Silva et al. (2010) a variável ALT, está ligada as características genéticas dos híbridos, como a expressão de genes que controlam o desenvolvimento da espiga.

Liu et al. (2020) em seu estudo identificou vários genes associados ao número de fileiras por espiga, incluindo os genes ZmCCT9 e ZmMADS47. Sugerindo que a manipulação genética pode ser uma estratégia útil para melhorar o número de fileiras por espiga em variedades de milho. Já em relação aos manejos os sistemas não tiveram diferença.

A Figura 7 exhibe os resultados do diâmetro do colmo (DIM) em relação aos manejos e também mostra a diferença entre híbridos. Os híbridos que apresentaram maior diferença no DIM em relação aos sistemas de manejo foram o 8 e o 9, com um aumento de cerca de 38% e 44% para o sistema irrigado, respectivamente.

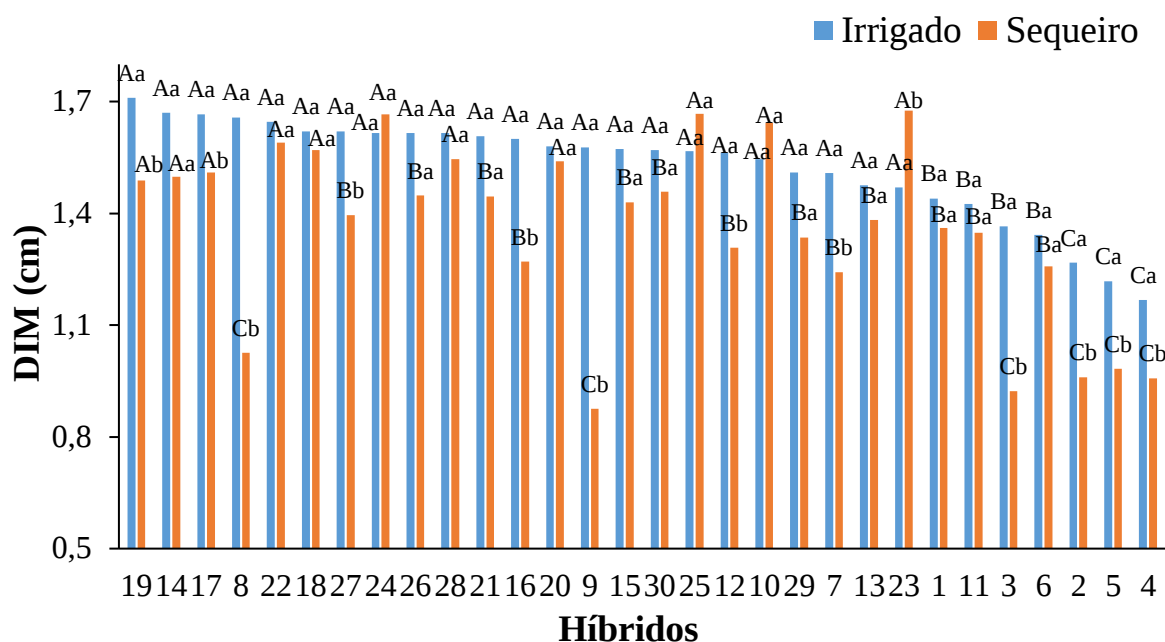


Figura 7. Diâmetro do colmo (DIM) para diferentes híbridos e manejos de irrigação. Manejos com letras minúsculas iguais não diferem entre si. Híbridos com letras maiúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott.

O híbrido 23 foi o único que apresentou um DIM maior no sistema sequeiro, com uma diferença de 12% para o irrigado. Segundo Kapper et al. (2011), cada híbrido irá apresentar um diâmetro de colmo pois essas características são definidas através do processo de melhoramento genético. A seleção de híbridos de milho com maior ou menor diâmetro do colmo é importante para garantir a resistência mecânica da planta e evitar a quebra do colmo, o que pode prejudicar a produtividade da cultura. O diâmetro do colmo também pode interferir no acúmulo de nutrientes e na translocação de fotoassimilados.

Segundo o estudo de Silva et al. (2021), híbridos de milho com menor diâmetro do colmo apresentaram menor porcentagem de quebra do colmo, maior produtividade e maior eficiência no uso do nitrogênio. Já outro estudo de Santos et al. (2020) indicou que híbridos de milho com maior diâmetro do colmo apresentam maior estabilidade de produção em diferentes ambientes.

Em relação ao peso de mil grãos (PMG) (figura 8), os híbridos 18 e 23 foram os que mais tiveram aumento no PMG no manejo irrigado em comparação ao sequeiro, cerca de 34% e 30% a mais, respectivamente. De acordo com Brito et al. (2013) o peso de mil grãos do milho é influenciado pelo manejo do cultivo, sendo que o manejo irrigado apresenta maior peso em relação ao sequeiro para a maioria dos híbridos, como foi apresentado neste trabalho. O efeito

benéfico que o manejo irrigado ocasiona sobre o PMG, pode ser demonstrado pelo fato da água ser fornecida durante o ciclo, permitindo um maior aproveitamento dos nutrientes, maiores taxas de fotoassimilação, e posteriormente enchimentos dos grãos.

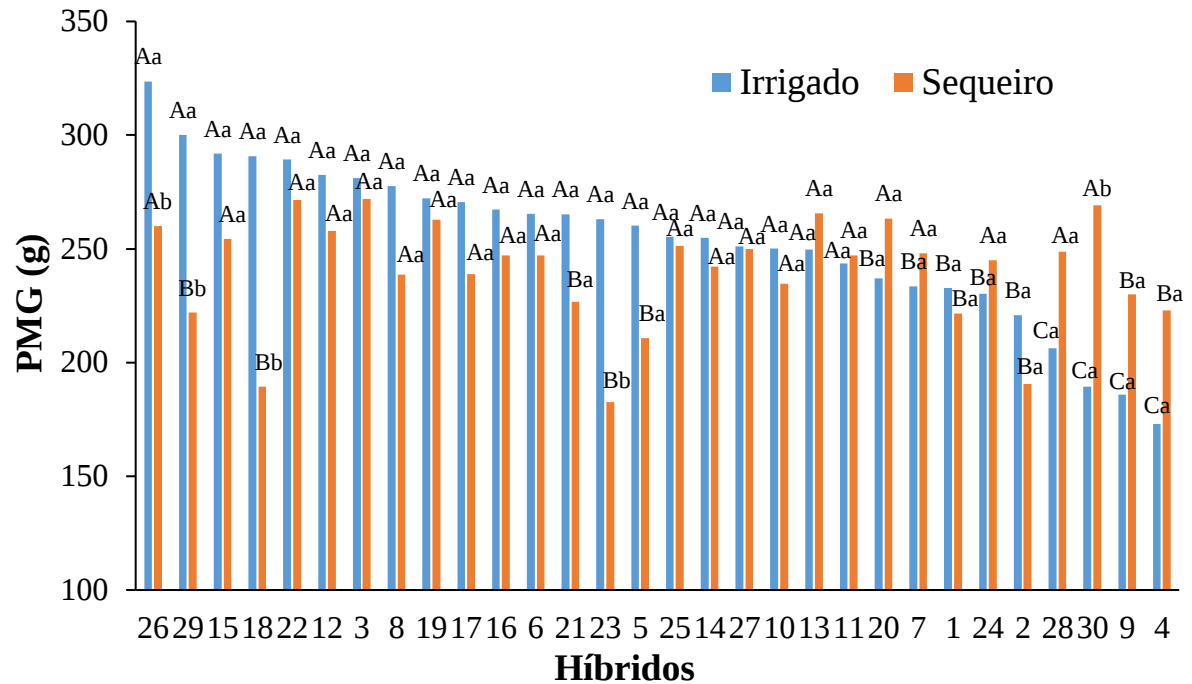


Figura 8. Peso de mil grão (PMG) para diferentes híbridos e manejos de irrigação. Letras maiúsculas iguais para os híbridos não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott.

Apenas o híbrido 30 apresentou resultado maior ao manejo sequeiro, segundo Sousa et al. (2017) a disponibilidade limitada de água no solo pode favorecer o acúmulo de fotoassimilados nos grãos, resultando em maior peso de mil grãos. E 23 híbridos não apresentaram diferença entre os sistemas de manejo para PMG.

A figura 9 nos mostra valores do comprimento de espiga (CES) e na figura 10 os valores de grãos por espiga (GES) em relação a interação irrigado e híbrido e aos híbridos entre si. Para estas variáveis observamos um aumento de até 30% na quantidade de GES e de até 28% para CES no sistema irrigado.

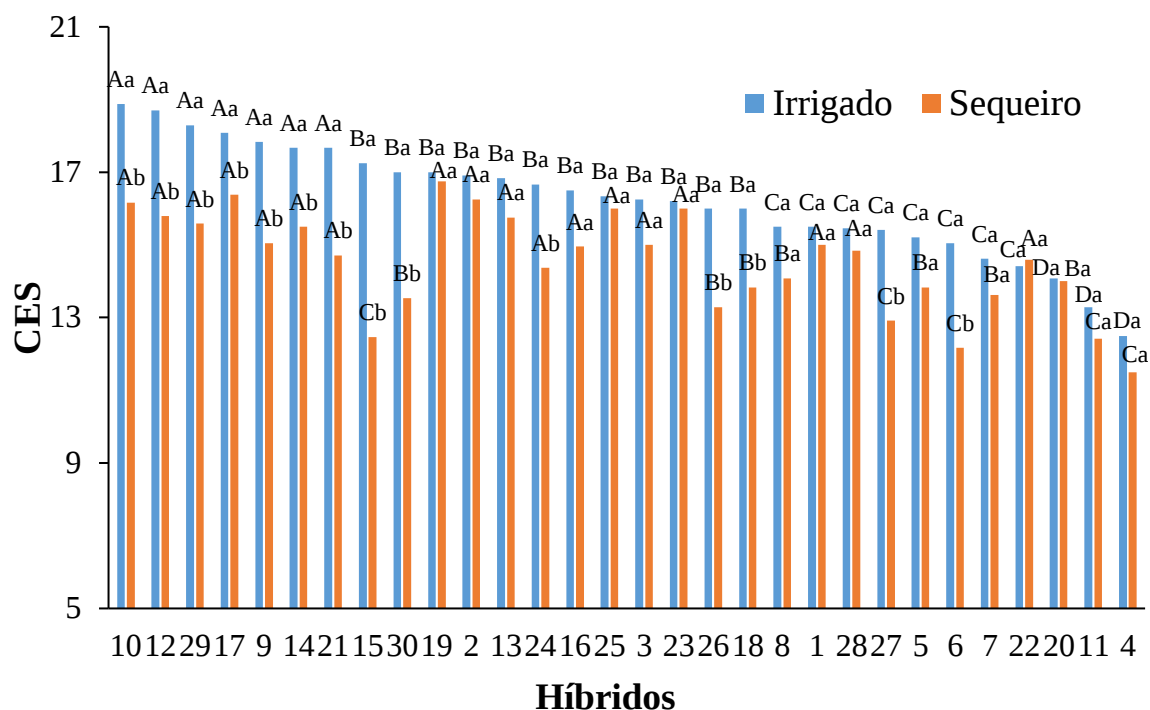


Figura 9. Comprimento da espiga (CES) para diferentes híbridos e manejos de irrigação. Letras minúsculas iguais para manejos não diferem entre si. Letras maiúsculas iguais para os híbridos não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott.

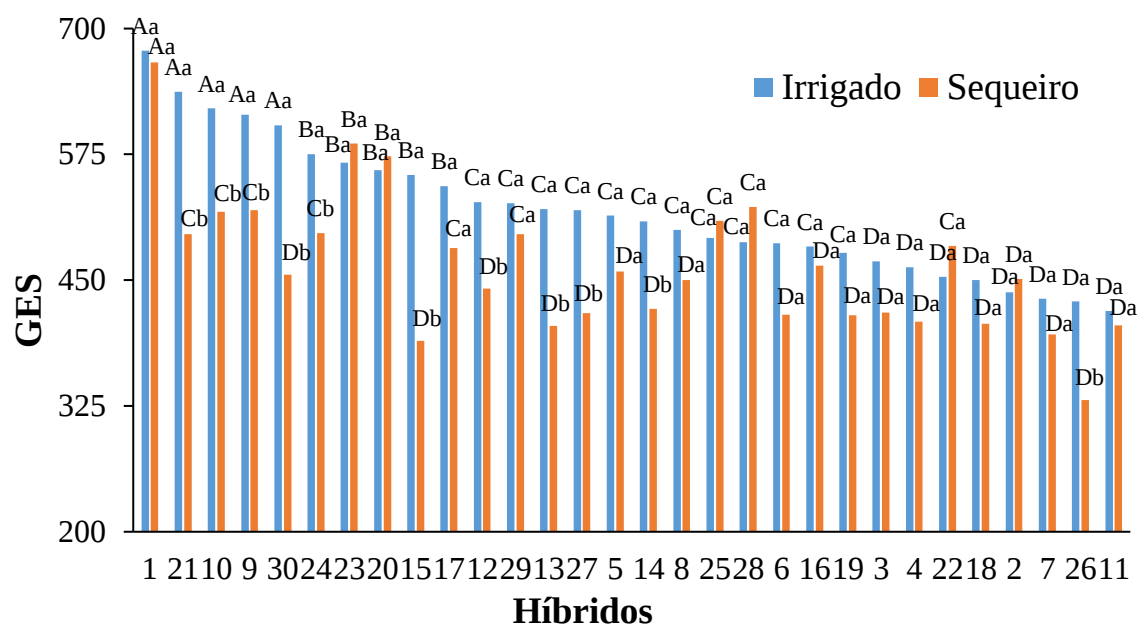


Figura 10. Grãos por espiga (GES) para diferentes híbridos e manejos de irrigação. Letras minúsculas iguais para manejos não diferem entre si. Letras maiúsculas iguais para os híbridos não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott.

A irrigação proporcionou o número de CES e GES maiores para 14 e 11 híbridos, respectivamente. E 19 dos 30 híbridos não demonstraram diferença na quantidade de GES, e

16 dos 30 para o CES nos diferentes tipos de manejo. Segundo Kappes et al. (2009), o CES médio é um dos fatores de produção que pode interferir na produção do milho, afetando diretamente os grãos por fileira e grãos por espiga.

A figura 11 exibe resultados das médias de Grãos por fileira (GFL) da interação de híbridos e irrigação, e a diferença entre híbridos. A irrigação contribuiu para maiores valores de GFL para cerca de 20 híbridos. Segundo Silva et al. (2019), a variável GFL sofre influência do manejo adotado, onde o irrigado tende a proporcionar maiores valores do que o sequeiro.

Para a variável GFL nenhum híbrido teve resultados significativamente maiores para o sistema sequeiro. Chen et al. (2021) mostrou em seu estudo que a deficiência hídrica durante o período crítico de formação da espiga pode reduzir o número de grãos por fileira no milho, enquanto a irrigação adequada pode aumentá-lo.

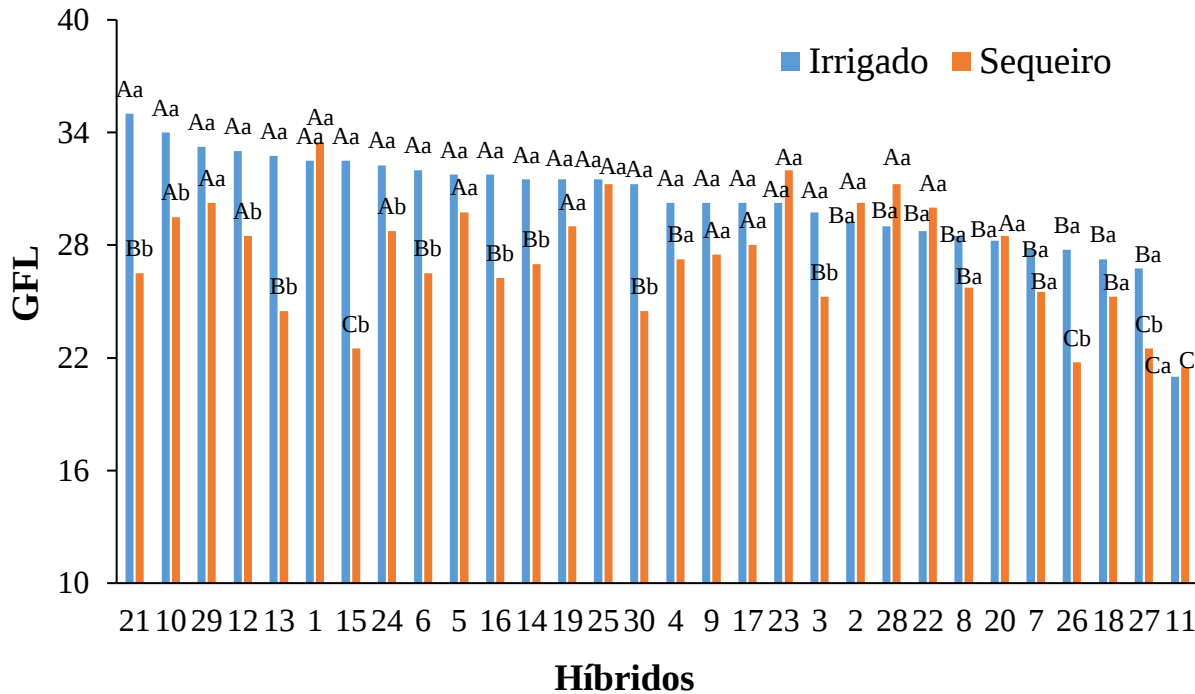


Figura 11. Grãos por fileira (GFL) para diferentes híbridos e manejos de irrigação. Letras minúsculas iguais para manejos não diferem entre si. Letras maiúsculas iguais para os híbridos não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott.

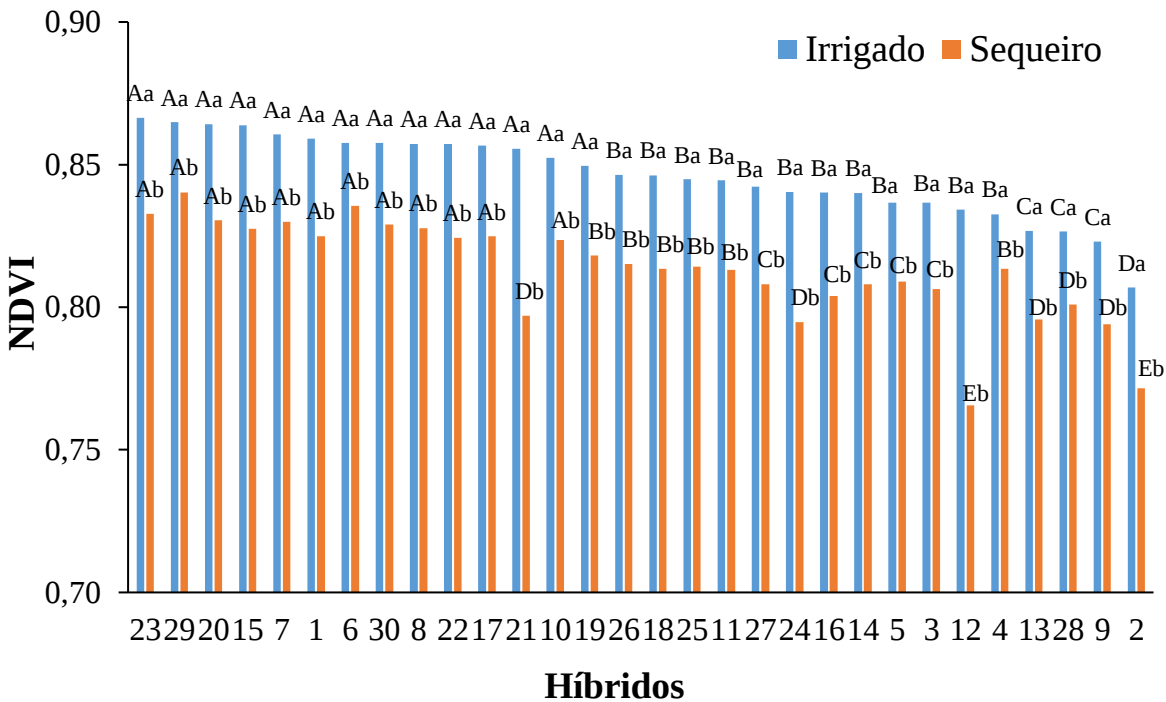
Nas próximas duas figuras estão demonstrados as médias dos índices de vegetação para diferentes híbridos e manejos de irrigação. Segundo a revista Remote Sensing (2019) a avaliação dos índices de vegetação no cultivo de milho é importante porque permite monitorar de forma precisa o desenvolvimento das plantas, identificar possíveis problemas de saúde,

determinar a necessidade de irrigação e fertilização, além de prever a produtividade da colheita. Isso ajuda os agricultores a tomar decisões informadas e a maximizar a eficiência do seu cultivo de milho

A figura 12 representa os valores dos Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) (A) e Diferença Normalizada do Vermelho Limítrofe (NDRE) (B) para diferentes híbridos e manejos de irrigação. Os valores de NDVI e de NDRE foram maiores em áreas de cultivo de milho irrigado em relação a áreas de cultivo de milho de sequeiro para os 30 híbridos, resultado que corrobora com o estudo de Alves et al. (2020). Isso indica que a irrigação pode influenciar positivamente o desenvolvimento vegetativo das plantas de milho, resultando em maior produtividade.

Esses índices também podem ser utilizados para avaliar a produtividade das culturas. Um estudo recente de Li et al. (2021) mostrou que o uso do NDVI e do NDRE pode ajudar a identificar áreas com alta produtividade em campos de milho. Os resultados indicaram que o NDRE foi mais sensível à variação da produtividade do milho do que o NDVI, sugerindo que o NDRE pode ser uma ferramenta mais útil para a avaliação da produtividade em áreas de cultivo de milho.

A



B

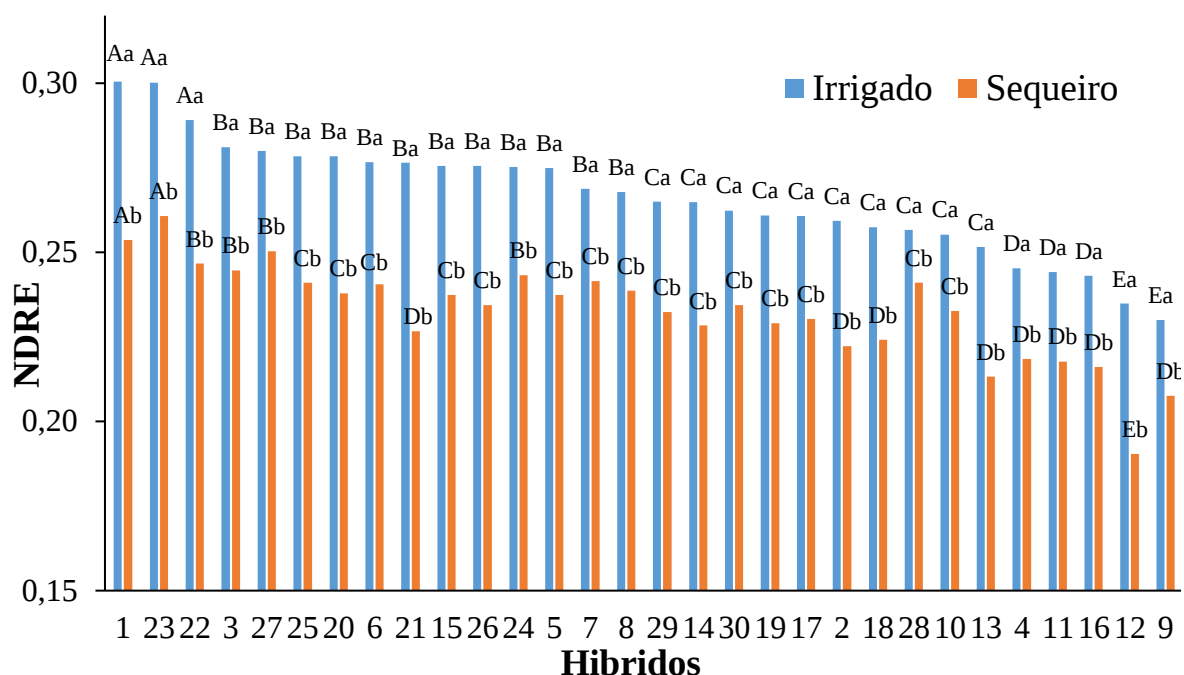


Figura 12. Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) (A) e Diferença Normalizada do Vermelho Limítrofe (NDRE) (B) para diferentes híbridos e manejos de irrigação. Letras minúsculas iguais para manejos não diferem entre si. Letras maiúsculas iguais para os híbridos não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott.

O NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) é um índice que utiliza a diferença entre o reflectância da luz vermelha e infravermelha próxima para medir a quantidade de vegetação em uma determinada área. Ele tem sido amplamente utilizado para avaliar a saúde das plantas, a produtividade agrícola e o monitoramento de recursos naturais (Rouse Jr, Haas, Schell, & Deering, 1974).

O NDRE (Normalized Difference Red Edge Index) é um índice que utiliza a diferença entre a reflectância da luz vermelha e a reflectância da borda vermelha do espectro eletromagnético para avaliar a saúde das plantas. Ele é particularmente útil para medir a produtividade de plantas com alta densidade, como culturas de milho e soja (Gitelson, Kaufman, & Merzlyak, 1996).

Na figura 13 está representado os valores de SAVI (A) e os valores de EVI (B) para diferentes híbridos e para a interação da irrigação e híbridos. As variáveis SAVI e EVI obtiveram melhores resultados para a grande maioria dos híbridos no sistema irrigado, reafirmando o estudo de Silva et al. (2019). Os mesmos demonstraram valores dos índices SAVI e EVI maiores em áreas de cultivo de milho irrigado comparadas ao cultivo de milho de

sequeiro. Esses resultados indicam que a irrigação pode influenciar positivamente a saúde e o vigor das plantas de milho, resultando em maior produtividade.

Apenas 4 híbridos para a variável SAVI, e 13 para EVI não mostraram diferença significativa nos valores em relação aos sistemas de manejo. Nenhum mostrou maiores resultados para o sistema sequeiro.

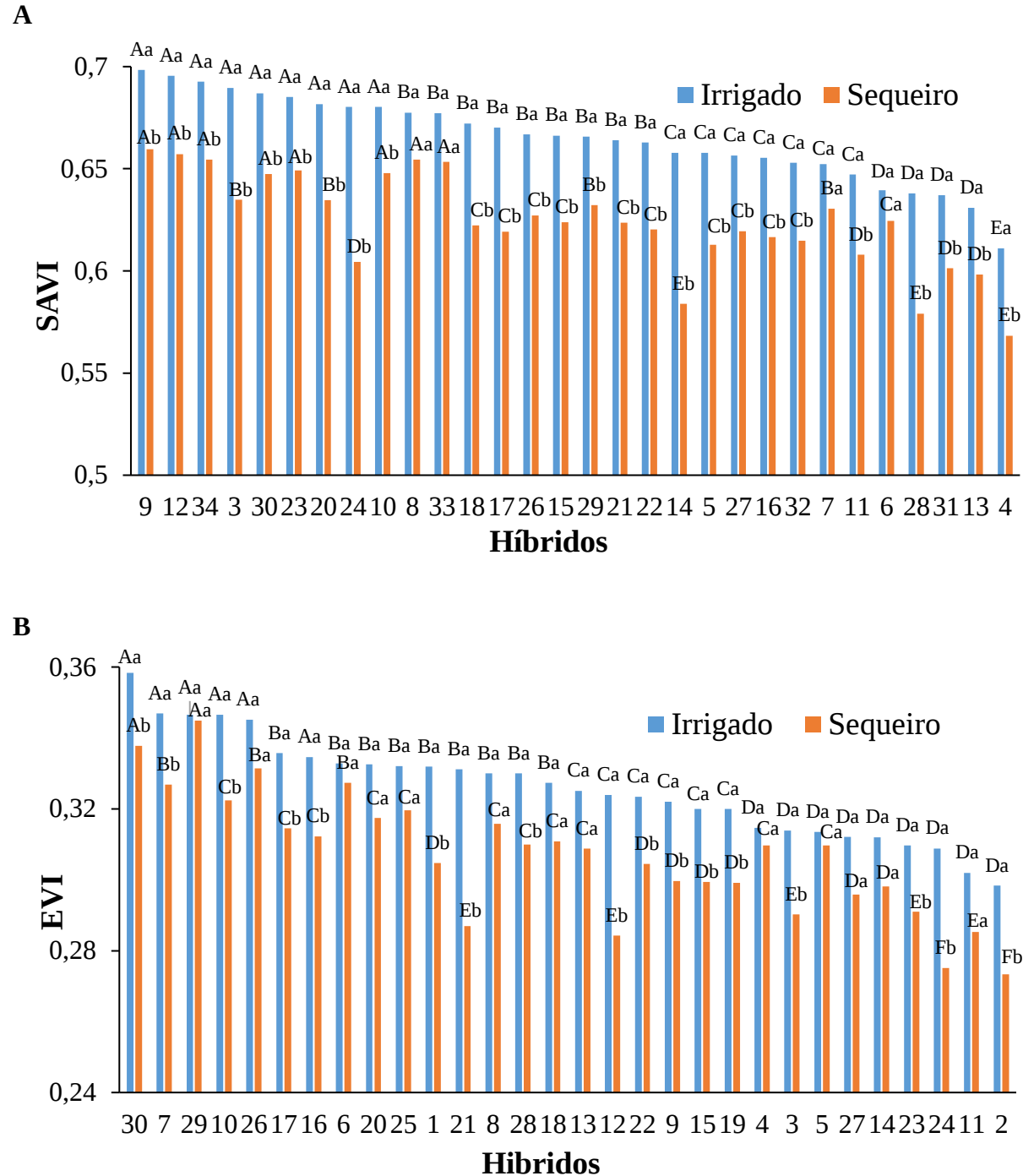


Figura 13. Índice de Vegetação Ajustada do Solo (SAVI) (A) e Índice de vegetação melhorada (EVI) (B) para diferentes híbridos e manejos de irrigação. Letras minúsculas iguais para manejos não diferem entre si. Letras maiúsculas iguais para os híbridos não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott.

O estudo de Wang et al. (2020) mostrou que o uso do SAVI e do EVI pode ajudar a prever a produtividade do milho com alta precisão. Os resultados indicaram que o SAVI e o EVI foram mais sensíveis à variação da produtividade do milho do que o NDVI, sugerindo que esses índices de vegetação podem ser ferramentas úteis para a avaliação da produtividade em áreas de cultivo de milho.

O NAVI (Normalized Area Over Vegetation Index) é um índice que utiliza a diferença entre a reflectância da luz verde e a reflectância da luz vermelha para medir a quantidade de vegetação em uma determinada área. Ele é particularmente útil para áreas com alta densidade de vegetação, como florestas e culturas agrícolas (Song, Woodcock, Seto, Lenney, & Macomber, 2001).

O EVI (Enhanced Vegetation Index) é um índice que utiliza a diferença entre a reflectância da luz vermelha, azul e infravermelha próxima para avaliar a saúde das plantas. Ele é particularmente útil para áreas com alta densidade de vegetação e pode ser usado para monitorar a produtividade agrícola e a saúde da vegetação em áreas urbanas (Huete, Liu, & Batchily, 1997).

Em relação a produtividade (Figura 14), o híbrido 12 teve um aumento de cerca de 54% a mais no sistema irrigado em relação ao sequeiro, mostrando a maior porcentagem de diferença entre os manejos. Camargo et al. (2021), em estudo sobre milho irrigado no Rio Grande do Sul, verificaram que a produtividade do milho verão foi em torno de 18 mil kg ha⁻¹ no sistema irrigado, e 3,3 mil kg ha⁻¹ em sequeiro, mostrando diferença de mais de 80% em relação aos manejos.

Os híbridos 22 e 23 apresentaram maiores resultados de produtividade em comparação aos demais, com um aumento de cerca de 30% na produtividade no sistema irrigado em relação ao sequeiro. Estes resultados corroboram com Silva et al. (2022), que relataram o comportamento da cultura do milho em sistemas de irrigação, com aumentos de produtividade entre 35 a 40%.

O híbrido 11, 13 e 19 não apresentaram diferença entre os sistemas de manejo. Já os híbridos 2 e 28 apresentaram melhores resultados no sistema sequeiro. De acordo com Oliveira et al. (2012) este acontecimento pode ser explicado pelas características genéticas dos híbridos.

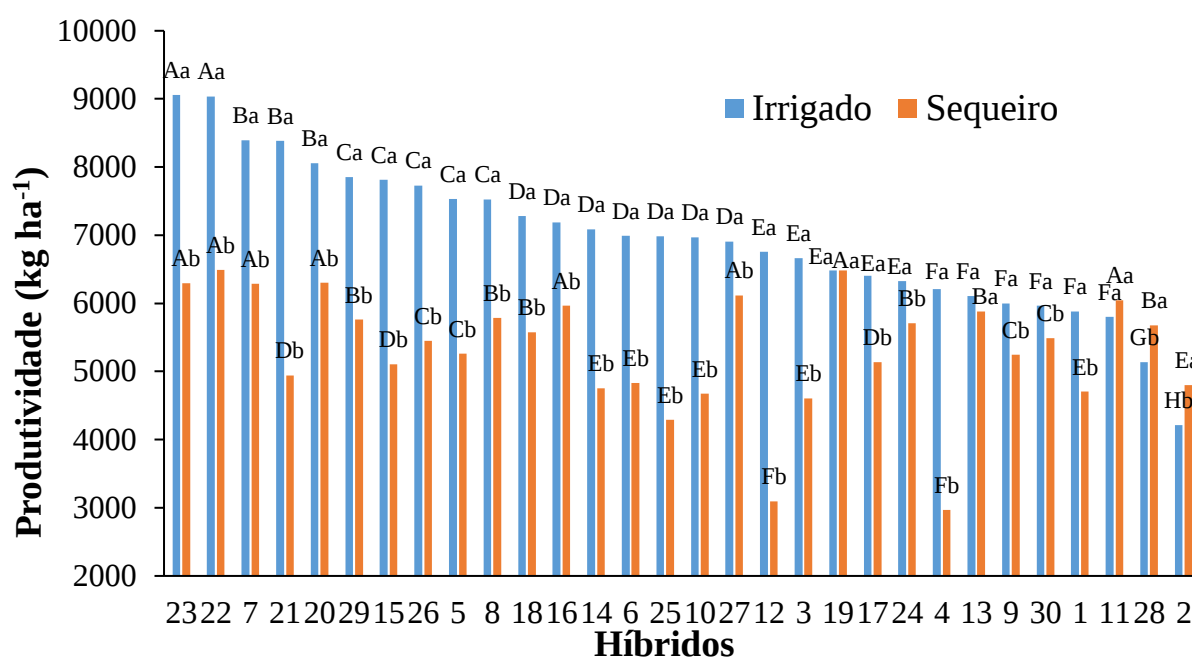


Figura 14. Produtividade (PROD) para diferentes híbridos e manejos de irrigação. Letras minúsculas iguais para manejos não diferem entre si. Letras maiúsculas iguais para os híbridos não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott.

Os híbridos que apresentaram as maiores produtividade foram os mesmo que apresentaram altos valores nos índices de vegetação NDVI e NDRE, nos demonstrando que a uma grande correlação entre essas variáveis. O estudo publicado na revista científica Plos One em 2021, intitulado "Relationship between vegetation indices and maize yield under different plant densities and nitrogen rates", também demonstram uma forte correlação positiva entre os índices de vegetação e a produtividade do milho. O mesmo estudo também concluiu que a utilização de índices de vegetação pode ser considerada uma ferramenta eficaz para avaliar o desempenho do cultivo de milho.

Os híbridos 22 e 23 foram os que apresentaram maiores produtividades no sistema sequeiro mas nem sempre apresentaram altos valores nas variáveis de aspecto agronomicos, nos mostrando também que nem sempre ter os maiores resultados em certas variáveis vai nos resultar em uma maior produtividade.

3. CONCLUSÃO

Para milho cultivado em segunda safra onde os índices pluviométricos são menores a utilização da irrigação proporciona melhores resultados na maioria dos híbridos testados.

Os híbridos com o pior desempenho são também os híbridos em que o ambiente irrigado não proporcionou bons resultados, fato que pode estar relacionado à características genéticas.

Os híbridos que apresentaram as maiores produtividade foram os mesmo que apresentaram altos valores nos índices de vegetação.

Os híbridos que apresentaram maior produtividade e melhor desenvolvimento no sistema irrigado foram os híbridos 22 e 23.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, M. C., SANTOS, M. L. dos, BARBOSA L. P., SILVA, L. S. da, & CARVALHO D. F. de. (2020). **Índices de vegetação na avaliação do vigor de plantas de milho sob diferentes níveis de água na região norte de Minas Gerais.** Irriga, 25(4), 708-722. <https://doi.org/10.15809/irriga.2020v25n4p708-722>
- BRITO, C. H.: **Desempenho agrônômico de híbridos de milho em função do manejo irrigado e sequeiro.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 12, n. 2, p. 128-138, 2013.
- BHERING, L. L. RBIO: **A tool for biometric and statistical analysis using the R Platform.** Crop Breeding and Applied Biotechnology, v.17, p.187-190, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/1984-70332017v17n2s29>.
- CAMPOS, J. M., SILVA, C. F., FERREIRA, E. A., & GUIMARÃES, C. T. (2021). **Genes reguladores do crescimento e o controle da altura da planta em milho.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, 20(1), 1-13.
- CHEN, X., Li, Y., Li, Z., ZHANG, Y., & Li, X. (2021). **Effects of irrigation during the critical period of maize ear development on grain yield and water use efficiency.** Agricultural Water Management, 244, 106568.
- CRUZ, J. C.; SILVA, G. H.; PEREIRA FILHO, I. A.; GONTIJO NETO, M. M.; MAGALHÃES, P. C. **Caracterização do cultivo de milho safrinha de alta produtividade em 2008 e 2009.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 9, n. 2, p. 177-188, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477>
- FAO. (2021). FAOSTAT. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 20 maio 2021.
- FERREIRA, D. F. **Estimativa da evapotranspiração de referência e da necessidade hídrica de milho irrigado na região de Lavras-MG.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 17, n. 9, p. 959-967, 2013. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662013000900006. Acesso em: 03 jun. 2023.
- GITELSON, A. A., KAUFMAN, Y. J., & MERZLYAK, M. N. (1996). **Use of a green channel in remote sensing of global vegetation from EOS-MODIS.** Remote sensing of Environment, 58(3), 289-298.
- GHASSEMI-GOLEZANI, K., LOTFI, R., & CHAICHI, M. R. (2017). **Effects of water stress on growth and yield of maize: A review.** Australian Journal of Crop Science, 11(2), 157-161.
- HUETE, A., LIU, H. Q., & BATCHILY, K. (1997). **A comparison of vegetation indices over a global set of TM images for EOS-MODIS.** Remote sensing of Environment, 59(3), 440-451
- KAPPES, C., DE CARVALHO, M. A. C., YAMASHITA, O. M., DA SILVA, J. A. N. **Influência do nitrogênio no desempenho produtivo do milho cultivado na segunda safra em sucessão à soja.** Pesquisa Agropecuária Tropical, p. 251-259, 2009.

LIU, J., LI, M., ZHANG, Q., ZHANG, X., & LI, H. (2021). **Identification of candidate genes associated with ear height in maize (*Zea mays* L.) using a genome-wide association study.** *BMC Plant Biology*, 21(1), 1-12.

LI, X., WANG, Z., LIU, S., LI, X., & LIU, H. (2021). **Evaluating the relationship between NDRE and NDVI and corn yield using unmanned aerial vehicle remote sensing.** *Journal of Applied Remote Sensing*, 15(2), 1-13.

MURENDO, C., IRMAK, S., & LENTZ, R. (2019). **Evaluating the potential of vegetation indices for monitoring maize yield variability in smallholder farming systems.** *Remote Sensing*, 11(19), 2215. doi: 10.3390/rs11192215

NUNES J. S., SILVA, A. F. da, SILVA, T. G. F., FERREIRA, R. L. F., SOUSA V. F. de, & LIMA, J. S. S. (2020). **Desempenho agrônomo de híbridos de milho em diferentes sistemas de cultivo.** *Revista Ciência Agronômica*, 51(2), e20195252. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20200029>

OLIVEIRA, A. C. **Desempenho de híbridos de milho em sistemas irrigados e de sequeiro no Cerrado brasileiro.** *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 11, n. 2, p. 188-197, 2012.

OLIVEIRA, C. A. S., SILVA, E. M. da, ALVES, M. C., & SOUZA, E. G. (2017). **Irrigação e seu impacto no crescimento e desenvolvimento das plantas.** *Revista International Journal of Development Research*, 7(12), 17790-17794.

OLIVEIRA, L. A., SILVA, T. G. F., SANTOS, R. C. A., FERREIRA, E. P. B., & OLIVEIRA, F. R. A. (2021). **Efeito da irrigação sobre características agrônômicas de híbridos de milho.** *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 20, e1098.

OLIVEIRA, C. A. S., SILVA, E. M. da, ALVES, M. C., & SOUZA, E. G. (2017). **Irrigação e seu impacto no crescimento e desenvolvimento das plantas.** *Revista International Journal of Development Research*, 7(12), 17790-17794.

Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental Campina Grande, PB – <http://www.agriambi.com.br> – <http://www.scielo.br/rbeaa> ISSN 1807-1929 v.26, n.9, p.688-694, 2022 *Brazilian Journal of Agricultural and Environmental Engineering*

ROUSE JR, J. W., HAAS, R. H., SCHELL I, J. A., & DEERING, D. W. (1974). **Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS.** In *Third Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium* (Vol. 1, pp. 309-317).

SANTOS, M. F. **Adaptação de híbridos de milho à irrigação por gotejamento em região semiárida.** *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 46, n. 1, p. 92-100, 2016. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/pat/article/view/38393>>. Acesso em: 03 jun. 2023.

SANTOS, M. S. **Desempenho de híbridos de milho em diferentes ambientes de produção.** *Revista Ceres*, v. 67, n. 5, p. 389-396, 2020.

SILVA, A. B., SANTOS, C. D., OLIVEIRA, E. F., & SOUZA, R. M. (2022). **Efeito da irrigação na produtividade de diferentes híbridos de milho.** *Revista Brasileira de Agricultura*, volume 28(2), páginas 123-136.

- 495 SILVA, F. C. A. **Desempenho de híbridos de milho com diferentes diâmetros de colmo em**
496 **função do nitrogênio.** Revista de Agricultura Neotropical, v. 7, n. 2, p. 1-8, 2021.
- 497 SILVA R. F. da, SILVA, J. A. da, SILVA, J. F. da, SILVA, C. L. da, & OLIVEIRA, L. C. de.
498 (2019). **Análise temporal de índices de vegetação em áreas de cultivo de milho irrigado e**
499 **de sequeiro no cerrado piauiense.** Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, 13(3), 1855-
500 1866. <https://doi.org/10.7127/rbai.v13n300727>
- 501 SILVA, M. S., SILVA, T. H. S., OLIVEIRA, J. S., & SANTOS, M. L. (2019). **Tecnologias de**
502 **produção para aumento da produtividade do milho.** In: Workshop sobre Tecnologias
503 Inovadoras para o Agronegócio – livro de resumos, p. 25.
- 504 SONG C., WOODCOCK, C. E., SETO, K. C., LENNEY, M. P., & MACOMBER, S. A. (2001).
505 **Classification and change detection using Landsat TM data: when and how to correct**
506 **atmospheric effects.** Remote sensing of Environment, 75(2), 230-244.
- 507 SOUSA, A. R. et al. **Desempenho de híbridos de milho sob diferentes regimes hídricos em**
508 **solos de cerrado.** Ciência Rural, v. 47, n. 11, p. e20170001, 2017.