



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

RICARDO GONÇALVES DE SOUZA FERNANDES

**APLICAÇÃO FOLIAR DE FERTILIZANTES E ESTIMULANTES HORMONAIS
EM DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS NOS COMPONENTES DE
RENDIMENTO DO MILHO**

AREIA

2024

RICARDO GONÇALVES DE SOUZA FERNANDES

**APLICAÇÃO FOLIAR DE FERTILIZANTES E ESTIMULANTES HORMONAIS
EM DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS NOS COMPONENTES DE
RENDIMENTO DO MILHO**

Trabalho de Graduação apresentado à
Coordenação do Curso de Agronomia do Centro
de Ciências Agrárias da Universidade Federal da
Paraíba, em cumprimento às exigências para a
obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Fabio Mielezrski

AREIA

2024

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

F363a Fernandes, Ricardo Goncalves de Souza.
Aplicação foliar de fertilizantes e estimulantes
hormonais em diferentes estádio fenológico nos
componentes de rendimento do milho / Ricardo Goncalves
de Souza Fernandes. - Areia, 2024.
34 f.

Orientação: Fabio Mielezrski.
TCC (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Zea mays. 2. Adubação foliar. 3. Estimulantes
hormonais. 4. Componentes de rendimento. I. Mielezrski,
Fabio. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 631/635 (02)

RICARDO GONÇALVES DE SOUZA FERNANDES

**APLICAÇÃO FOLIAR DE FERTILIZANTES E ESTIMULANTES HORMONAIS
EM DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS NOS COMPONENTES DE
RENDIMENTO DO MILHO**

Trabalho de Graduação apresentado à
Coordenação do Curso de Agronomia do Centro
de Ciências Agrárias da Universidade Federal da
Paraíba, em cumprimento às exigências para a
obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Aprovado em: 10/05/2024.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Fabio Mielezrski – Orientador
DFCA/CCA/UFPB

Documento assinado digitalmente



JOAO HENRIQUE BARBOSA DA SILVA
Data: 10/08/2024 11:48:46-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Me. João Henrique Barbosa da Silva
Examinador

Documento assinado digitalmente



JULIO SERGIO LEITE DA SILVA
Data: 09/08/2024 19:12:37-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Me. Júlio Sérgio Leite Silva
Examinador

Aos meus filhos, Davi Gonçalves e
Beti Gonçalves.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus avós Sr. Fernando Gonçalves e Vera Beti, por serem os responsáveis em plantar em meu coração essa paixão pelo campo, bem como por terem me influenciado positivamente na escolha desse curso que amo.

Aos meus pais, Ricardo de Almeida e Ana Paula Gonçalves, por me incentivarem e me apoiarem quando decidi cursar agronomia na cidade de Areia, e por terem me dado a possibilidade de me dedicar exclusivamente aos meus estudos ao longo destes anos.

A minha companheira Thaynara Gouveia e meus filhos Davi e Beti, por serem os incentivadores de tudo isso. Minha vida passou a ter razão com a chegada de vocês.

Aos meus irmãos, Conrado Gonçalves e Maria Eduarda, em especial a Conrado que é a pessoa em quem sempre me espelhei profissionalmente, pela sua garra e força de vontade de fazer acontecer.

A todas os Gonçalves de Souza e Almeida Fernandes, em especial ao meu tio Eduardo Gonçalves de Souza que compartilha da mesma paixão que eu pelo campo, e ao meu tio Luiz de Almeida Fernandes que mesmo distante, sempre me incentivou da sua maneira por ligações e vídeo chamadas.

Ao meu professor, orientador e amigo Fabio Mielezrski, um exemplo de profissional, que não mede esforços para contribuir com o desenvolvimento dos seus alunos, responsável por me vincular a cultura de milho e me apaixonar pela mesma. Por me dar apoio e incentivo para fazermos esse trabalho, e por todos os conhecimentos passados a mim durante todo esse tempo juntos.

Aos meus parceiros Rafael Leite e Carla Araújo, que me aceitaram como estagiário, e que foram responsáveis por me capacitar e contribuírem com meu conhecimento no dia a dia, dando assistência técnica aos produtores rurais de toda a Paraíba.

A Deus, por me dar forças e me manter de pé em todas as dificuldades as quais passei ao longo desses árduos anos.

RESUMO

O milho (*Zea mays* L.), é uma cultura importante para a economia brasileira, sendo extensivamente utilizado na alimentação humana e animal, podendo ainda ser utilizado como insumo na fabricação de dezenas de produtos, tais como farinhas, óleos e amido. De maneira agrônômica, o milho é muito exigente quanto a adubação, respondendo de forma positiva em níveis nutricionais adequados, sendo a prática de adubação foliar muito utilizada na cultura, buscando altos rendimentos e produtividade. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar os componentes de rendimento da cultura do milho em função do uso de fertilizantes e estimulantes hormonais via foliar sob diferentes estádios fenológicos. O experimento foi implantado na Fazenda Experimental Chã-de-Jardim, localizado em Areia, Estado da Paraíba, utilizado um delineamento de blocos casualizados com cinco tratamentos e quatro repetições. Utilizou-se quatro tratamentos constituídos por misturas de diferentes tipos de estimulantes hormonais em duas épocas de aplicação dos produtos (V4 e V9) e um tratamento controle. Foram avaliados o comprimento de espiga, diâmetro de espiga, número de fileiras por espiga, número de grão por espiga, peso de espiga, peso de mil grãos e a produtividade do milho. Os tratamentos não influenciaram os componentes de rendimento e produtividade da cultura do milho quando comparado com a testemunha, mostrando que não houve influência no genótipo utilizado.

Palavras-chave: *Zea mays*; adubação foliar; estimulantes hormonais; componentes de rendimento.

ABSTRACT

Corn (*Zea mays* L.) is an important crop for the Brazilian economy, being extensively used in human and animal nutrition, and can also be used as an input in the manufacture of dozens of products. Agronomically, corn is very demanding regarding fertilization, responding positively to the use of fertilizers and adequate nutritional levels, with the practice of foliar fertilization being widely used in the crop, seeking high yields and productivity. Therefore, the objective of this study was to carry out an experiment in relation to the use of hormones and foliar fertilization in corn crops, aiming to increase yield and productivity. The experiment was implemented in Chã do Jardim, located in Areia, state of Paraíba, using a randomized block design (DBC) with five treatments and four replications. Four treatments were used consisting of mixtures of different types of biostimulants at two times of application of the products (V4 and V9) and a control treatment. Ear length, ear diameter, number of rows per ear, number of grains per ear, ear weight, weight of a thousand grains and corn productivity were evaluated. The treatments did not influence the yield and productivity components of the corn crop when compared to the control, showing that there was no influence on the genotype used. T4 positively influenced higher values of number of grains per row.

Key words: *Zea mays*; foliar fertilization; hormonal stimulants; yield components.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Países com maior produção de milho em 2020	10
Figura 2- Morfologia da planta de milho	11
Figura 3- Morfologia da semente de milho	12
Figura 4- Fenologia do milho	13
Figura 5- Croquis do experimento	17
Figura 6- Plantadeira (A) e fertilizante, sementes utilizadas no plantio (B e C)	18
Figura 7- Área experimental (A) e adubação de cobertura no milho (B e C), respectivamente	18
Figura 8- Aplicação do produto em V4 (A) e V9 (B)	20
Figura 9- Comprimento de espiga	22
Figura 10- Diâmetro de espiga	23
Figura 11- Número de grãos por espiga	24
Figura 12- Número de grãos por fileira	25
Figura 13- Número de fileiras por espiga	26
Figura 14- Peso de espiga	27
Figura 15- Peso de mil grãos	28
Figura 16- Produtividade	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Escala fenológica da cultura do milho	12
Tabela 2- Atributos químicos do solo da área experimental	16
Tabela 3- Tratamentos constituídos por mistura de diferentes bioestimulantes aplicados nos diferentes estádios fenológicos	19

Sumário

1. INTRODUÇÃO	9
2.1 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA CULTURA DO MILHO	9
2.2 MORFOLOGIA E FENOLOGIA DA CULTURA DO MILHO.....	11
2.3 USO DA ADUBAÇÃO FOLIAR NA CULTURA DO MILHO.....	13
2.4 APLICAÇÃO FOLIAR DE ESTIMULANTES HORMONAIIS	14
3. MATERIAIS E MÉTODOS	15
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	15
3.2 ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO.....	15
3.3 CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS.....	16
3.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	16
3.5 MANEJO AGRONÔMICO.....	17
3.6 VARIÁVEIS ANALISADAS.....	20
3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5. CONCLUSÕES	29
REFERÊNCIAS	30

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.), é uma espécie de gramínea ao reino Plantae; divisão Anthophyta; classe Monocotyledonae; ordem *Poales*; família (Gramineae) e gênero *Zea*; espécie *Zea mays* L, de origem nativa do México e da América Central (DOEBLEY, 1990 apud SANTOS, 2010). É uma monocotiledônea pertencente à família Poaceae, que representa uma das culturas mais importantes para a economia brasileira, sendo extensivamente utilizado na alimentação humana e animal, destacando-se aves e suínos, seja na produção de ração ou de silagem (GARCIA et al., 2008).

O milho pode ser utilizado como insumo na fabricação de dezenas de produtos, entretanto, sua principal atuação é nas cadeias produtivas de suínos e aves, que consomem entre 70% e 80% da produção nacional (ARAÚJO; SILVA, 2021). Além disso, é utilizado na produção e biocombustíveis e plásticos, e culturalmente, exerce papel significativo na representatividade de um povo através da caracterização de comidas regionais, especialmente na região do nordeste brasileiro. Devido a suas características de exploração e de importância alimentar e nutricional, a produção de milho-verde surge como uma boa alternativa no âmbito da agricultura familiar, visto ser um produto de grande valor social e econômico (SOBRINHO et al., 2020).

No Brasil, 3º maior produtor mundial do grão, a produção de milho aumentou aproximadamente 75% nos últimos 22 anos e está estimada em 126 milhões de toneladas para safra 2022/2023, o que corresponde a 10,78% do quantitativo total produzido no mundo (SYNGENTA BRASIL, 2022). De acordo com o boletim da safra de grãos da Conab (2023), o Nordeste brasileiro é a 4ª região mais produtora de milho do Brasil, com uma produção na safra 2022/2023 de 11.892.400 toneladas, apresentado a Paraíba na 8ª posição, no ranking dos estados mais produtores do Nordeste brasileiro, com uma produção de 98,5 milhões de toneladas na mesma safra.

Diante do exposto, objetivou-se verificar os componentes de rendimento da cultura do milho em função do uso de fertilizantes e estimulantes hormonais via foliar sob diferentes estádios fenológicos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA CULTURA DO MILHO

O milho é uma das principais culturas agrícolas de importância no Brasil, com cultivo anual de aproximadamente 15 milhões de hectares, contribuindo para a produção de aproximadamente 84 milhões de grãos (CONAB, 2016). A importância econômica do milho está direcionada com diversas maneiras de utilização, como na alimentação animal, humana e na indústria, sendo utilizada como a principal matéria-prima para diversos produtos, tais como óleo, fubá, farelo e amido (GUARESCHIAT et al., 2013). Dessa forma, a utilização do milho está ligada especialmente em termos de produção, para produção de bebidas, combustíveis e alimentos, com bom potencial nutricional (MIRANDA, 2018).

No Brasil, o milho é cultivado por pequenos, médios e grandes produtores, com produção e consumo altamente abundante, fazendo com que o milho seja a terceira cultura responsável por gerar renda no país, sendo dessa forma, um dos segmentos principais do agronegócio do país. O Brasil se encontra como um dos maiores produtores de milho, sendo o segundo maior exportador do mundo, produzindo na safra 2021/2022 valores em 118 milhões de toneladas e 43,6 milhões de toneladas exportadas (USDA, 2021). Os principais países produtores de milho no ano de 2020 estão descritos na Figura 1.

Participação dos países na produção mundial de milho esperada para a safra 2020/21

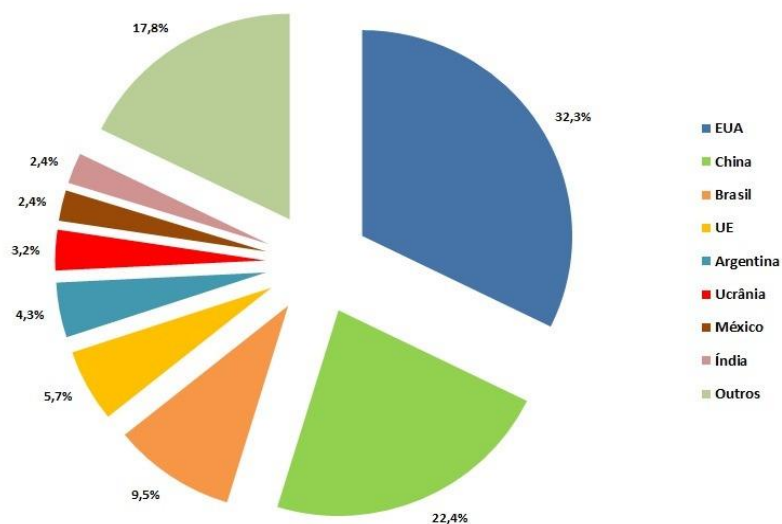


Figura 1: Países com maior produção de milho em 2020. **Fonte:** Agromove (2021).

Atualmente, os Estados Unidos (EUA) são considerados o maior produtor mundial de milho, sendo a maior parte de sua produção destinada para a produção de etanol, e o Brasil vem aproveitando esse resultado para crescer no mercado de exportação. Além disso, outros motivos também tornam o Brasil um país que vem ganhando destaque quanto a cultura do milho, como

por exemplo o aumento das áreas de cultivo e a utilização de tecnologias inovadoras (CONAB, 2017).

2.2 MORFOLOGIA E FENOLOGIA DA CULTURA DO MILHO

O milho pertence à família das Poaceae, gênero *Zea* e tribo Maydeae, sendo uma cultura anual, cespitosa, ereta e classificada no grupo de plantas C-4, apresentando ainda uma boa adaptação a diferentes condições edafoclimáticas. O milho apresenta caule cilíndrico do tipo colmo que pode chegar a 2 metros de altura, com formação de nós e entrenós, com folhas de maneira distribuída alternadamente na parte superior do caule. Algumas características morfológicas dessa cultura estão representadas na Figura 2.



Figura 2: Morfologia da planta de milho. **Fonte:** Depositphotos (2024).

As plantas de milho apresentam sistema radicular do tipo fasciculado, podendo chegar a profundidades que variam entre 1,5 a 3,0 metros de comprimento, além de possuírem raízes adventícias que ajudam na sua fixação e absorção de sais minerais (FORNASIERI FILHO, 2007). Após o estágio vegetativo, é observado o aparecimento do pendão e espiga, marcando o

estádio reprodutivo da planta. Além disso, a semente do milho é do tipo cariopse, sendo dividido em pericarpo, endosperma e embrião (gérmen) (FORNASIERI FILHO, 2007). As características da semente do milho estão apresentadas na Figura 3.

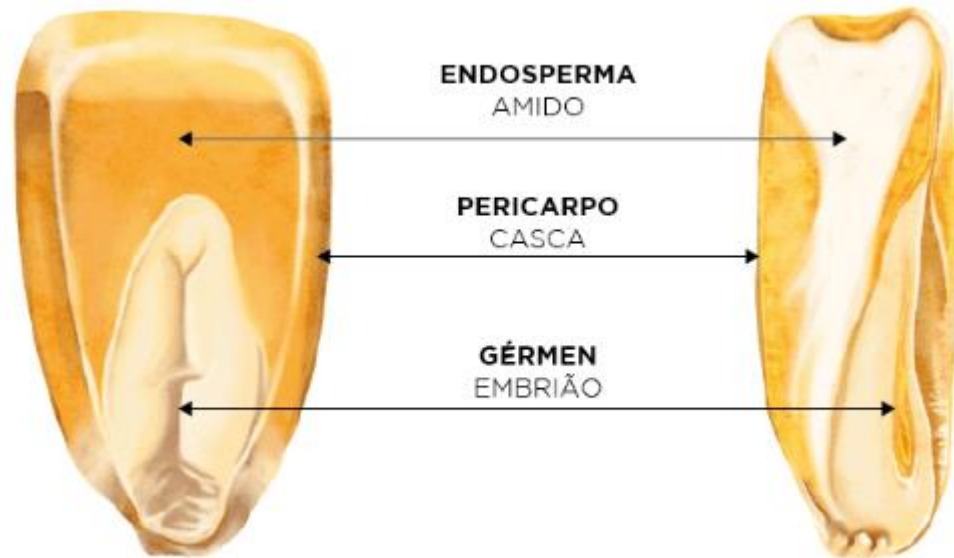


Figura 3: Morfologia da semente de milho. **Fonte:** Clube da pipoca (2023).

Além da morfologia, é importante entender a fenologia da planta do milho, pois o seu conhecimento ajuda na identificação do desenvolvimento da planta, permitindo relacionar esse desenvolvimento as condições ambientais. Na Tabela 1 e Figura 4, respectivamente, observe a fenologia do milho quanto a seus estádios de desenvolvimento (vegetativo e reprodutivo), sendo possível compreender cada etapa específica da planta.

Tabela 1: Escala fenológica da cultura do milho. **Fonte:** Fancelli (1986), adaptada de Ritchie e Hanway, 1982 e Nel & Smit, 1978.

Estádio	Caracterização do Estádio
	Fase Vegetativa
V0	V0 Germinação/emergência
V2	Emissão da 2ª folha
V4	Emissão da 4ª folha (1)
V6	Emissão da 6ª folha (2)
V8	Emissão da 8ª folha (3)
V12	Emissão da 12ª folha (4)
V14	Emissão da 14ª folha

	Fase Reprodutiva
VT	Emissão de pendão e abertura das flores masculinas
R1	Florescimento pleno (5)
R1	Grãos leitosos
R3	Grãos pastosos
R4	Grãos farináceos
R5	Grãos farináceos duros
R6	Maturidade Fisiológica (6)

Legenda: (1) Início da definição do potencial produtivo (2) Início da definição do número de fileiras não espiga (3) Início da definição da altura de planta e da espessura do colmo (4) Início da definição do número e tamanho de espiga (5) Início da confirmação da produtividade (6) máxima produtividade (máximo acúmulo de matéria seca) e máximo vigor da semente (aparecimento do ponto preto na base do grão).

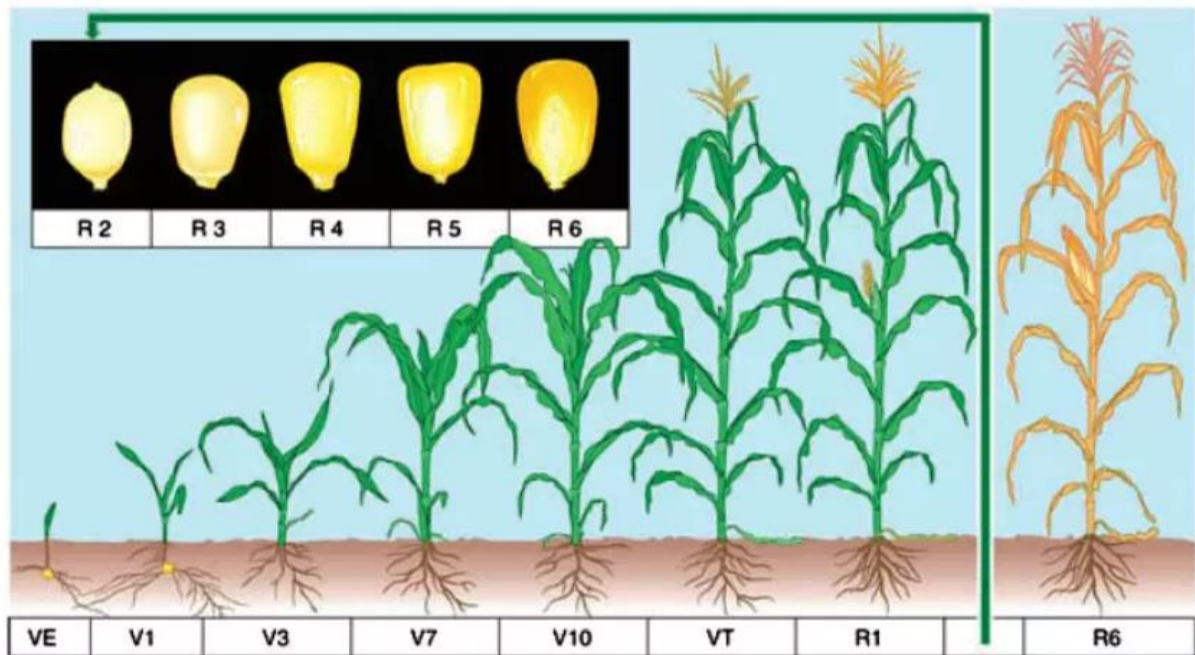


Figura 4: Fenologia do milho. **Fonte:** Zhao et al. (2011).

2.3 USO DA ADUBAÇÃO FOLIAR NA CULTURA DO MILHO

A adubação foliar é uma prática muito importante utilizada na cultura do milho. De acordo com Becari (2010), fazendo uso da adubação foliar para a cultura da cana-de-açúcar, por exemplo, o uso de adubos foliares em propriedades diferentes com micronutrientes têm apresentado resultados satisfatórios com uso dessa prática de aplicação, com resultados que

mostraram ser superior ao da testemunha. Nota-se que essa prática já é utilizada em diversas culturas, visto sua eficiência.

A adubação foliar pode ser uma técnica a ser utilizada com o intuito de corrigir as necessidades nutricionais das plantas, sendo necessário que seu uso seja de forma correta e segura, visando o aumento de custos e desperdícios. Dessa forma, a análise foliar da cultura se torna importante para detectar quais são as exigências nutricionais e deficiências que estão sendo apresentadas pela cultura.

O milho é muito exigente quanto a adubação, respondendo de forma positiva ao uso de fertilizantes e níveis nutricionais adequados, resultando em boa produtividade final (MORTATE et al., 2018). A utilização de tecnologias como o manejo da adubação foliar tem-se mostrado relevante, visto o aumento da produção da cultura quando utilizado essa técnica (DOURADO NETO et al., 2014). Na prática, a adubação foliar é considerada uma adubação complementar a adubação via solo, especialmente quando se quer uma complementação de nutrientes como o N, P e K (ALVES et al., 2022).

A adubação foliar é uma técnica conveniente e rápida, ajudando a melhorar as respostas ao mineral e o crescimento da planta, corrigindo possíveis deficiências nutricionais em estádios já avançados da cultura, diante do período de absorção e resposta (MORTATE et al., 2018). O uso da adubação foliar vem sendo uma forma eficiente de fornecimento de N para as plantas, e a ureia ajuda na absorção dos micronutrientes presentes na solução pulverizadas nas folhas, influenciando em melhor produtividade das plantas (BOARETTO et al., 1999).

2.4 APLICAÇÃO FOLIAR DE ESTIMULANTES HORMONAIIS

A aplicação foliar de estimulantes hormonais são técnicas importantes na agricultura moderna, ajudando de forma direta na produção e na qualidade das safras, visto ser um método em que consiste na pulverização de nutrientes diretamente nas folhas das plantas, ajudando numa maior e melhor absorção dos nutrientes, sendo uma técnica útil especialmente em situações em que são observadas deficiências nutricionais no solo ou durante estágios críticos de crescimento da planta (SHAHRAJABIAN et al., 2022).

Os estimulantes hormonais, por outro lado, são considerados como produtos que apresentam substâncias que imitam ou promovem a ação dos hormônios vegetais naturais, como por exemplo, a auxina, citocinina e giberelinas e, ao aplicar esses estimulantes nas

plantas, pode-se observar uma modulação no crescimento vegetal, estimulando o desenvolvimento radicular, aumentando a resistência a diferentes estresses abióticos e bióticos, e, melhoram a floração e a frutificação (JIANG & ASAMI, 2018; ALI & BALOCH, 2020; SHANAB & SHALABY, 2021).

Ao combinar a aplicação foliar com uso de estimulantes hormonais na cultura do milho, pode-se observar efeitos positivos, resultando em plantas mais vigorosas, com melhor desenvolvimento e maior produtividade (VEERAL & ABIRAMI, 2021). Além disso, a aplicação de estimulantes hormonais pode influenciar o processo de florescimento e formação de espigas de milho, aumentando o número e o tamanho dos grãos produzidos, melhorando de forma significativa a qualidade do rendimento e uniformidade das plantas, o que irá responder diretamente na produtividade da cultura, com maior qualidade (VEERAL & ABIRAMI, 2021).

Com base no exposto, é relevante ressaltar a importância de estudos sobre a aplicação foliar e uso de estimulantes hormonais na cultura do milho, e, portanto, investir em pesquisas nessa área permite aprimorar as técnicas existentes e compreender melhor os efeitos observados, proporcionando o embasamento para recomendações práticas aos agricultores e decisões sobre o manejo a ser utilizado.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi desenvolvido na Fazenda Experimental Chã-de-Jardim (06°57'46" S e 35°41'31" O e altitude de 600 m) no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, no município de Areia, Paraíba, Brasil, localizada na microrregião geográfica do Brejo paraibano.

3.2 ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO

Para a caracterização química da área experimental e recomendação da aplicação de calcário, foram coletadas X amostras simples de solos da camada de x-x cm, sendo posteriormente misturados em uma única amostra para análise de solo no Laboratório de Solos da Universidade Federal da Paraíba. Os solos da região em estudo são classificados como Latossolo Amarelo Distrófico Típico, de característica textural Franco Argilo Arenoso

(SANTOS, 2018). Os resultados dos atributos químicos do solo da área experimental são apresentados Na Tabela 2.

Tabela 2: Atributos químicos do solo da área experimental.

pH	P	K ⁺	Fe	Mn	Zn	Na ⁺	H+Al	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	MO
(Água)	mg dm ⁻³					cmolc dm ⁻³							g kg ⁻¹
5,9	0,99	36,11	-	-	-	0,03	5,28	0,20	2,74	0,96	3,83	9,11	36,32
6,30	1,89	37,07	-	-	-	0,04	3,81	0,09	3,78	2,32	6,23	10,04	31,01

P e K- Extrator Mehlich; MO- Matéria Orgânica; Al, Ca e Mg-KCl; H+Al- Acetato de cálcio.

3.3 CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS

A região do estudo possui um clima quente e úmido com chuvas de outono-inverno e precipitações médias anuais de 1.200 a 1.400 mm, sendo mais de 75% concentradas nos meses de abril e julho, com temperatura média anual oscilando entre 22 a 26 °C e umidade relativa do ar entre 75 a 87% (RIBEIRO et al., 2018). Durante a realização do experimento, foram coletados dados diários da precipitação pluviométrica (mm), temperatura máxima e mínima do ar e umidade relativa do ar (Figura X).

3.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC) com cinco tratamentos e quatro repetições.

A área experimental correspondia em 300 m², o qual foi dividida em quatro blocos, distribuídas ao acaso as cinco parcelas por bloco, correspondendo os quatro tratamentos com as misturas dos bioestimulantes e o tratamento controle. As parcelas de cada tratamento foram constituídas por quatro linhas (fileiras) de milho, delimitadas com tamanho de 3,3 m x 4,0 m (13,2 m²) e espaçamento de 0,80 m entre linhas, sendo considerada área útil apenas as duas linhas centrais (2,5 m²), desconsiderando as bordaduras.

Na Figura 5, observa-se o croquí da área experimental.

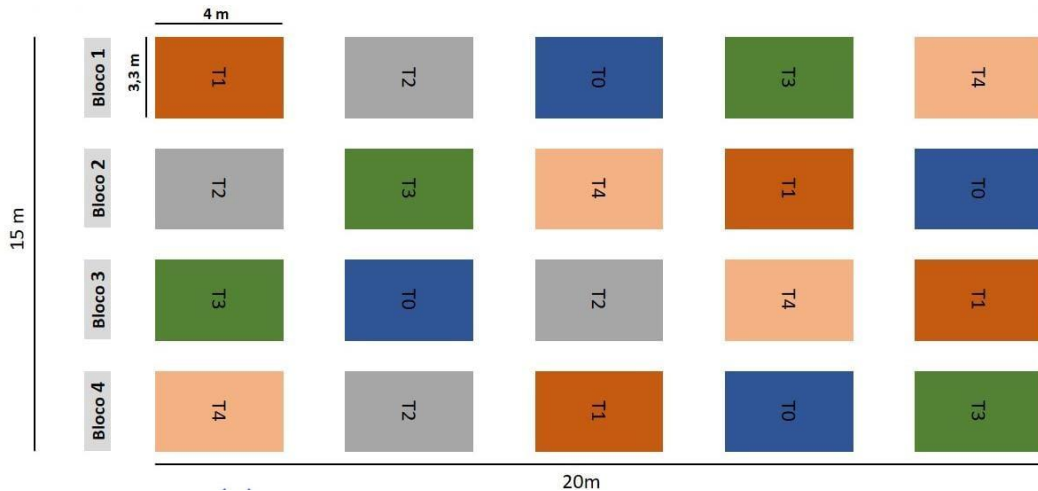


Figura 5: Croquis do experimento. **Fonte:** Própria (2024).

3.5 MANEJO AGRONÔMICO

Três meses antes do plantio foi realizado o preparo da área através da calagem, fazendo uso do calcário dolomítico com aplicação de 1 tonelada por hectare. Posteriormente, foi realizado o corte do solo com um trator e uma grade, em uma profundidade de 40cm. No plantio, utilizou-se uma plantadeira de pequeno porte e de fácil manuseio, realizando a semeadura e a adubação de fundação simultaneamente.

As sementes utilizadas no plantio foi a variedade B2800VYHR, no qual tem diversas tecnologias. Em fundação, utilizou-se o adubo fosfatado com a composição de 9-40-00, de modo que a plantadeira foi a campo regulada para distribuir 200Kg/He do mesmo (Figura 6). Além disso, foi utilizado para adubação de cobertura 500 kg ha⁻¹ via NPK, com concentração de 13-04-20, parcelada em 50% no estágio fenológico V4 e 50% no estágio fenológico V8. Na Figura 7, observa-se a plantadeira utilizada para realização da adubação de cobertura na cultura.



Figura 6: Plantadeira (A) e fertilizante, sementes utilizadas no plantio (B e C), respectivamente. **Fonte:** Própria (2024).



Figura 7: Área experimental (A) e adubação de cobertura no milho (B e C), respectivamente. **Fonte:** Própria (2024).

Utilizou-se quatro tratamentos constituídos por misturas de diferentes tipos de bioestimulantes (Tabela 3) em duas épocas de aplicação dos produtos (V4 e V9) e um tratamento controle.

Tabela 3: Tratamentos constituídos por mistura de diferentes bioestimulantes aplicados nos diferentes estádios fenológicos.

Tratamentos	Fase	Bioestimulantes minerais para aplicação via foliar				
		A	B	C	D	E
T0	-	Controle	Controle	Controle	Controle	Controle
T1	V4	1,0 L/ha	0,5 L/ha	1,0 L/ha	-	-
	V9	-	-	-	-	-
T2	V4	1,0 L/ha	0,5 L/ha	1,0 L/ha	-	-
	V9	-	0,5 L/ha	1,0 L/ha	-	-
T3	V4	1,0 L/ha	0,5 L/ha	1,0 L/ha	-	-
	V9	-	0,5 L/ha	1,0 L/ha	1,0 kg/ha	-
T4	V4	1,0 L/ha	0,5 L/ha	1,0 L/ha	-	-
	V9	-	0,5 L/ha	1,0 L/ha	1,0 kg/ha	1,0 L/ha

Legenda: **A** – Fosfato diamônico, fosfato monoamônico, cloreto de potássio, lignos-sulfanatos e água; **B** – Sulfato ferroso, solução de nitrato de zinco, água, hidróxido de potássio, proteínas hidrolizadas, octaborato de sódio, sulfato de manganês; **C** – Leonardita, ureia, hidróxido de potássio, nitrato de potássio, lignosulfonatos e água; **D** – Fosfato monopotássico, cloreto de potássio e antiempedante; **E** – Borato de monoetanolamina.

Os produtos foram misturados, diluídos e aplicados via foliar de forma manual com a utilização de pulverizador costal de 20 litros de capacidade (Figura 8).



Figura 8: Aplicação do produto em V4 (A) e V9 (B). **Fonte:** Própria (2024).

3.6 VARIÁVEIS ANALISADAS

A colheita do milho foi realizada de forma manual logo após os grãos atingirem a maturidade fisiológica, mais precisamente entre 8 e 10 dias após o estágio de desenvolvimento reprodutivo R6. Foram colhidas todas as espigas da área útil de cada parcela, desconsiderando a bordadura. Para avaliar os componentes de rendimento foram escolhidas aleatoriamente cinco espigas de cada parcela, a fim de mensurar as seguintes variáveis de produção:

Comprimento da espiga (CE): Foi obtido através da avaliação do comprimento médio das cinco espigas selecionadas da área útil de cada parcela, determinando o comprimento médio entre o primeiro e o último grão da linha mais longa da espiga despalhada. A medição foi realizada com o auxílio de uma trena graduada e os dados foram obtidos em centímetros (MIRANDA et al., 2018).

Diâmetro da espiga (DE): Foi obtido através da avaliação do diâmetro médio das cinco espigas selecionadas da área útil de cada parcela, com base na amostragem da posição média da espiga. A medição foi feita com o auxílio de um paquímetro digital e os dados foram obtidos em milímetros. (MIRANDA et al., 2018).

O número médio de fileiras por espiga (NFE), o número médio de grãos por fileiras (NGF) e o número médio de grãos por espiga (NGE) foram obtidos através da contagem visual realizada nas cinco espigas selecionadas da área útil de cada parcela (BRAME et al., 2018).

Peso médio da espiga (PE): Foi obtido através da avaliação do peso médio das cinco espigas selecionadas da área útil de cada parcela, com o auxílio de uma balança analítica;

Peso de mil grãos (PMG): Foi estimado seguindo a fórmula ($PMG = \text{PESO AMOSTRA} \times 1000 / \text{N}^\circ \text{ TOTAL DE SEMENTES}$), onde o peso da amostra foi obtido através da seleção e pesagem de 100 grãos retirados das cinco espigas selecionadas da área útil de cada parcela. Para essa seleção, todas as espigas de cada parcela foram debulhadas em debulhadora mecânica, eliminando da pesagem os grãos danificados e falhos, permanecendo apenas os grãos inteiros. Para a pesagem, utilizou-se uma balança de precisão em conjunto com um recipiente do tipo jarra.

Produtividade dos grãos (PROD): Foi obtido através da avaliação da produtividade de todas as espigas da área útil de cada parcela. As espigas foram debulhadas em debulhadora mecânica, sendo posteriormente pesadas e transformadas de g m^{-2} para kg ha^{-1} .

3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas utilizando o teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Todas as análises estatísticas foram realizadas usando o software R versão 4.3 (R CORE TEAM, 2020).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença estatística entre os tratamentos para a variável comprimento de espiga, sendo esta variável considerada de alta importância para a escolha de um material mais produtivo (Figura 9).

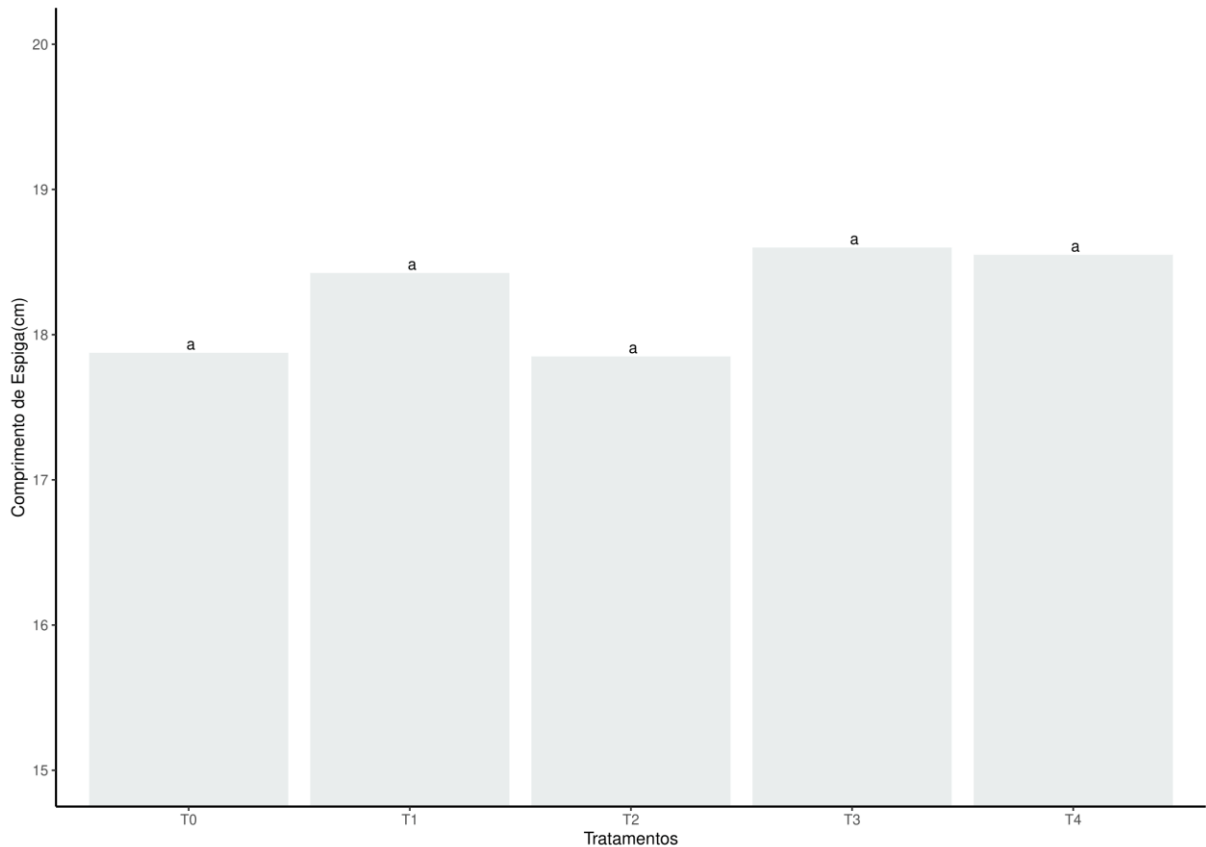


Figura 9: Comprimento de espiga. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Plantas de milho apresentaram comprimento da espiga inferior a 19 cm quando submetidos aos diferentes tratamentos utilizados no experimento, o que é algo negativo, tendo em vista que pode afetar a produtividade do milho, pois quanto maior for o comprimento da espiga, maior será o número de grãos a ser formado na espiga (GOES et al., 2012).

Assim como observado para o comprimento da espiga, não houve diferença estatística entre os tratamentos para o diâmetro da espiga, com valores inferiores a 19 mm (Figura 10).

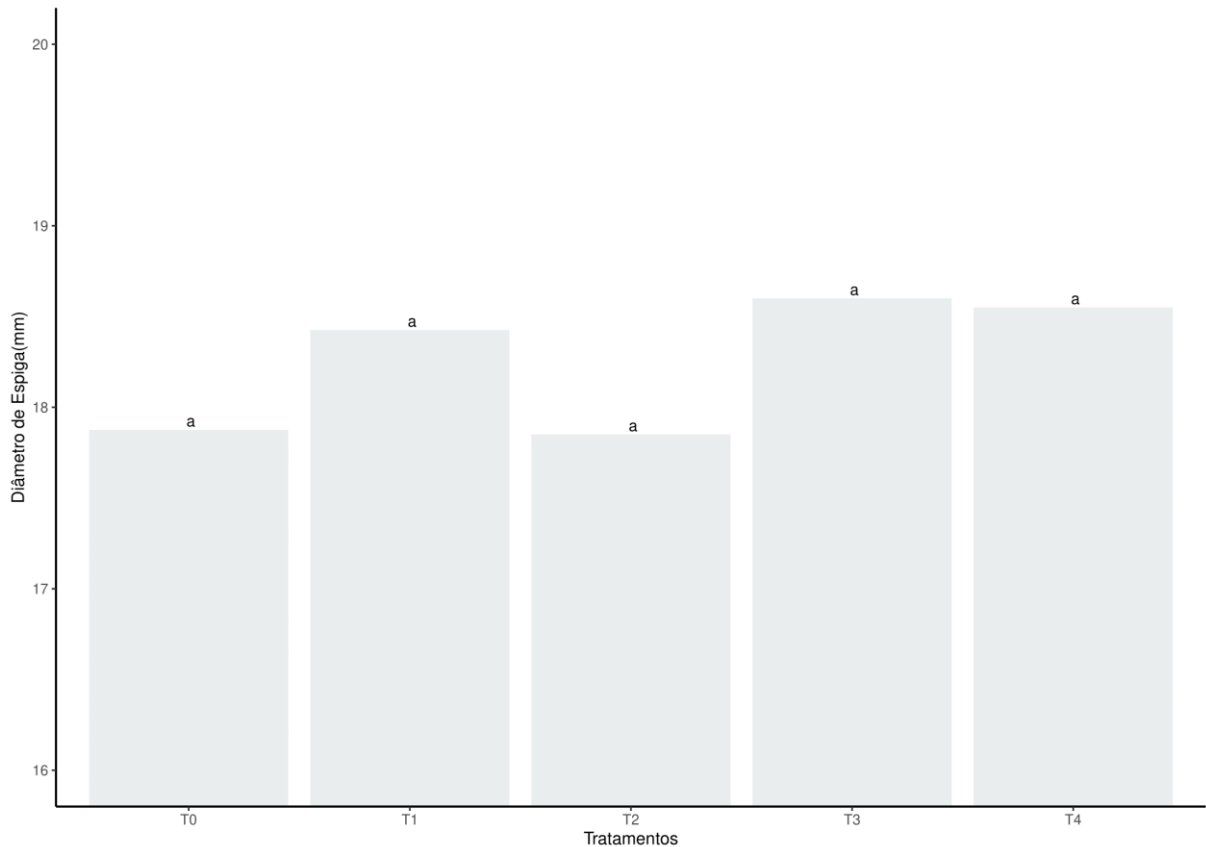


Figura 10: Diâmetro de espiga. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

De acordo com Fancelli e Dourado Neto (2000), o diâmetro de espiga apresenta forte relação com o genótipo. Além disso, o diâmetro de espiga tem relação direta com o número de fileiras de grãos por espiga, que também é influenciado pelo genótipo e com o enchimento de grãos (OHLAND et al., 2005). Os resultados aqui encontrados possivelmente estão associados a fatores genéticos das sementes, manejo agrônômico e as condições ambientais que as plantas de milho ficaram expostas durante o seu ciclo (MARTÍNEZ-GUTIÉRREZ et al., 2022).

Diferença estatística entre os tratamentos não foram observadas para a variável número de grãos por espiga, o qual apresentou correlação com o comprimento e diâmetro da espiga (Figura 11).

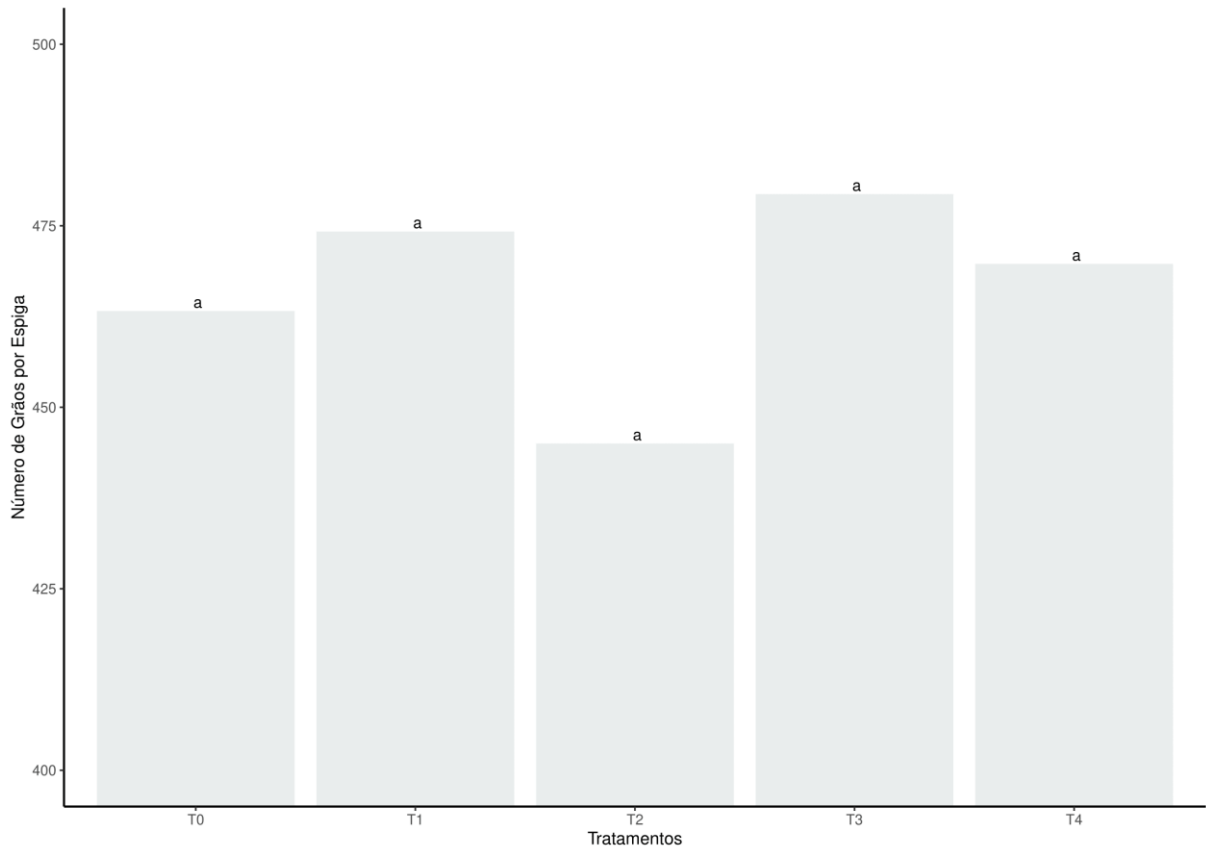


Figura 11: Número de grãos por espiga. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Os resultados encontrados neste estudo para o número de grãos por espiga são diferentes dos relatados por Cui et al. (2020), os quais encontraram resultados positivos no enchimento de grãos ao fazer uso de bioestimulantes, influenciando o número de grãos por espiga.

Neste estudo, o número de grãos por fileira apresentou diferença estatística entre os tratamentos, com melhores resultados observados para o T4 (30 grãos por fileira), diferente do T2 que obteve as menores médias entre os tratamentos (27 grãos por fileira) (Figura 12). Os demais tratamentos não diferiram entre si.

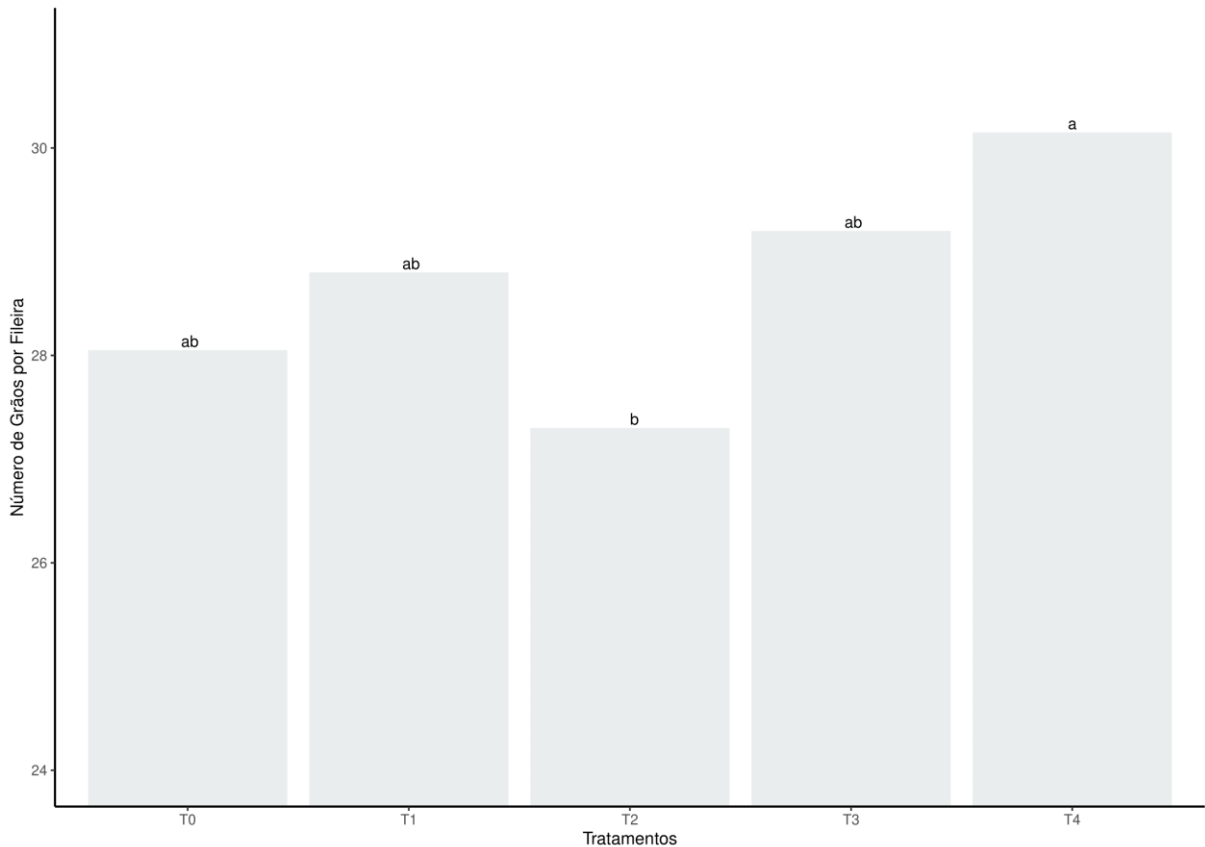


Figura 12: Número de grãos por fileira. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Possivelmente, o T4 apresentou maior intensificação, fazendo com que o número de grãos por fileira aumentasse, visto que o produto além de apresentar substâncias essenciais para um bom desempenho no crescimento e desenvolvimento vegetal, também ativa suas defesas quando estão em condições de estresse em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura (CHECKER et al., 2018).

Em suma, entende-se que o número de grãos por fileira no milho é um aspecto crucial da sua produtividade e qualidade, e essa característica afeta diretamente o rendimento da cultura e, por conseguinte, a rentabilidade para os agricultores. Besen et al. (2018) ao estudarem a produtividade do milho, observaram que as variáveis de rendimento se correlacionaram, exceto para o número de fileira por espiga, diferindo dos resultados encontrados neste estudo.

Diferença estatística não foi observada entre os tratamentos para a variável número de fileiras por espiga (Figura 13).

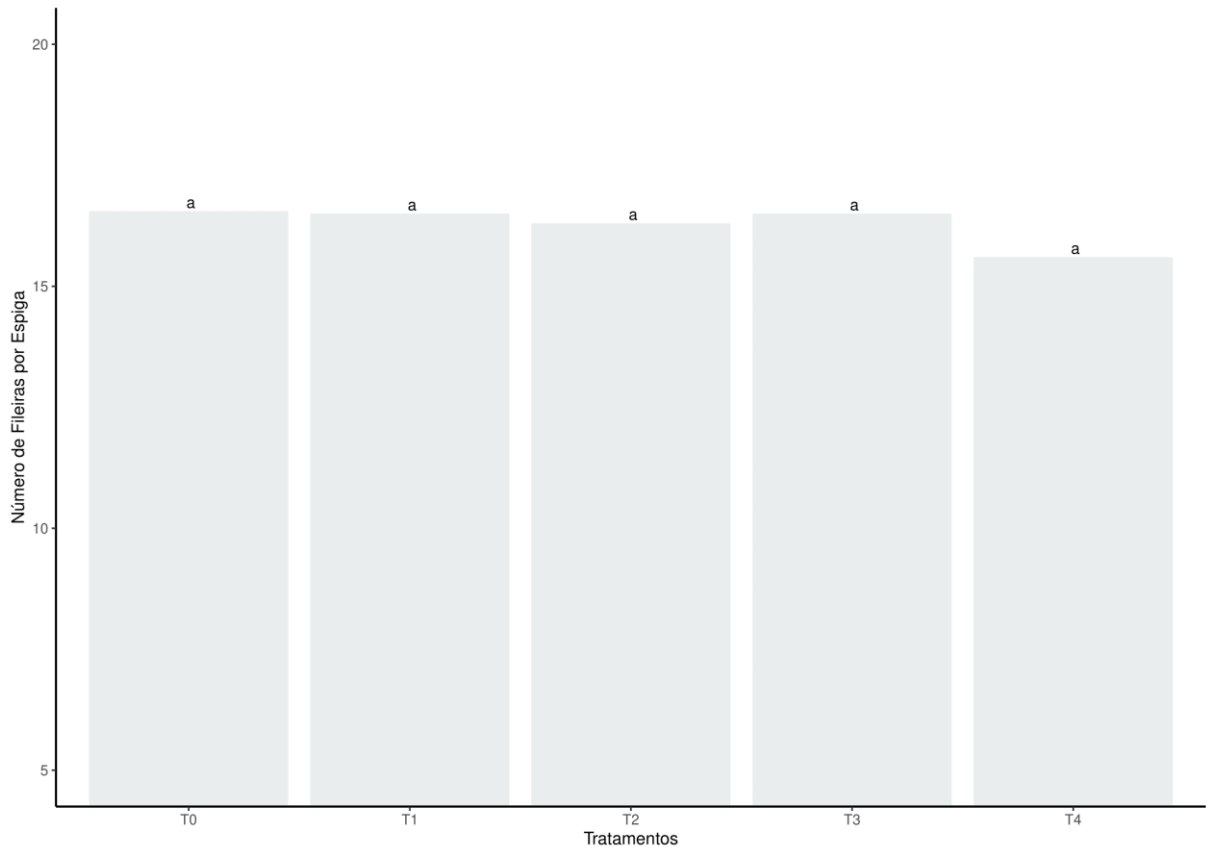


Figura 13: Número de fileiras por espiga. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

O número de fileiras por espiga no milho é uma característica importante que pode afetar tanto a produção quanto a qualidade dos grãos, além de desempenhar um papel importante na adaptação ao ambiente e nas preferências do mercado. No entanto, os tratamentos não influenciaram no número de fileiras por espiga quando comparado a testemunha.

Assim como a maioria das variáveis, também não se observou diferença estatística entre os tratamentos para o peso de espiga (Figura 14). Segundo Mohammadi et al. (2003) e Silva et al. (2003), o peso dos grãos e o número de grãos por espiga são componentes essenciais na predição do peso da espiga. Além disso, de acordo com Entringer et al. (2014), o volume da espiga e dos grãos apresentam relação com o peso da espiga, e, nesse sentido, essa variável é influenciada por esses componentes.

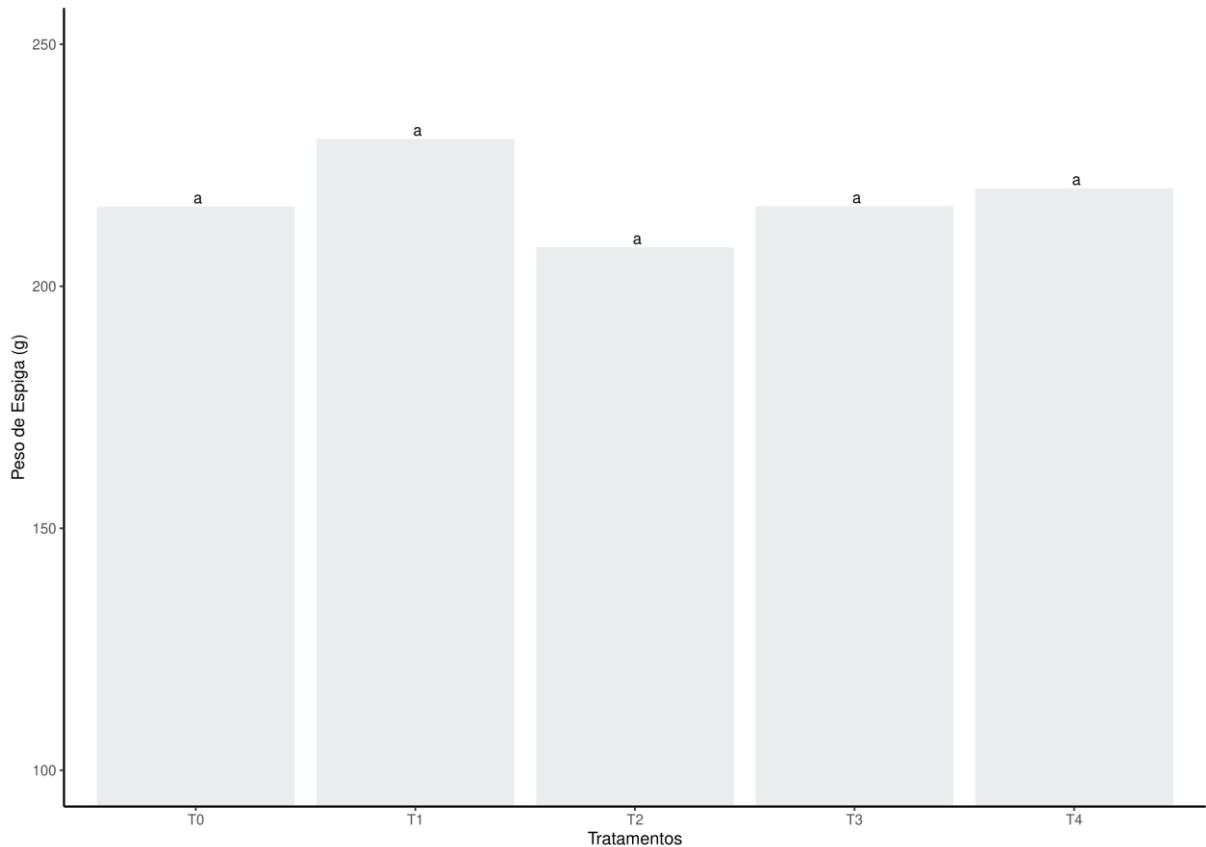


Figura 14: Peso de espiga. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

O peso de mil grãos não foi influenciado entre os tratamentos utilizados, de modo que não houve diferença estatística quando comparado com a testemunha (Figura 15). O peso de mil grãos é uma variável que se destaca e merece ser estudada, especialmente por apresentar contribuição para a diversidade da população e representam atributos ligados diretamente com o produto de interesse econômico e, conseqüentemente, influenciam no rendimento de grãos (LIMA et al., 2020). Os resultados encontrados neste estudo apontam que os tratamentos não influenciaram no peso de mil grãos do milho, o que por consequência, acarreta em reduções na produtividade da cultura.

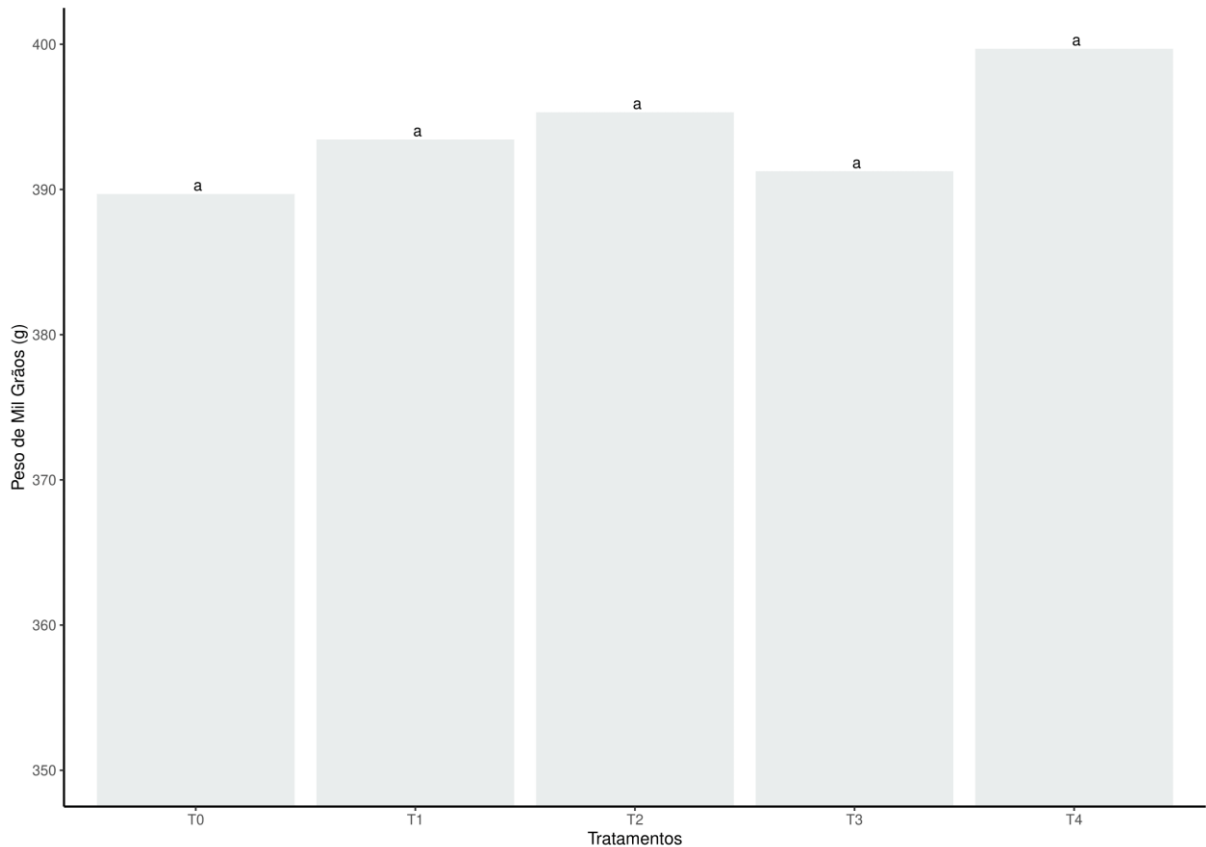


Figura 15: Peso de mil grãos. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

A produtividade da cultura do milho não foi influenciada pelos tratamentos utilizado neste estudo, não havendo, portanto, diferença estatística quando comparado com a testemunha (Figura 16). Os resultados obtidos neste estudo se mostraram inferiores quando comparado ao rendimento médio no Brasil para o ano de 2022 ($5,2 \text{ t ha}^{-1}$), no entanto, quando comparado ao estado da Paraíba, que em 2022 obteve uma média de 751 kg ha^{-1} , os resultados obtidos neste estudo apontam ter uma boa expectativa (IBGE, 2022).

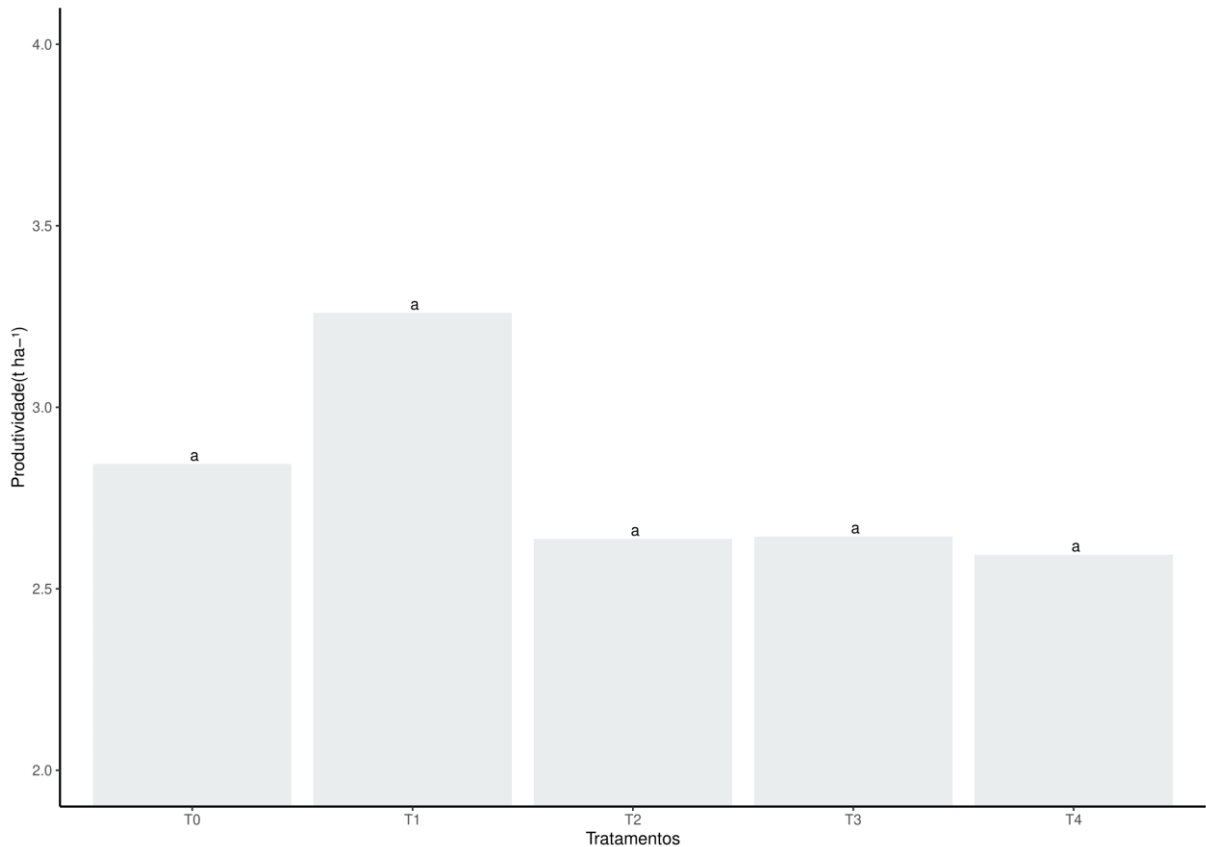


Figura 16: Produtividade. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

No Estado da Paraíba, a baixa produtividade de milho pode estar relacionada diretamente a diversas causas, contudo, o principal e mais notório é a falta de tecnologia nos cultivos. Além disso, o estado da Paraíba é marcado por poucos agricultores que fazem análise de solo antes de realizar os cultivos, buscando correção e adubação do solo com base na sua fertilidade, podendo estar atrelado ao alto custo dos fertilizantes sintéticos, que acaba por limitar os agricultores de sua procura (CARMO, 2023).

5. CONCLUSÕES

Os tratamentos não influenciaram os componentes de rendimento e produtividade da cultura do milho quando comparado com a testemunha, mostrando que não houve influência no híbrido utilizado.

REFERÊNCIAS

AGROMOVE. **Cultura do milho e sua importância na atualidade**. 2021. Disponível em: <https://blog.agromove.com.br/milho-importancia/>. Acesso em: 01 de março de 2024.

ALBUQUERQUE, P. E. P. **Manejo de irrigação na cultura do milho**. Embrapa **Milho e Sorgo**. Sistema de Produção, 1 ISSN 1679-012X Versão Eletrônica - 6ª edição Set./2010.

ALI, S.; BALOCH, A. M. Overview of sustainable plant growth and differentiation and the role of hormones in controlling growth and development of plants under various stresses. **Recent Patents on Food, Nutrition & Agriculture**, v. 11, n. 2, p. 105-114, 2020.

ARAÚJO, A.; SILVA, Y. T. C. Avaliação do ciclo de vida agrícola de cultivos orgânico, convencional e transgênico de milho: potenciais impactos ambientais. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 15, n. 4, p. 1-18, 17 dez. 2021.

BECARI, G. R. G. **Resposta da Cana-Planta à Aplicação de Micronutrientes**. 2010. p.79. Dissertação, (Agronomia) – IAC, Campinas.

BESEN, M. R et al. Fontes minerais de nitrogênio na sucessão milho-trigo em sistema de plantio direto. **Journal of Agronomic Sciences**, v. 7, p. 87-102, 2018.

BOARETTO, A. E et al. Fertilização foliar de nitrogênio para laranjeira em estágio de formação. **Scientiae Agricola**, v. 56, n. 3, 1999.

CARMO, E. V. B. **Uso de plantas de cobertura na produtividade do milho no brejo paraibano**. 2023. 42f. TCC (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2023.

CHECKER, V. G et al. “Role of phytohormones in plant defense: signaling and cross talk” in **Molecular Aspects of Plant Pathogen Interaction**, eds A. Singh and I. Singh (Singapore: Springer), p. 159–184, 2018.

COELHO, A. M. **Nutrição e Adubação do Milho**. Circular Técnica 78: Embrapa, Sete Lagoas, p. 1-10, dez. 2006.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. 8 ed. Brasília: Conab, 2016. 166 p.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. v. 4 - Safra 2016/17, n.12 - Décimo segundo levantamento, setembro 2017.

CONAB. **Safra Brasileira de Grãos**: boletim da safra de grãos. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/safra-graos>. Acesso em: 04 out. 2023.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; ALBUQUERQUE FILHO, M. R. **Milho**: espaçamento e densidade. 2021. Embrapa Milho e Sorgo. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/producao/plantio/espacamento-e-densidade>. Acesso em: 03 out. 2023.

CUI, W. et al. Effects of gibberellin (GA4+ 7) in grain filling, hormonal behavior, and antioxidants in high-density maize (*Zea mays* L.). **Plants**, v. 9, n. 8, p. 978, 2020.

ENTRINGER, G. C et al. Correlação e análise de trilha para componentes de produção de milho superdoce. **Revista Ceres**, v. 61, n. 3, p. 356-361, 2014.

FANCELLI, A. L. **Plantas Alimentícias**: guia para aula, estudo e discussão. Piracicaba: USP/ESALQ, 1986. 131 p.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, v. 2, p. 360, 2000.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, p. 576, 2007.

GARCIA, J. C et al. Aspectos econômicos da produção e utilização do milho. In: CRUZ, J. C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M. A. R.; MAGALHÃES, P. C. (Ed.). **A cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. cap. 1, p. 21-46.

GOES, R. J. et al. Nitrogênio em cobertura para o milho em sistema plantio direto na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 11, n. 2, p. 169-177, 2012.

GUARESCHI, R. F.; PERIN, A.; GAZOLLA, P. R. Produtividade de milho submetido à aplicação de ureia revestida por polímeros. **Global Science and Technology**, v. 7, n. 2, p.1-7, 2013.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção de milho em grão**. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/milho-em-grao/br>. Acesso em: 15 de abril de 2024.

JIANG, K.; ASAMI, T. Chemical regulators of plant hormones and their applications in basic research and agriculture. **Bioscience, biotechnology, and biochemistry**, v. 82, n. 8, p. 1265-1300, 2018.

LANDAU, E. C.; MAGALHÃES, P. C.; GUIMARÃES, D. P. **Milho**: relações com o clima. 2021. Embrapa Milho e Sorgo. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/pre-producao/caracteristicas-da-especie-e-relacoes-com-o-ambiente/relacoes-com-o-clima#:~:text=A%20temperatura%20ideal%20para%20o,gr%C3%A3os%20na%20temperatura%20de%2021%C2%BAC..> Acesso em: 11 out. 2023.

LIMA, B. C. et al. Diversidade genética em acessos de milho crioulo. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 10, p. 82712-82726, 2020.

MARTÍNEZ-GUTIÉRREZ, A. et al. Yield of corn hybrids in response to foliar fertilization with biostimulants. **Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas**, v. 13, n. 2, p. 289-301, 2022.

MIRANDA, R. A. Uma história de sucesso da civilização. **A Granja**, v. 74, n. 829, p. 24-27, 2018.

MOHAMMADI, S. A et al. Sequential path model for determining interrelationship among grain yield related characters in maize. **Crop Science**, v.43, n.5, p.1690-1697, 2003.

MORTATE, R. K. et al. Resposta do milho (*Zea mays* L.) à adubação foliar e via solo de nitrogênio. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 5, n.1, p. 1-6, 2018.

NEL, P.C.; SMITH, N.S.H. Growth and development stages in the growing maize plant. **Farming in South Africa**, p.1-7, 1978.

OHLAND, R. A. A. et al. Culturas de cobertura do solo e adubação nitrogenada no milho em plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, p. 538-544, 2005.

RIBEIRO, J. E. S et al. Seasonal variation in gas exchange by plants of *Erythroxylum simonis* Plowman. **Acta Botanica Brasilica**, v. 32, p. 287-296, 2018.

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J. **How a corn plant develops**. Ames: Iowa State University, 1982. 21p. (Special Report, 48).

SANTANA, D. P. et al. **Milho**: relações com o solo. 2021. Embrapa Milho e Sorgo. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/pre-producao/caracteristicas-da-especie-e-relacoes-com-o-ambiente/relacoes-com-o-solo>. Acesso em: 10 out. 2023.

SANTOS, C. E. W. **Desempenho de híbridos de milho de alto e médio potencial produtivo**. 2010. 48 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2010.

SANTOS, H. G et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5ª ed., rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018, 356p.

SHAHRAJABIAN, M. H et al. Foliar application of nutrients on medicinal and aromatic plants, the sustainable approaches for higher and better production. **Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 11, n. 1, p. 1-10, 2022.

SHANAB, S. M.; SHALABY, E. A. Production of plant hormones from algae and its relation to plant growth. **Plant growth-promoting microbes for sustainable biotic and abiotic stress management**, p. 395-423, 2021.

SILVA, P. S. L et al. Efeitos da aplicação de nitrogênio e densidades de plantio sobre os rendimentos de espigas verdes e de grãos de milho. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 3, p. 452-455, 2003.

SOBRINHO, C. A et al. A cultura do milho-verde e sua importância socioeconômica. In: SOUSA, V. F. (ed.). **Cultivo do milho-verde irrigado na Baixada Maranhense**. Embrapa Cocais, 2020. p. 15-18.

SYNGENTA BRASIL. **Milho**: maior cultura agrícola produzida no mundo. 2022. Disponível em: <https://portal.syngenta.com.br/noticias/milho-maior-cultura-agricola-produzida-no-mundo/>. Acesso em: 11 out. 2023.

USDA.UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Grain: World Markets and. Trade; Production, Supply and Distribution (PSD). Online**. 2021. Disponível em: [//apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/home](https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/home). Acesso em: 01 de março de 2024.

VEERAL, D. K.; ABIRAMI, G. Effects of liquid organic manures on growth, yield and grain quality of sweet corn (*Zea mays* convar. *sacharata* var. *rugosa*). **Crop Research**, v. 56, n. 6, p. 295-300, 2021.