Curso de:

Agronomia

Trabalho de Conclusão de Curso:

Efeitos de doses de fertilizante foliar no milho segunda safra

Autor:

João Victor Rodrigues Nogueira

Orientador:

Gentil Cavalheiro Adorian

Palmas - TO

2022

UniCatólica

JOÃO VICTOR RODRIGUES NOGUEIRA

EFEITOS DE DOSES DE FERTILIZANTE FOLIAR NO MILHO SEGUNDA SAFRA

Monografia apresentada ao curso de graduação em Agronomia do Centro Universitário Católica do Tocantins (UniCatólica), como requisito parcial para a de título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Gentil Cavalheiro Adorian.

PALMAS - TO
2022

UniCatólica

Centro Universitário Católica do Tocantins

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC

Aos (05) dia do mês de dezembro de 2022, no Centro Universitário Católica do Tocantins, Campus de Ciências Agrarias e Ambientais às 18 h:30 realizou-se a Defesa de Trabalho de TCC do (a) aluno (a) João Victor R. Nogueira, do Curso de Agronomia, intitulada: Efeitos de doses de fertilizante foliar no milho 2° safra realizada sob a orientação do(a) Professor(a) orientador(a) Gentil Cavalheiro Adorian e tendo como banca avaliadora, os professores relacionados abaixo.

Pelo trabalho, tendo sido considerado (a) APROVADO. Nada mais tendo a constar, assinam esta Ata o (a) professor (a) orientador (a) e os demais componentes da banca examinadora.

Prof. Doutor Gentil Cavalheiro Adorian
Orientador

Prof.° Doutora Roberta Zani da Silva
Avaliador (1)

Prof. Alexandre Almeida Barreto dos Santos
Avaliador (2)

AGRADECIMENTOS

À Deus por guiar todos os meus passos.

Aos meus pais Claudete Moraes Nogueira e Ivo Rodrigues Nogueira, pelos incentivos, e apoio, pelo amor e carinho incondicionais dedicados.

A minha esposa Daniela Oliveira Pinheiro e ao meu filho Pietro Nogueira Pinheiro, pela compreensão, pelo amor e o carinho, dedicação, e por tudo que faz, você realmente é da faculdade pra Vida.

Aos meus irmãos pela amizade, carinho, companheirismo e afeto compartilhados.

Ao meu orientador Prof. Dr Gentil Cavalheiro Adorian pela confiança, pelos ensinamentos transmitidos durante todo curso e na elaboração deste estudo, pelo apoio, incentivo, e amizade.

A minha orientadora Prof.ª Dr.ª Valdirene Cassia pelos ensinamentos, pelas dúvidas sanadas, pelas orientações repassadas e por toda dedicação.

Aos demais mestres e professores, que contribuíram durante todo o meu processo de formação, minha eterna gratidão sem vocês não seria possível realizar essa conquista.

RESUMO

Referências: NOGUEIRA, João Victor Rogrigues, **Efeitos de doses de fertilizante foliar no milho segunda safra**, 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia) - Centro Universitário Católica do Tocantins (Unicatólica), Palmas-TO, 2022.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a resposta de plantas de milho na segunda safra, quanto aos efeitos do uso de fertilizante foliar, Cellerate®. O experimento foi realizado em campo, na Fazenda Santo Antônio do Prata, localizada no município de Marianópolis do Tocantins, conduzido em um delineamento em faixas, com cinco tratamentos e quatro repetições, totalizando 20 parcelas. Os tratamentos utilizados foram: T1= testemunha; T2=100ml, T3=200 ml; T4=300 ml, e T5=400 ml, os quais foram aplicados por pulverizador, conforme a especificação do produto, a cultivar de milho utilizada foi o híbrido Brevant B2612PWU. Os parâmetros avaliados foram: altura de planta (AP), número de fileiras (NF), número de grãos (NG), e produtividade (PROD). Houve diferença significativa entre doses do fertilizante foliar somente para a produtividade de grãos do milho, as demais variáveis altura de planta, número de fileiras por espiga e número de grãos por fileira não foram observadas diferenças.

Palavras- chave: *Zea mays*; Nutrição; Adubação foliar.

ABSTRACT

References: NOGUEIRA, João Victor Rodrigues, **Effects of foliar fertilizer doses on corn second crop**, 2022. Course Completion Work (Agronomy) - Centro Universitário Católica do Tocantins (Unicatólica), Palmas -TO, 2022.

The aim of this work was to evaluate the response of corn plants in the second harvest, regarding the effects of the use of foliar fertilizer Cellerate®. In the field at Fazenda Santo Antônio do Prata, located in the municipality of Marianópolis do Tocantins, the experiment was conducted in a striped design, in a factorial scheme with five treatments and four replications, totaling 20 plots. The treatments used were: T1= control; T2=100ml, T3=200 ml; T4=300 ml and T5=400 ml, which were applied by sprayer, according to the product specification, the corn cultivar used was the hybrid Brevant B2612PWU. The evaluated parameters were: plant height (AP), number of rows (NF), number of grains (NG), and productivity (PROD). There was a significant difference between doses of foliar fertilizer only for corn grain yield, the other variables plant height, number of rows per ear and number of grains per row, no differences were observed.

Keywords: *Zea mays*; Nutrition; Foliar fertilization.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Estádios vegetativo e reprodutivos do milho 10

Tabela 2- Macro nutrientes e suas principais funções 12

Tabela 3 - Micronutrientes e suas principais funções.....13

Tabela 4 - Fatores que influenciam na eficácia da adubação foliar.....15

Tabela 5 - Características físico-químicas do solo de cada área (faixa) utilizada no experimento.....16

Tabela 6 - Tratamentos e repetições.....16

Tabela 7- Média das variáveis avaliadas para 3 amostras.....17

Tabela 8 - Valores de quadrados médios das variáveis altura de planta (AP), número de fileiras por espiga (NFE), número de grãos por fileira (NGF) e produtividade (PROD).....21

Tabela 9 - Correlação de Pearson entre produtividade e saturação por bases (V), relação Ca/CTC, relação K/CTC e acidez potencial (H + Al) 22

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 8
2 REFERENCIAL TEÓRICO 9
2.1 A CULTURA DO MILHO 9
2.2 FENOLOGIA DO MILHO 10
2.3 NUTRIÇÃO DE PLANTAS 11
2.4 ADUBAÇÃO FOLIAR 14
3 MATERIAL E MÉTODOS 16
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 22
5 CONCLUSÃO 25
REFERÊNCIAS 26

1 INTRODUÇÃO

O milho é encarregado por cerca de 40% da produção de grãos no país e o seu cultivo é realizado nas diversas regiões brasileiras, principalmente nas regiões de cerrado, sendo que o grande índice de produção está relacionado a fatores tais como manejo correto, tratamento apropriado e sementes de boa qualidade (FERREIRA, 2016).

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), no estado do Tocantins na safra 2021/22 a área plantada foi de 365,1 mil hectares de milho, a produtividade alcançada 1.735,5 $kg.ha^{-1}$ a 4.754 $kg.ha^{-1}$. Em todo o país a colheita do milho segunda safra alcançou uma produção superior a 87 milhões de toneladas, comparado a safra anterior representa um aumento de 44%.

A produção de milho cresceu 2,8%, um novo recorde, chegando a 104,0 milhões de toneladas, que geraram R$ 73,949 bilhões, 55,4% a mais do que em 2019. Pela primeira vez desde 2008, o valor de produção do milho superou o da cana de açúcar (R$ 60,8 bilhões) (BARROS, 2020).

As aplicações com fertilizantes foliares vem se expandindo de modo significativo não só no Brasil, como também no exterior. Isso se deve também às necessidades dos produtores na busca por ganhos em produção e financeiros (OLIVEIRA, 2021).

Segundo Vieira (2021), no ano de 2019 o ramo da nutrição vegetal, ampliou-se em 7% comparado ao ano anterior e, nos últimos cinco anos, o setor brasileiro de fertilizantes foliares cresceu 55%.

O provimento de fertilizantes via foliar é uma estratégia que apresenta resultados contrastantes, que normalmente interagem nas formas de aplicação, composição química dos produtos, estágios vegetativos da cultura e quantidade de aplicações.

Devido à grande demanda do mercado agrícola por insumo e tecnologias nas diferentes áreas da nutrição de plantas e adubação, este estudo se justifica tendo em vista que a adubação foliar no milho é uma técnica moderna que se destaca, como uma atividade que complementa e suplementa a necessidade do vegetal, estimulando geneticamente e no melhoramento da semente.

Diante desse contexto, este trabalho teve objetivo avaliar os efeitos de doses de fertilizante foliar no milho segunda safra.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A CULTURA DO MILHO

O milho é um vegetal, originário da América Central e do Norte e sua introdução, no Brasil, aconteceu na era pré-colombiana. Esse cereal era utilizado em pelos indígenas e logo em seguida, com a vinda dos europeus, começou a ser expandido por várias partes do mundo (GOMES, 2019).

O milho é classificado como uma monocotiledônea, pertencendo a família *Poaceae* e a subfamília *Panicoideae*, com gênero *Zea* e espécie *Zea mays*, considerado um dos cereais mais cultivados e consumidos em todo o mundo, em decorrência do potencial, produtivo, valor nutricional e composição química (SILVA, 2021). Os autores apontam que sua aplicação no mercado é vasta, podendo ser consumido na alimentação humana, e animal, possuindo também um forte papel como matéria prima nos complexos agroindustriais e socioeconômicos.

Para Contini *et al.* (2019), o cultivo do milho ocorre em todas as regiões do país e sua produção acontece em diferentes épocas a depender das condições climáticas. O cultivo de verão ou primeira safra se concentra na primavera e verão o qual prevalece em maior quantidade das regiões, com ressalva das regiões norte e nordeste que pela época com concentrações de chuvas no mês de janeiro, a temporada de plantio é intitulado de segunda safra. Outrossim os autores expões que, na região centro-sul o cultivo e semeadura do milho é concentrado no verão e outono, após a colheita da soja sendo qualificado como safrinha.

A expansão do milho encontra-se em um momento oportuno, em razão das tecnologias existentes e pelo crescimento do mercado internacional, que tem pleiteado cada vez mais o grão. Consequentemente, o agricultor vê no milho uma promissora opção de cultivo com maior rentabilidade, portanto ampliar a produção e a produtividade da cultura é necessário (MARTINS, 2014).

Os diferentes usos do milho fazem com que sua produção esteja em constante crescimento, e, nesse contexto, temos diversificados fatores que cooperam para o seu desenvolvimento tais como, investimentos em tecnologias, grandes áreas de terras agrícolas, variedades resistentes e o manejo da cultura (OLIVEIRA, 2021).

Apesar do elevado potencial produtivo e comercial do milho, a cultura precisa de informações técnicas para promover o manejo de nutrientes, que resultara em

melhores resultado ao setor agrícola e consequentemente, menor impacto ao meio ambiente (OLIVEIRA, 2021).

Conforme Vorpagel (2010) existe diferença nas condições de cultivo do milho no Brasil e uma grande maioria dos pequenos produtores ainda praticam tipicamente a agricultura de subsistência, cuja a produção é voltada apenas para o consumo da propriedade e quando comparados com grandes produtores que empregam mais capital, maiores áreas para plantio e tecnologias na produção do milho, tem-se resultados equivalentes na produtividade aos obtidos por países desenvolvidos.

2.2 FENOLOGIA DO MILHO

Segundo Magalhães e Durães (2006) o milho segue o mesmo padrão de desenvolvimento, no entanto, o intervalo de tempo específico de um estádio e a quantidade total de folhas desenvolvidas podem variar entre os híbridos, data do plantio, local e ano agrícola.

De acordo com Oliveira (2021) o ciclo da cultura do milho pode ser dividido em três grupos 1 superprecoce: até 110 dias, 2 Normal: entre 110 e 145 dias; 3 tardio: maior que 145 dias, bem como o sistema de identificação empregado que divide o desenvolvimento da planta em vegetativo, e reprodutivo, conforme exposto na tabela abaixo.

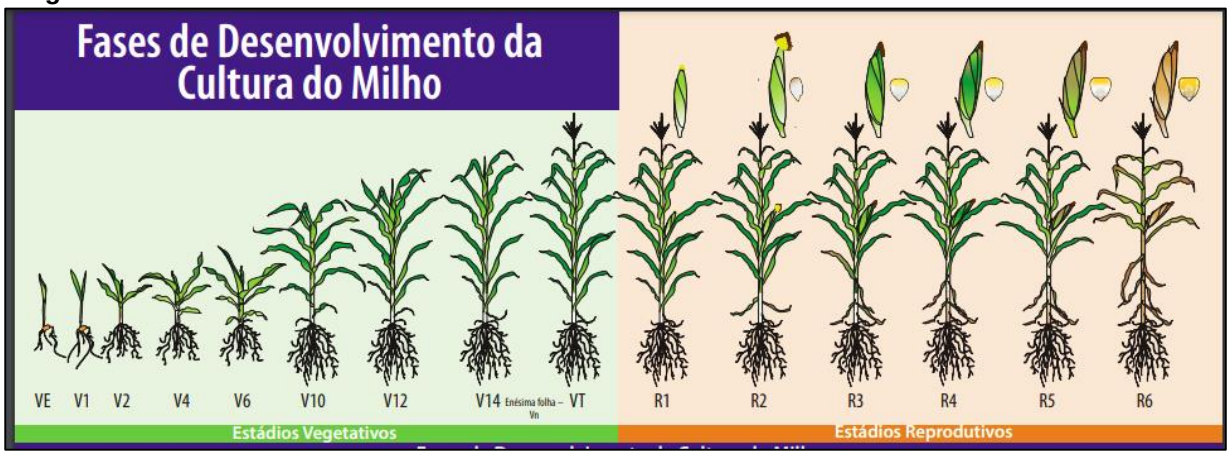
Tabela 1- Estádios vegetativo e reprodutivos do milho

	VEGETATIVO		**REPRODUTIVO**
VE	Emergência	R 1	Embonecamento
V 1	1ª Folha desenvolvida	R 2	Bolha d' água
V 2	2ª Folha desenvolvida	R 3	Leitoso
V 3	3ª Folha desenvolvida	R 4	Pastoso
V 4	4ª Folha desenvolvida	R 5	Formação de dente
V (n)	nª Folha desenvolvida	R 6	Maturidade Fisiológica
V T	Pendoamento		

Fonte: Adaptado de Magalhães e Durães (2006).

Conforme descrito na figura abaixo observa-se as diferentes fases de desenvolvimento do milho, compostas por dois estágios o vegetativo e o reprodutivo.

Figura 1- Fases de desenvolvimento do Milho



Fonte: adaptado de Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service (2016).

O início do estádio vegetativo começa com a germinação e emergência e finaliza com o pendoamento, a partir do pendoemento, começam os estádios da reprodução, o qual terminara com a maturidade fisiológica do grão. Visto que no estádio vegetativo o mesmo se diferencia pela quantidade de folhas da planta e o reprodutivo pelo desenvolvimento da espiga, estes estádios são as principais fases que determinam o potencial produtivo da cultura, e também quais os fatores interferem.

2.3 NUTRIÇÃO DE PLANTAS

As plantas são tipificadas como organismos autotróficos, os quais vivem em ambientes inorgânicos fazendo a retirada de CO_2 da atmosfera e de nutrientes minerais do solo e da água. Nesse contexto, os nutrientes minerais são obtidos na forma de íons inorgânicos, depois entram na bioesfera por meios do sistema radicular da planta, a extensa área superficial de abrangência das raízes e a alta capacidade para absorção dos íons inorgânicos em baixas quantias, permitem que a absorção da planta seja muito eficaz. Depois da absorção os íons são transportados e distribuídos para as diversas partes da planta, onde serão utilizados em importantes funções biológicas (FRANÇA NETO *et al*., 2016).

Barros (2020) relata que a composição das plantas corresponde por 70 a 95% de água o restante é matéria seca. Na matéria seca é possível reparar que elementos não minerais carbono (C), hidrogênio (H) e o oxigênio (O) constituem 90% do seu total, o restante são os minerais, o vegetal obtém o hidrogênio e o oxigênio da água e

o carbono a partir do ar, realizando a captura do dióxido de carbono através das folhagens.

Existem ainda outros 13 elementos, macronutrientes micronutrientes considerados como primordiais para o crescimento e desenvolvimento das plantas e que estes podem ser adquiridos via solo e raízes. Embora a biomassa seca total seja constituída por apenas 4% a 6%, esses elementos minerais são componentes das moléculas, das estruturas de membranas, participam na ativação enzimática, controle de permeabilidade, e do sistema tampão do protoplasmas (BARROS, 2020).

De acordo com Pauletti (2011), macronutrientes e micronutrientes são a base da nutrição mineral considera essencial para as plantas, e quando o solo não possui tais nutrientes nas quantidades exigidas, que pode variar conforme a concentração requerida para o crescimento da planta, e imprescindível que seja feita a adição dos fertilizantes, popularmente conhecido como adubo.

Tabela 2- Macronutrientes e suas principais funções nas plantas.

Elemento	Funções
N	Promover a formação da clorofila, presente em todas as proteínas.
P	Age diretamente no ciclo de energia da célula, na formação das raízes e sementes, auxilia na floração e maturação dos frutos.
K	Atua na produção de carboidratos e fotossíntese, fundamental na relação água-planta e na produção dos frutos.
Ca	Regular o transporte de outros nutrientes, e ativação das enzimas.
S	Age na formação dos cloroplastos, e é componentes de vitaminas e aminoácidos.
Mg	Componente principal da molécula de clorofila.

Fonte: Adaptado de Barros (2020).

Corroborando Nunes (2015), explana que o crescimento e o desenvolvimento das plantas, submete-se outros fatores como água, luz, gás carbônico e do fluxo contínuo de sais minerais. Os minerais, todavia, sejam solicitados em baixas quantias, são necessários no desempenho das principais funções metabólicas da célula. O autor expõe ainda que o efeito benéfico da inserção de elementos minerais no crescimento das plantas foi idealizado pelo químico alemão Justus von Liebig, que ficou conhecida como Lei dos Mínimos sendo um componente para a nutrição mineral.

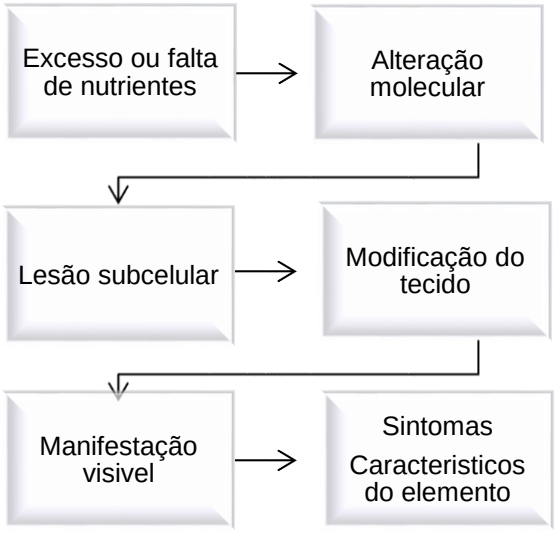
Tabela 3 – Micronutrientes e suas principais funções nas plantas.

Elemento	Funções
Fe	Constitui enzimas chaves a ferridoxina, nitrogenase, redutase do nitrito e do nitrato, processo de respiração das plantas, e fotossíntese.
Cu	Age na função constituinte, de ativador e catalisador de proteínas, interligadas a fotossíntese, lignificação e redutase do nitrito.
Zn	RNA polimerase, síntese proteica, proteção contra patógenos, e integridade da membrana, controle da permeabilidade celular.
Mn	Atua na estrutura, ativador enzimático, fotossíntese com a fotólise da água, catalizador da redutase do nitrito, e proteção a patógenos, síntese de lignina, síntese de fenóis solúveis.
Mo	Participa da redutase do nitrato, produzindo nódulos de fixação, complexo da nitrogenase, síntese do ácido ascórbico e síntese de açucares.
B	Função estrutural na planta, interligar moléculas de polissacarídeos como a pectina da parede celular, síntese de bases nitrogenadas e germinação do tubo polínico.
Cl	Auxilia no funcionamento da enzima que catalisa a fotólise da água no fotossistema II, gerando liberação de O^2. Atua na abertura e no fechamento dos estômatos sendo o íon contrário do potássio nesse processo.
Ni	Age na uréase, é exigido pela hidrogenase do processo de fixação biológica de nitrogênio.

Fonte: Adaptado de Verzutti (2022).

Existe uma intensa demanda por macronutrientes e micronutrientes por parte de cada cultura, porém não é todas as vezes que no solo eles serão encontrados naturalmente então para compensar essa insuficiência temos adubação foliar

Ciclo ocasionado pela falta ou excesso do nutriente. Na tabela abaixo é possível fazer essa observação.



Fonte: Adaptado de Oliveira (2021).

Conforme Prado (2004) cada nutriente desempenha funções distintas na planta e não há como substituir por completo um nutriente pelo outro. Devido ao fato de cada elemento ter papeis específicos, todos precisam estar juntos para melhores resultados na produtividade, Vale ressaltar, ainda que cada nutriente possui efeitos e respostas

diferentes no progresso do vegetal, sendo este ciclo subordina-se a cada nutriente e os seus efeitos não podem ser avaliados de maneira isolada.

De acordo com França Neto *et al.*(2016), a produtividade agrícola se associa a diversos fatores, como o manejo adotado, cultivar de maior produção, resistência a pragas e doenças, tecnologias aplicadas e uma nutrição que viabilize o desenvolvimento adequado das plantas cultivadas. Considerando que a adubação está interligada de forma intensa a nutrição das plantas e por disponibilizar elementos que proporcionam o desenvolvimento e crescimento dos vegetais, evitando o déficit nutricional das plantas.

Para que bons rendimentos sejam alcançados, é primordial aderir ao manejo nutricional adequado da planta, adotar técnicas de manipulação e manejo, as quais possibilitem a redução dos riscos na produção e oportunizem explorar ao máximo o potencial produtivo. E dentre estas técnicas Ferreira *et al*. (2016), explana que a fertilização foliar, ganha destaque, pois, tal prática tem como objetivo promover ganhos na produção, através das doses suplementares dos nutrientes ofertadas as plantas em seus diferentes estádios de desenvolvimento.

2.4 ADUBAÇÃO FOLIAR

Assim como todos os seres vivos as plantas também necessitam de alimento, e no caso delas essa alimentação é disponibilizada através adubação, adubar nada mais é do que repor nutrientes minerais, os quais são necessários para o desenvoltura das plantas e vegetais.

De acordo com Nachtigali e Nava (2010) a adubação foliar é uma técnica, que existe como alternativa complementar, sua utilização deve acontecer em momentos que demandem por algum nutriente específico e nos casos em que as condições do solo comprometam a nutrição, o fortalecimento e crescimento das plantas.

Santos *et al.* (2013) versa que os foliares são definidos, por diversos autores como substâncias naturais ou sintéticas provenientes, da mistura de dois ou mais biorreguladores vegetais ou deste com outra natureza aminoácidos, vitaminas e nutrientes o quais podem ser aplicados em plantas ou no tratamento de sementes.

Mocellin (2014) descreve a adubação foliar como, a aplicação de nutrientes minerais na folha do vegetal, sendo classificada em absorção total ativa e passiva, que tem o objetivo de suprir as carências nutricionais das plantas.

> Passiva – consiste num processo não metabólico, onde o nutriente aplicado na superfície foliar atravessa a cutícula ocupando o ELA (Espaço Livre Aparente), formado pela parede celular, espaços intercelulares e superfície externa do plasmalema. Seria a ocupação do apoplasto foliar.
> Ativa – constitui-se num processo metabólico lento; dá-se contra um gradiente de concentração e exige o fornecimento de energia (ATP) para vencer as membranas plasmáticas. Seria a ocupação do simplasto foliar (FAQUIN, 2005. p.52).

No decorrer do ciclo de plantio, a adubação transcorre de inúmeras formas, se dividindo em cinco tipos, corretiva, substitutiva, preventiva complementar e suplementar no estágio reprodutivo (MATIOLI, 2019).

Atualmente adubação foliar é tida como um complemento da adubação via solo, pois a prática está inserida no manejo e planejamento de produção das mais diversas cultivares, além disso adubar via foliar impulsiona a produtividade e viabiliza resposta rápida aos vegetais cultivados.

Machado (2020), explica que ao contrário da adubação padrão onde as raízes realizam o transporte da seiva bruta pelo xilema, na adubação foliar os nutrientes absorvidos são transportados via floema, pois somente após atingirem esses vasos eles chegaram aos órgãos de drenagem e posteriormente metabolizados. As respostas da adubação foliar provém de diferentes fatores e condições.

Vale ressaltar que o processo para a adubação foliar envolve diferentes processos e em cada uma dessas etapas os condicionantes e fatores devem ser analisados, pois influencia diretamente na fertilização foliar.

Tabela 4 - Fatores que influenciam na eficácia da adubação foliar.

Componentes	**Fatores**
Planta	Tipos de cera, idade da folha, estômatos, células-guardas, presença de tricomas, superfície superior e inferior da folha, turgidez da folha, umidade sobre a folha, estado nutricional da folha, cultivar, estados fenológicos.
Ambiente	Temperatura, luz, fotoperíodo, vento, umidade, seca, hora do dia, potencial osmótico do meio que banha as raízes, período de déficit cos nutrientes.
Solução a ser aplicada	Concentração, dose de fertilizante, técnica de aplicação, agentes umectantes, pH, higroscopicidade, compostos utilizados, propriedades de aderência da folha, equilíbrio nutricional, umectantes.

Fonte: Adaptado de Nachtigali e Nava (2010).

O potencial genético da planta, segundo Ferreira (2006), o ambiente de cultivo e a solução usada na fertilização, são os principais responsáveis pelo sucesso da cultivar, e para que o objetivo possa ser alcançado produtores, empresas e pesquisadores tem pleiteado novas tecnologias e práticas, direcionadas para o cultivo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo na Fazenda Santo Antônio do Prata, localizada na cidade de Marianópolis do Tocantins, com coordenadas geográficas -9.8973050° de latitude e -49.5999185° de longitude, com altitude de 194 metros.

O solo da área experimental é um Plintossolo, constituídos por material mineral, apresentando horizonte plíntico, litoplíntico ou concrecionário, na Tabela 5 tem-se as análises de solo de cada faixa da área do experimento.

Tabela 5- Características físico-químicas do solo de cada área (faixa) utilizada no experimento.

Análise Química								
Área	pH($CaCl_2$)	Ca^{+2}	P(meh)	K^{+}	S	Mg^{2+}	H+Al	MO
1	5,69	4,56	4,82	0,24	2,77	1,29	1,6	24,33
2	5,54	3,08	4,61	0,14	3,16	0,82	1,6	23,94
3	4,94	2,51	7,58	0,15	2,83	0,82	2,9	25,1
4	5,31	3,19	4,98	0,17	4,01	0,7	2,5	24,33
5	5,76	3,65	8,83	0,12	3,49	1,05	2	23,56

Micronutrientes (mg dm-3)					
Área	B	Cu	Fe	Mn	Zn
1	0.20	1.20	23.97	82.66	0.51
2	0.17	1.22	36.66	48.72	0.53
3	0.18	1.63	35.25	63.84	0.52
4	0.23	1.12	63.45	25.87	0.90
5	0.27	0.95	64.10	20.50	0.95

Análise Granulométrica ($g.kg^{-1}$)			
Área	Areia	Argila	Silte
1	696	239	65
2	769	145	86
3	727	195	78
4	759	162	79
5	763	173	64

Fonte: Autor (2022).

O delineamento experimental foi realizado em faixas, avaliando cinco doses de fertilizante foliar em quatro repetições. A área total utilizada para o experimento corresponde a 480m².

Tabela 6 - Tratamentos e repetições

Tratamento	Dosagem	Nº (Repetições)
T1	Testemunha	4
T2	100 ml	4
T3	200 ml	4
T4	300 ml	4
T5	400 ml	4

Fonte: Autor (2022).

O fertilizante foliar utilizado no experimento foi o Cellerate® Stoller, atua na síntese de aminoácidos e age nos processos de fotossíntese e respiração, além disso fornece Mo e Zn sendo 5% de zinco e 10% de molibdênio, e 11% de P_2O_5, os nutrientes são 100% solúveis, e possuem facilidade de aplicação e versatilidade de uso.

O plantio foi realizado em 05/03/2022 por sistema plantio direto(SPD), a cultivar de milho utilizada foi o híbrido Brevant B2612PWU, tendo a densidade de 55 mil plantas por hectares com semeadura feita em trator 7225j engatado a plantadeira 2122 contendo 22 linhas de 0,45 m

Para o preparo do solo foram utilizadas cinco toneladas por hectare de calcário dolomítico, duas toneladas por hectare de calcário calcítico, 600 kg/ha de super simples, 200 kg/ha de cloreto de potássio. Área escolhida para o plantio teve o seu preparo realizado anteriormente, ao dessa safra, e como o sistema de plantio ocorreu de maneira direta, foram aplicados mais 150 kg/ha de MAP e 180 kg/ha de ureia.

A aplicação das doses do fertilizante foliar ocorreu no dia 09/04/2022, em que as plantas de milho se encontravam no estádio fenológico V6 utilizando um pulverizador automotriz 4630 de 24 metros, com volume de calda de 90 litros por hectare.

No dia 09 de julho de 2022 foram feitas as avaliações: altura de planta (AP), número de fileiras por espiga (NF), número de grãos por espiga (NG) e produtividade (PROD), foi em kg/ha.

Altura de planta: altura de 3 plantas de cada parcela, medidas, antes da colheita, em metros do nível do solo ao ápice do pendão.

Número de fileiras por espiga: realizada através da contagem manual do número de fileiras em 3 espigas de cada parcela.

Número de grãos por espiga: realizada através contagem manual do número de grãos em 3 espigas de cada parcela.

Produtividade: após a colheita foi pesado a quantidade de grãos colhida em balança de sapata com carreta graneleiro, retirada a umidade em analisador G650i, por fim, realizado o desconto da umidade para se calcular a produtividade kg/há.

A tabela 7 descreve a possível média de cada uma das variáveis analisadas durante o estudo.

Tabela 7- Média das variáveis avaliadas para 3 amostras

Tratamento	AP	NF	NG	PROD
1	2,09	15,5	33,875	3853
2	2,0825	15,2	34,075	3804
3	2,0025	15,5	30,975	2596
4	2,02	15	28,95	2739
5	1,92	14,9	26,625	2442

Fonte: Autor (2022).

Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de regressão a 5% de probabilidade. Realizou-se também a análise de correlação de Pearson entre produtividade e os atributos do solo.

A seguir serão apresentadas algumas das etapas e processos que foram executados ao longo deste trabalho, para que fossem obtidos os resultados alcançado.

Figura 1- Milho com duas semanas após aplicação do foliar.



Fonte: Autor (2022).

Figura 2- Coleta de amostra do solo



Fonte: Autor (2022).

Figura 3- Mensuração da altura de plantas de milho.



Fonte: Autor (2022).

Figura 4- Processo de colheita do milho.



Fonte: Autor (2022).

Figura 5 - Amostra de milho para coleta de valores da umidade



Fonte: Autor (2022).

Figura 6- Monitor da balança de sapata para fazer pesagem dos grãos de milho colhidos.



Fonte: Autor (2022).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme o resultado do experimento, houve diferença significativa entre doses do fertilizante foliar somente para a produtividade de grãos do milho (Tabela 8). Para as variáveis altura de planta, número de fileiras por espiga e número de grãos por fileira não foram observadas diferenças.

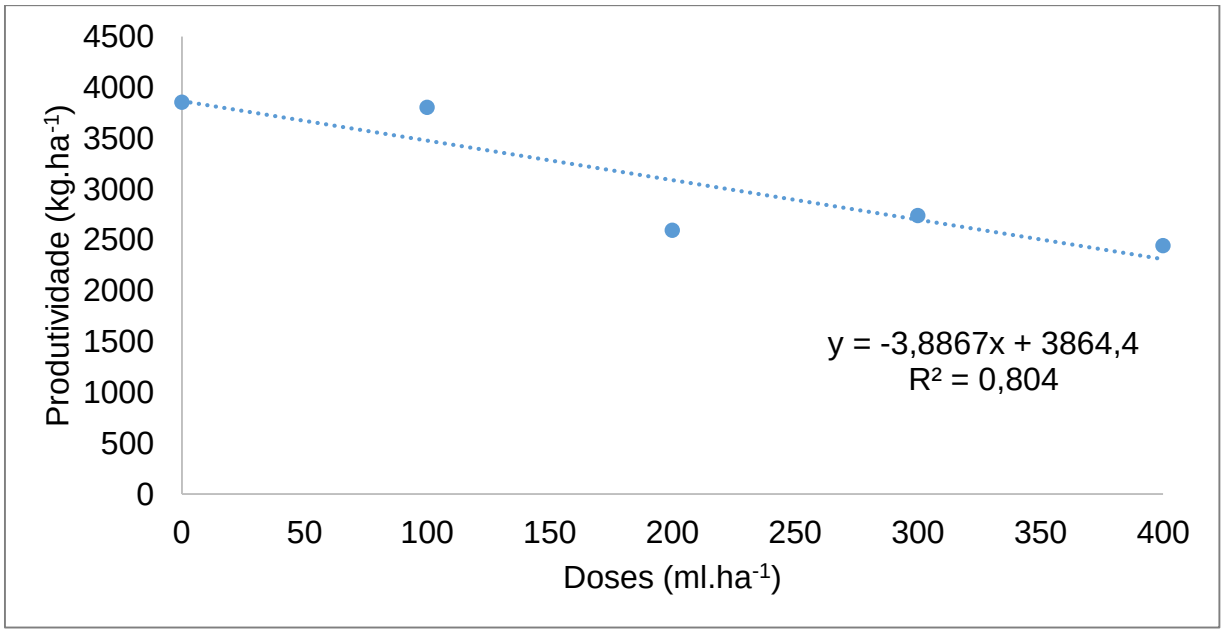
Tabela 8- Valores de quadrados médios das variáveis altura de planta (AP), número de fileiras por espiga (NFE), número de grãos por fileira (NGF) e produtividade (PROD).

FV	GL	AP	NFE	NGF	PROD
DOSES	4	0,0191^{ns}	0,3067 ^{ns}	41,015 ^{ns}	1878766,18 *
ERRO	15	0,0094	1,1310	14,042	127582,46
CV (%)		4,79	7,01	12,13	11,57

* diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade. ^{ns} – não significativo.
Fonte: Autor 2022.

Foi observado o comportamento linear negativo da produtividade em função das doses do fertilizante foliar, com valor de R^2 de 0,804, decrescendo 3,89 $kg.ha^{-1}$ na produtividade a cada mililitro aumentado na dose do fertilizante foliar, conforme o modelo matemático, exposto na figura 2.

Figura 7. Produtividade de milho em função de doses do fertilizante foliar Cellerate®.



Fonte: Autor (2022)

Com o objetivo de verificar o efeito da aplicação de doses de nitrogênio em cobertura, sem e com aplicação de zinco via foliar em milho segunda safra, em semeadura direta, com espaçamento reduzido, Silva *et al.* (2008) não observaram resposta positiva com a aplicação do fertilizante foliar à base de zinco na produtividade da cultura. Marchinsk *et al.* (2022) também não observaram nenhum efeito significativo das doses de zinco via foliar em nenhuma característica avaliada na cultura do milho.

Galvão *et al.* (2019) analisaram os efeitos da adubação foliar fosfatada aplicada no estágio de pendoamento em três híbridos de milho. Os autores afirmam que houve um resultado significativo das dosagens no número de sementes e no peso total de sementes por planta, sendo a dose de 1,0 $L.ha^{-1}$ do adubo foliar, que apresentou o maior resultado de todos com um aumento de 25,59% para a variável peso total das sementes em relação ao tratamento testemunha.

Na tabela 9 demonstra o resultado da correlação de Pearson, entre as variáveis produtividade e saturação por bases (V), relação Ca/CTC, relação K/CTC e acidez potencial (H + Al). Como o delineamento experimental foi em faixas, a análise foi necessária para observar outros fatores do solo que poderiam estar relacionados também com a redução da produtividade do milho.

Tabela 9- Correlação de Pearson entre produtividade e saturação por bases (V), relação Ca/CTC, relação K/CTC e acidez potencial (H + Al).

	V	Ca/CTC	K/CTC	H + Al
PRODUTIVIDADE	0,7	0,67	0,73	-0,77

*Ca cálcio, *K potássio. Fonte: Autor (2022).

Filho e Júnior (2009) afirma que a correlação de Pearson é uma medida de associação que mensura a direção e o grau da relação linear entre duas variáveis quantitativas. Os autores, aludem como funciona a classificação dos valores e resultados obtidos com a correlação das variáveis, podendo ser considerados como pequenos valores, entre 0,10 e 0,29, entre 0,30 e 0,49 são classificados como médios e valores entre 0,50 e 1 podem ser interpretados como grandes, e apontam para uma classificação diferente r = 0,10 até 0,30 (fraco); r = 0,40 até 0,6 (moderado); e r = 0,70 até 1 (forte).

Sousa (2019) expõe que o sinal indica o sentido da relação entre as duas variáveis, no caso de sinal positivo indica que as variáveis variaram no mesmo sentido, enquanto um sinal negativo indica que as variáveis variaram no sentindo inverso.

Nesse contexto com resultados obtidos após a mensuração e o que a literatura diz, podem ser classificados em: produtividade e saturação por bases (V) r= 0,7 (forte); relação Ca/CTC r= 0,63 (moderado); relação K/CTC r= 0,73 (forte) e acidez potencial (H + Al) r= - 0,77 (forte). Dessa forma, a saturação por bases e a relação K/CTC influenciou fortemente de forma positiva na produtividade do milho e a acidez potencial, fortemente de forma negativa.

Maciel *et al.* (2022) aponta que que a capacidade de troca catiônica CTC do solo está relacionada, a capacidade do solo em trocar cátions e disponibilizá-los as plantas, que podem ser influenciadas pelo tipo de partícula compõem a estrutura do solo, e porcentagem de argila. Os autores abordam que a argila atrelada a CTC influencia na fertilidade do solo e consequentemente na disposição de nutrientes em especial fósforo e potássio.

Costa *et al.* (2022) relatam que os principais cátions em maior abundância, nas formas trocáveis no solo são cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), sódio (Na^{+}), potássio (K^{+}) e nos solos ácidos o alumínio (Al^{3+}). Por tanto a utilização dos Ca^{2+}, Mg^{2+} e K^{+} ocorre em grande quantidade pelas plantas, pois influenciam fortemente sob as etapas de desenvolvimento da planta.

Roquim (2010) atesta que um solo é ácido quando possui muitos íons H+ e poucos íons cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}) e potássio (K^{+}) adsorvidos em seu complexo coloidal de troca, na acidez potencial os altos níveis de alumínio (Al^{3+}) são tóxicos devido a maior solubilidade nos solos ácidos. Segundo o autor o alumínio no solo é considerado como o maior inimigo de todas as culturas, afetando o desenvolvimento das plantas e nas disponibilidade dos nutrientes.

Silva *et al.* (2021) garante que os solos ácidos com CTC reduzida ocasionam pouco desenvolvimento dos sistemas radiculares, limitação da absorção de água e nutrientes e consequentemente a redução da produtividade.

5 CONCLUSÃO

Considerando as condições deste experimento, os resultados obtidos e as análises realizadas, conclui-se que a aplicação do fertilizante foliar reduziu significativamente a produtividade da cultura em 3,8 kg a cada mililitro aumentado da dose do fertilizante. Conclui-se também, que o delineamento em faixas dificultou a obtenção de resultados mais precisos.

REFERÊNCIAS

AGROPÓS. **Micronutrientes para Plantas: quais são e suas funções!** Disponível em: https://www.agrotecnico.com.br/fertilizante-foliares/.Acesso em: 11 maio.2022.
BARROS, J. F. C. Fertilidade do solo e Nutrição das plantas. **Universidade de Évora**, EVÓRA, 2020. Disponível em: https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/28120/1/P.%20Pedag%C3%B3gica%20-%20Fertiliza%C3%A7%C3%A3o%20das%20culturas.pdf. Acesso em: 26 mai. 2022.

BLOG DA AEGRO PARA NEGÓCIOS RURAIS. **Adubação foliar: entenda os princípios e saiba o que funciona**. Disponível em: https://blog.aegro.com.br/adubacao-foliar/#:~:text=Al%C3%A9m%20disso%2C%20existem%20tr%C3%AAs%20principais,de%20defici%C3%AAncia%20nutricional%20nas%20plantas.. Acesso em: 26 nov. 2022.

BORGHI *et al*. Cultivo do Milho Segunda Safra e Sorgo no Estado do Tocantins: Situação Atual e Demandas de Pesquisa. **Embrapa Milho e Sorgo**, Salvador - BA, 2014. Disponível em:https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/992069/cultivo-do-milho-segunda-safra-e-sorgo-no-estado-do-tocantins-situacao-atual-e-demandas-de-pesquisa. Acesso em: 23 mai. 2022.

COSTA, J. J. F.; DA SILVA, E. B.; COELHO, F. F.; TIECHER, T.; BISSANI, C. A.; FILIPPI, D. Atributos químicos relacionados à acidez e capacidade de troca de cátions de solos do Rio Grande do Sul com diferentes graus de intemperização. **Acta Iguazu**, *[S. l.]*, v. 8, n. 2, p. 81–100, 2019. DOI: 10.48075/actaiguaz.v8i2.19885. Disponível em: https://saber.unioeste.br/index.php/actaiguazu/article/view/19885. Acesso em: 30 nov. 2022.

CONAB. **Estimativa aponta recorde para milho 2ª safra com produção superior a 87 milhões de toneladas**. Disponível em: https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4718-estimativa-aponta-recorde-para-milho-2-safra-com-producao-superior-a-87-milhoes-de-toneladas. Acesso em: 26 nov. 2022.

CONTINI *et al.*, Milho - Caracterização e Desafios Tecnológicos. **EMBRAPA**, 2019. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/195075/1/Milho-caracterizacao.pdf. Acesso em: 19 abr. 2022.

DINIZ, M. T. M; SILVA, S. D. R. D. O Método Indutivo e a pesquisa em Geografia: aplicação no mapeamento de unidades da Paisagem. **Caderno de Geografia**, v. 28, n. 54, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.5752/P.2318-2962.2018v28n54p731-745. Acesso em: 2 mai. 2022.

FAQUIN, Valdemar. Nutrição mineral de plantas. **Universidade Federal de Lavras - UFLA**, Lavras - MG, 2005. Disponível em: https://dcs.ufla.br/images/imagens_dcs/pdf/Prof_Faquin/Nutricao%20mineral%20de%20plantas.pdf. Acesso em: 26 mai. 2022.

FERNANDES, L. K. R. Método De Pesquisa Qualitativa: Usos e Possibilidades. 2014. Disponível em: https://psicologado.com.br/psicologia-geral/introducao/metodo-de-pesquisa-qualitativa-usos-e-possibilidades. Acesso em: 21 mai.2022.

FERREIRA, *et al.,* Avaliação do efeito de diferentes fertilizantes foliares no rendimento de linhagens de milho zea mays L. **XXX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO,** Bento Gonçalves- RS, 2016. Disponível em: http://www.abms.org.br/cnms2016_trabalhos/docs/962.pdf. Acesso em: 13 mai. 2022.

FRANÇA-NETO *et al*. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade** 2016. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/151223/1/Documentos-380-OL1.pdf. Acesso em: 18 mai. 2022.

KLEINSCHMITT, Ezequiel. Desenvolvimento e produtividade da cultura do milho (zea mays) em resposta à inoculação de Azospirillum brasilense e ao uso de fertilizantes bioindutores. **UFSC-UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**, Santa Catarina – RS, 2018. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/187831. Acesso em: 19 abr. 2022.

MACIEL, T. A. S. *et al*. Capacidade de Troca de Cátions (CTC) e Teores de Argila em solos utilizados para o cultivo da videira na região do Planalto Norte Catarinense. **3º FRUSUL**, jun./2022. Disponível em: file:///C:/Users/Usu%C3%A1rio/Downloads/16285-Arquivo%20do%20Trabalho-62044-1-10-20220627.pdf. Acesso em: 30 nov. 2022.

MARCHINSKI, Paulo Henrique et al. AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE DO MILHO, SOB INFLUÊNCIA DE DOSES DE ZINCO VIA FOLIAR. **Anais do Salão de Iniciação Cientifica Tecnológica ISSN-2358-8446**, 2022.

MARTINS *et al*. Aplicação de bioestimulante em sementes de milho cultivado em solos de diferentes texturas. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 15, n. 4, p. 440-445, dez./2015. Disponível em: http://dx.doi.org/10.18188/1983-1471/sap.v15n4p440-445. Acesso em: 19 abr. 2022.

MARTINS, Denize Carvalho. Cultivares de milho submetidas ao tratamento de sementes com bioestimulantes, fertilizantes LÍQUIDOS E Azospirillum sp. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas - MG, 2014. Disponível em: http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/588. Acesso em: 19 abr. 2022.

MOCELLIN, R. S. P. Princípios da adubação foliar. **OMEGA FERTILIZANTES** Canoas – RS, 2004. Disponível em: https://portalidea.com.br/cursos/bsico-em-adubao-foliar-apostila03.pdf. Acesso em: 25 mai. 2022.

MORTATE, R. K.; NASCIMENTO, E. F.; GONÇALVES, E. G. de S.; LIMA, M. W. de P. RESPOSTA DO MILHO (Zea Mays L.) À adubação foliar e via solo de nitrogênio. **REVISTA DE AGRICULTURA NEOTROPICAL**, *[S. l.]*, v. 5, n. 1, p. 1–6, 2018. DOI: 10.32404/rean.v5i1.2202. Disponível em: https://periodicosonline.uems.br/index.php/agrineo/article/view/2202. Acesso em: 26 nov. 2022.

MYFARM. **Adubação foliar: saiba como aplicar na sua lavoura**. Disponível em: https://www.myfarm.com.br/adubacao-foliar/. Acesso em: 10 mai. 2022.
NACHTIGALL; NAVA, G. R.; G. Adubação foliar: fatos e mitos. **Embrapa Uva e Vinho**, Brasília-DF, 2010. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/858552/adubacao-foliar-fatos-e-mitos. Acesso em: 28 mai. 2022.

OLIVEIRA, J. L. D. S. Efeito da nutrição na cultura do milho e os diagnósticos visuais do seu estado nutricional. **AGES**, 2021. Disponível em: https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/21081/6/TCC%20-%20JOELINGTON%20LUAN%20DA%20SILVA%20OLIVEIRA.pdf. Acesso em: 13 mai. 2022.

PAULETTI, Volnei. Nutrição de plantas. **UFPR,** 2011. Disponível em: https://docplayer.com.br/45124546-Nutricao-de-plantas-dr-volnei-pauletti.html. Acesso em: 26 mai. 2022.

POVOA NETO, Paulo Gomes. **Avaliação da produtividade e características morfológicas do milho crioulo sob adubação química e orgânica**. 2017. 26 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) —Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

RONQUIM, Carlos Cesar. Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais. **EMBRAPA**, 2010. Disponível em: file:///C:/Users/Usu%C3%A1rio/Downloads/BPD-8.pdf. Acesso em: 30 nov. 2022.

RODRIGUES, Giovanna Costa. **Gestão de custos no cultivo de soja em uma fazenda no estado do tocantins** 2021. 37 f. Monografia (Bacharelado em Ciências Contábeis) – Universidade Federal do Tocantins, Tocantins, 2021.

SANTOS *et al.* Uso de bioestimulantes no crescimento de plantas DE Zea mays L. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 12, n. 3, p. 307-318, 2013. Disponível em: https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v12n3p307-318. Acesso em: 13 mai. 2022.

SILVA, A. L. D. **Adubação fosfatada em plintossolos pétricos concrecionários com diferentes teores de petroplintita na cultura do milho**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia). Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas, Tocantins, 2021. Disponível em: <http://ulbra-to.br/bibliotecadigital/publico/home/documento/1938>. Acesso em: 07 jun. 2022.

SILVA, M. A. S. D. *et al*. Correção da acidez do solo. **EMBRAPA**, set./2021. Disponível em: https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/arroz/producao/sistema-de-cultivo/arroz-irrigado-na-regiao-tropical/correcao-do-solo-e-adubacao/correcao-da-acidez-do-solo#:~:text=A%20acidez%20ativa%20que%20%C3%A9,a%20atividade%20do%20%C3%ADon%20hidrog%C3%AAnio.. Acesso em: 30 nov. 2022.

SILVA, JO da; SILVA, CH de L. e.; SILVA, JN.; DAL'EVEDOVE, LC.; MARQUES, FP.; JAKELAITIS, A. Sensibilidade de plantas de milho aos herbicidas dicamba e triclopir. **Investigação, Sociedade e Desenvolvimento** , *[S. l.]* , v. 11, n. 14, pág. e141111436255, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i14.36255. Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/36255. Acesso em: 18 nov. 2022. TCC AGORA VAI. **Pesquisa de campo metodologia científica**. Disponível em: https://www.icguedes.pro.br/pesquisa-de-campo-metodologia/. Acesso em: 27 mai. 2022.

SILVA, Tiago Roque Benetoli et al. Efeito da aplicação de nitrogênio em cobertura e zinco via foliar no milho safrinha em semeadura direta. **Agrarian**, v. 1, n. 2, p. 59-69, 2008.

VENEZIANO, Vítor Martins. Adubação foliar é essencial para o incremento da produtividade na cultura da soja?**IFGO,** Rio Verde-GO2018. Disponível em: https://sistemas.ifgoiano.edu.br/sgcursos/uploads/anexos_5/2019-07-31-10-55-2206-%20Vitor%20Veneziano.pdf. Acesso em: 10 mai. 2022.

VIEIRA, Fernando Pires. Efeitos da adubação foliar de micronutrientes em conjunto com bioestimulantes: uma revisão de literatura. **IFGO,** Rio Verde - GO, 2021.

Disponível em: https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/2186. Acesso em: 13 mai. 2022.

VORPAGEL, Almir Grutzmann. Inoculação de azospirillum, isolado e associado a bioestimulante, em milho, no noroeste do rs. **UNIJUÍ,** 2012. Disponível em: https://bibliodigital.unijui.edu.br:8443/xmlui/handle/123456789/643. Acesso em: 19 abr. 2022.