

CENTRO UNIVERSITÁRIO ATENAS

LUIZ PAULO SOARES SANTOS

**INFLUÊNCIA DO ZINCO NO MILHO**

Paracatu

2023

LUIZ PAULO SOARES SANTOS

## **INFLUÊNCIA DO ZINCO NO MILHO**

Monografia apresentada ao curso de Agronomia do Centro Universitário Atenas, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Agronomia.

Área de Concentração: Agronomia

Orientador: Prof. Dr. Weiber da Costa Gonçalves

Paracatu

2023

S237i Santos, Luiz Paulo Soares.  
**Influência do zinco no milho.** / Luiz Paulo Soares  
Santos. – Paracatu: [s.n.], 2023.  
30 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Weiber da Costa Gonçalves.  
Trabalho de conclusão de curso (graduação)  
UniAtenas.

1. Milho. 2. Zinco. I. Santos, Luiz Paulo Soares. II.  
UniAtenas. III. Título.

CDU: 631

LUIZ PAULO SOARES SANTOS

## INFLUÊNCIA DO ZINCO NO MILHO

Monografia apresentada ao curso de Agronomia do Centro Universitário Atenas, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Agronomia.

Área de Concentração: Agronomia

Orientador: Prof. Dr. Weiber da Costa Gonçalves

Banca Examinadora:

Paracatu - MG, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ 2023.

---

Prof. Dr. Weiber da Costa Gonçalves  
Centro Universitário Atenas

---

Prof. Esp. Gustavo Heitor Gabriel  
Centro Universitário Atenas

---

Prof<sup>a</sup>. Me. Irtes Aparecida Barros Oliveira  
Centro Universitário Atenas

Dedico este Trabalho de Conclusão de Curso à minha família pela fé e confiança demonstrada. Aos meus amigos, pelo apoio incondicional. Aos professores, pelo simples fato de estarem dispostos a ensinar. Ao meu orientador, pela paciência, demonstrada no decorrer deste trabalho. Enfim, a todos, que de alguma forma tornaram este caminho mais fácil de ser percorrido.

#### **IV AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, em primeiro lugar pela força e pela coragem que cada dia me proporcionou e por estar sempre presente em minha vida.

Aos meus preciosos pais, que acompanharam cada dia dessa trajetória, o incentivo constante do meu pai e a dedicação incondicional da minha mãe.

Ao meu orientador Weiber da Costa Gonçalves e a minha coo-orientadora Irtes Aparecida Barros de Oliveira, que dedicou muito do seu tempo me orientando, embora tivesse outros interesses a resolver. Obrigado pelos ensinamentos, atenção, amizade e dedicação ao longo da realização desta monografia.

Aos meus eternos amigos e colegas de Faculdade, a colaboração de vocês foi fundamental para a concretização deste sonho. Todos vocês são responsáveis por mais essa vitória em minha vida, que Deus os abençoe hoje e para todo o sempre.

“A agricultura é a arte de saber  
esperar.”

RICCARDO BACCHELL

## **BIOGRAFIA**

Luiz Paulo soares santos, natural de Paracatu, 22 anos, estudou a vida toda em Escola da rede de ensino pública. Por anos teve o cuidado com as atividades ruais. Nas horas vagas sempre esteve fazendo atividades que envolviam o aspecto rural, adotando assim como a sua experiência de vida, e a paixão foi só aumentando. Dessa forma, anos depois decidiu se dedicar ao seu sonho e com isso nasceu a sua maior possibilidade que é estudar a fundo a teoria e a prática rural. Hoje ele está no 9º período do Curso de Agronomia pela Faculdade Uniatenas. A sua forma de amar suas raízes é bem peculiar e agrada todos que convivem com ele, ainda falta muito a percorrer, mas o que já foi percorrido é motivo de orgulho.

## RESUMO

As perspectivas para o cultivo do milho são muito encorajadoras, considerando a necessidade global de alimentos para seres humanos e animais e, mais recentemente, de energia limpa. Juntamente com os EUA e a China, o Brasil está entre os três maiores produtores e embora esteja em terceiro lugar na produção de cereais, tem um elevado potencial de crescimento da produção, onde podem ser citadas as seguintes vantagens, tais como: Área agrícola, água disponível, possibilidade de cultivo de duas culturas anuais, institutos de pesquisa etc. No entanto, estima-se que aproximadamente 170 milhões de hectares de terras sob vegetação de cerrado no Brasil central são deficientes em micronutrientes de zinco através de tratamentos de solo, folhas e sementes, utilizando diversas fontes, como, como: sais, óxidos etc., com resultados positivos. Este trabalho visa, portanto, estudar os efeitos da aplicação do zinco como tratamento nas sementes de milho. De acordo com os resultados serão selecionados 04 artigos como base para a análise e composição do resultado, onde este tem como função evidenciar sobre o zinco na cultura do milho.

**Palavras-chave:** Milho. Sementes. Zinco. Cultura. Brasil.

## **ABSTRACT**

*The outlook for corn cultivation is very encouraging, considering the global need for food for humans and animals and, more recently, for clean energy. Along with the USA and China, Brazil is among the three largest producers and although it is in third place in cereal production, it has a high potential for production growth, where the following advantages can be cited, such as: Agricultural area, available water, possibility of growing two crops annually, research institutes, etc. However, it is estimated that approximately 170 million hectares of land under cerrado cultivation in central Brazil are deficient in zinc micronutrients through treatments of soil, leaves and seeds, using various sources, such as: salts, oxides, etc., with positive results. It is his job, therefore, to study the effects of applying zinc as a treatment to corn seeds. According to the results, 04 articles will be selected as a basis for the analysis and composition of the result, where the function of this article is to highlight zinc in corn crops.*

**Keywords:** *Corn. Seeds. Zinc. Culture. Brazil.*

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1-</b> Descrição dos elementos utilizados como fonte de pesquisa: ano de publicação, autores e os respectivos títulos .....	22
---	----

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
<b>1.1 PROBLEMA DE PESQUISA</b>	<b>15</b>
<b>1.2 HIPÓTESES</b>	<b>15</b>
<b>1.3 OBJETIVOS</b>	<b>15</b>
<b>1.3.1 OBJETIVO GERAL</b>	<b>15</b>
<b>1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>15</b>
<b>1.4 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO</b>	<b>16</b>
<b>1.5 METODOLOGIA DO ESTUDO</b>	<b>17</b>
<b>1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO</b>	<b>17</b>
<b>2 A IMPORTÂNCIA DO MILHO</b>	<b>18</b>
<b>2.1.1 O MILHO NOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA</b>	<b>18</b>
<b>2.1.2 O MILHO E A CHINA</b>	<b>18</b>
<b>2.1.3 O MILHO E A ARGENTINA</b>	<b>18</b>
<b>2.1.4 O MILHO E O BRASIL</b>	<b>18</b>
<b>3 O ZINCO NO SOLO</b>	<b>19</b>
<b>3.2 ABSORÇÃO DO ZINCO NO SOLO</b>	<b>19</b>
<b>4 IMPORTÂNCIA DO ZINCO NO MILHO</b>	<b>20</b>
<b>4.1 DEFICIÊNCIA DE ZINCO NO MILHO E SEUS SINTOMAS</b>	<b>21</b>
<b>5 RESULTADO E DISCURSÃO</b>	<b>22</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>28</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>29</b>

## 1 INTRODUÇÃO

No que tange às sementes como sorgo, milho, trigo e arroz, estas são extremamente sensíveis em relação à deficiência de nutrientes como Fe, Mn e Zn. Muitas vezes o zinco é absorvido pelas plantas, principalmente quando as mesmas são dotadas de elementos como  $Zn^{2+}$ ; assim ocorre o transporte por longas distâncias, desde as raízes até a parte aérea (MALAVOLTA, 2008).

A importância do zinco para as culturas dos solos brasileiros é indiscutível devido à frequente ocorrência de sua deficiência em solos que são considerados não originários de rochas básicas (RIBAS, 2022). Vários fatores podem afetar a dinâmica do solo e a absorção de zinco pelas plantas, como por exemplo, nos cenários de áreas com baixo teor de zinco, e alta dose de fertilizante, fosfatado, assim como em altas doses de calcário, e a baixa atividade biológica associada à atividade micorrízica, Ph alto, textura do solo (SOARES, 2023).

O zinco é o micronutriente mais importante no milho, e este tem funções metabólicas essenciais na planta, principalmente como ativador enzimático, pois carrega um grande número de enzimas, como peptidases, proteinases e fosfohidrolases, que tem funções relacionadas a proteínas, metabolismo de carboidratos, formação de auxinas, ribossomos e RNA, aumento da altura das plantas, aumento do número de folhas, maior produção de forragem, responsável pelo crescimento dos tecidos vegetais. Ademais, o zinco está também envolvido em funções bioquímicas que garantem a formação de lipídios (SANTOS, 2018).

A deficiência de zinco resultará em danos e problemas encurtados, o que reduzirá o crescimento da planta. Isso ocorre porque o zinco é essencial para a produção do triptofano, um aminoácido precursor da auxina (AIA), hormônio responsável por promover o crescimento e quebrar os ribossomos.

Sintomas de deficiência de zinco podem ser observados na planta de milho, pela cor acentuada ao longo da nervura principal, encurtamento dos internódios e menor formação de folhas novas, podendo apresentar ainda aparecimento de tons roxos no caule e nas folhas, além de redução do crescimento e produção de grãos (SANTOS, 2018).

Furlani (1996) acrescenta também, que os sintomas característicos da deficiência de zinco em plantas de milho ocorrem nas folhas jovens que se tornam menores e têm formato de roseta devido ao encurtamento dos internódios.

A concentração e teor de zinco no solo está relacionada com a rocha geradora, e tem a dependência de outros fatores como Ph e substâncias orgânicas presentes no solo.

O teor médio de zinco dos solos brasileiros é de 40 mg/kg. O zinco pode ser obtido de fertilizantes como sulfato de zinco 20%, óxido de zinco 50%, quelato de zinco 7%, silicato 3% (NOGUEIRA, 2019)

A adubação com zinco pode ser feita com a aplicação através da terra (substrato), tratando folhas e sementes. Um tratamento de sementes seria mais eficaz para gramíneas, pois ajudará no crescimento inicial, pois a muda não absorve grande quantidade de elementos do solo, visto que ainda não possui um sistema radicular desenvolvido, nem área foliar suficiente para absorver os nutrientes pela pulverização (OLIVEIRA, 2020).

A adubação por zinco também permite uma melhor uniformidade de distribuição de nutrientes, levando ao uso racional de matérias-primas não renováveis, o que economiza divisas devido às pequenas quantidades utilizadas, já que a via foliar representa uma baixa eficiência em virtude da baixa mobilidade do elemento no floema (OLIVEIRA, 2020).

No tocante às recomendações de zinco no milho, as taxas podem variar de 1 a 5 kg/ha (0,5 a 2,5 mg/dm<sup>3</sup>) de zinco em solos deficientes em zinco. Malavolta (2008) recomendou a aplicação de 2,3 e 4 kg/ha de zinco para solos arenosos, de textura média e argilosos para superar as deficiências nutricionais. Este trabalho, então, evidencia os requisitos da Influência do Zinco no Milho através de uma Revisão Bibliográfica.

## **1.1 PROBLEMA DE PESQUISA**

Quais fatores estão relacionados a utilização do zinco no milho e seus benefícios à cultura?

## **1.2 HIPÓTESES**

a) Acredita-se que para mais bem resultados de produção, e pesquisas de novas tecnologias capazes de mitigar problemas relacionados aos fatores como: condições climáticas, doenças, pragas e deficiências nutricionais. O uso de sementes de alta qualidade, junto a produtos que auxiliem no seu desempenho na indústria, são essenciais para se obter uma boa posição inicial. Em geral, a quantidade dos micronutrientes exigidos pelas plantas de milho são pequenas, dificultando a obtenção e distribuição uniforme desses nutrientes. Assim sendo, o tratamento de sementes é o caminho mais vantajoso para se reduzir este problema.

b) Supõe-se que a disponibilidade de zinco no solo foi reduzida pela aplicação contínua de nitrogênio sozinho, ou em combinação com potássio em estandes de milho e trigo em um experimento de longo prazo. Durante a aplicação, uma combinação de nitrogênio e fósforo ou nitrogênio, fósforo e potássio promovem a disponibilidade de zinco, que segundo os autores poderia ser causado pela presença deste elemento nas fontes fósforo.

c) Estima-se que de todos os micronutrientes, o zinco tem a maior resposta a produção de grãos de milho em solos brasileiros devido à escassez amplamente presente, principalmente em solos de cerrado.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar o efeito da aplicação do zinco como tratamento nas sementes de milho.

### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

A. Descrever a importância do cultivo do milho no Brasil e no mundo;

B. Explicar o referencial teórico que qualifica o estudo;

C. Abordar tanto os benefícios, quanto os malefícios da aplicação do zinco como tratamento do milho.

#### **1.4 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO**

Uma das principais justificativas quanto a escolha da temática em tese presente neste estudo, foi a constatação de uma evidente carência de pesquisas, trabalhos e tratados sobre o mesmo, havendo, portanto, uma lacuna acerca deste assunto. Há pouca informação para se documentar, os métodos de uso do zinco e comparações de técnicas tradicionais no tratamento do milho ainda não possuem grande material bibliográfico.

Assim sendo, ao se observar tais lacunas e somando-se a motivação pessoal do autor, que trabalha na área da Agronomia e tem contato direto com o plantio e cultura de diversos alimentos, principalmente do milho, que surgiu então o ensejo para realização deste projeto.

O trabalho centra-se, por seguinte, em estudar os efeitos da utilização do zinco sobre o crescimento e produção da cultura do milho. O milho é uma das plantas cultivadas mais importantes no Brasil, ademais é plantado nas mais diversas áreas com diferentes tipos de clima e solo, além de ser amplamente utilizado na alimentação animal e humana (OLIVEIRA, 2020).

Como incentivo adicional que confirma a importância do trabalho, observou-se que o objetivo deste é ser pioneiro em aproximar as características básicas da cultura do milho, trazendo assim um modelo de referencial teórico para futuros profissionais da área que queiram trabalhar diretamente com tal cultura a posteriori.

## 1.5 METODOLOGIA DO ESTUDO

A pesquisa desenvolvida no presente trabalho fundamenta-se em revisão bibliográfica do tipo descritiva e explicativa, visto que assume como propósito identificar fatores que determinam ou contribuem para ocorrência de fenômenos específicos. Embasando-se em livros e artigos, almeja-se proporcionar maior compreensão sobre o tema abordado com o intuito de torná-lo mais explícito.

Como o próprio nome sugere, a pesquisa exploratória permite uma maior familiaridade do pesquisador com o tema pesquisado, pois este ainda é pouco conhecido, pouco explorado. Nesse sentido, se o problema proposto não apresentar aspectos que permitam a visualização dos procedimentos a serem adotados, será necessário que o pesquisador inicie um processo de sondagem para aprimorar ideias, descobrir intuições e então construir hipóteses (UOL, 2019).

A pesquisa exploratória sobre o tema, tem então o objetivo de evidenciar, de sondar sobre o zinco no tratamento e na cultura do milho.

A pesquisa descritiva tem por objetivo descrever as características de uma população, de um fenômeno ou de uma experiência. Esse tipo de pesquisa estabelece relação entre as variáveis no objeto de estudo analisado. Variáveis relacionadas à classificação, medida e/ou quantidade que podem se alterar mediante o processo realizado (UOL, 2019).

Em comparação com a pesquisa exploratória, a única diferença que se pode encontrar é que o assunto já é conhecido e a contribuição é simplesmente fornecer uma nova visão dessa realidade já existente. Desta forma serão usados 4 artigos bases para a confecção dos resultados.

O referencial teórico foi retirado de artigos científicos depositados na base de dados Google Acadêmico, Pubmed, Scielo e em livros relacionados ao tema, pertencentes ao acervo do Centro Universitário Atenas – Paracatu, Minas Gerais. As palavras-chave utilizadas para a finalidade da busca são: Milho; Solo; Plantio; Agronomia; Zinco; Minerais.

## 1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho em tese é composto com a estrutura de cinco partes diferentes.

A primeira parte evidencia a contextualização do tema, através da introdução e logo em seguida aborda o problema, hipóteses, os objetivos gerais e específicos, em seguida a justificativa, metodologia e a exposição bem como a estrutura desse trabalho.

A segunda parte descreve a importância do milho no Brasil e no mundo.

A terceira parte mescla a importância do zinco no solo.

A quarta parte avalia a importância do zinco no milho.

Por fim a quinta parte é constituída pela explanação da conclusão.

## **2 A IMPORTÂNCIA DO MILHO**

O milho (*Zea mays L.*) é nativo da América Central e foi domesticado pelos povos indígenas há mais de 9.000 anos. Hoje o milho é uma das culturas mais cultivadas no mundo, e atualmente é uma das maiores commodities do agronegócio brasileiro (OLIVEIRA, 2020).

Seus principais produtores que juntos somam quase 74% do milho produzido no planeta são (OLIVIERA, 2020):

### **2.1.1 O MILHO NOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA**

Os Estados Unidos da América são atualmente o maior produtor de milho do mundo. Segundo dados do CONAB (2023), na safra de milho de 2022/23 estima-se que este país produzirá cerca de 353,83 mil toneladas.

### **2.1.2 O MILHO E A CHINA**

A China é o segundo maior produtor de milho do mundo. Vale ressaltar ainda, que além de ser um dos maiores produtores, o país é também um dos maiores importadores. Ademais, de acordo com dados do CONAB (2023) é apontado uma expectativa de 274 mil toneladas como previsão para a safra de 2022/23.

### **2.1.3 O MILHO E A ARGENTINA**

A Argentina é o quarto maior produtor de milho do mundo. Acerca da safra 2022/23, a expectativa segundo a CONAB (2023) para Argentina é de mais de 50 mil toneladas.

### **2.1.4 O MILHO E O BRASIL**

O Brasil é o terceiro maior produtor de milho do mundo. Segundo a CONAB (2023) a expectativa de produção dos grãos de milho o país é de 125,8 milhões de toneladas na safra 2022/23, com aumento esperado de 11,2% comparado à safra anterior, o que corresponde a mais de 12 mil toneladas, mais de 22,35 milhões de hectares de milho cultivados em todo território nacional.

Mediante a pesquisa apresentada pelo Conab (2023), no Brasil o Milho é um dos principais insumos para o segmento produtivo, sendo utilizado principalmente na alimentação animal, tanto *in natura* quanto na forma de farelo, forragem ou silagem, a demanda interna é por ração animal e como produção de alimentos para animais.

Porém, cerca de 65% correspondem à produção total de alimentos para consumo humano (CONAB, 2023).

Nunes (2005) ressalta que na indústria o insumo é usado como matéria-prima para a produção de amido, óleo, farinha, glicose, produtos químicos, rações para animais e no desenvolvimento de receitas de alimentos, durante a transformação em alimentos, bebidas, bioenergia e derivados.

Quanto às exportações, mais de 45 mil toneladas são embarcadas para o exterior. O milho tem sido fortemente modificado pela indústria de sementes, visando geneticamente um alto nível de produtividade para o produtor híbrido, que, graças às novas tecnologias, consegue fazer com que os produtores prefiram produtos transgênicos e sementes mais resistentes a pragas da parte aérea e raízes, resistentes a moléculas de herbicidas como o glifosato e híbridos tolerantes à deficiência hídrica (NUNES, 2005).

### **3 O ZINCO NO SOLO**

O Zinco (Zn) elemento que tem como denominação de micronutriente, menos móvel no solo e nas plantas, a forma mais comum a solução do solo é o cátion ( $Zn^{2+}$ ), do qual 33% a 60%, que se move no solo por difusão, movendo-se a favor do gradiente de concentração, ou seja, área maior concentração para outra de menor concentração (MALAVOLTA, 2008).

#### **3.2 Absorção do Zinco no Solo**

Em solos rochosos não básicos, existem vários fatores que podem afetar a dinâmica do solo e a absorção de zinco pelas plantas, por exemplo. Em cenários de abertura de área com baixo teor de zinco, altas taxas de fertilizante fosfatado podem ocorrer devido à deficiência de zinco, portanto, a adição de nitrogênio à fertilização pode aumentar a disponibilidade de zinco (OLIVEIRA, 2020).

Alguns fatores significativos podem influenciar a absorção de Zinco no Solo, tais quais: As doses elevadas de calcário, e a baixa atividade de biologia ligada atividades micorrizas, as características químicas (pH, CTC, teor de matéria orgânica, cátions e ânions solúveis) e mineralógicas (tipo e teor de argila e de óxidos e hidróxidos de Al e Fe). Quando o pH se eleva diminui a disponibilidade de Zn. Acima do Ph 5,5 o zinco é adsorvido a hidróxido de Al, Fe e Mn (MAGALHÃES, 2006).

A matéria orgânica afeta a disponibilidade do zinco que retém 56% do zinco, e a 12%, através da formação de complexos orgânicos como ácidos orgânicos, aminoácidos e ácidos fúlvicos; diminuindo-a devido à formação de complexos orgânicos insolúveis que reduzem a disponibilidade; liberação de exsudatos e ligantes pela raiz, os quais complexam o elemento na rizosfera; os microrganismos imobilizam o Zn na biomassa e depois o liberam na mineralização (OLIVEIRA, 2020).

Quanto aos teores de argila, sabe-se que a adsorção é maior à medida que aumentam os teores de argila, quanto maior o teor de argila no solo, maior a capacidade de fixação do zinco, no entanto esse processo não ocorre igualmente em todos os solos argila-minerais. Em geral, a argila do tipo apresenta maior capacidade de retenção de Zn devido à penetração do referido íon na camada octaédrica dos minerais na argila (SANTOS, 2018).

Mediante isso o zinco pode além dos já evidenciados anteriormente se inteirar com os seguintes nutrientes (SANTOS, 2018):

- Zinco (Zn) e fósforo (P): Com altas doses de adubo fosfatado pode ocorrer deficiência de zinco, por isso em solos com muito P devemos manter altos teores de Zn;
- Zinco e ferro: A interação entre estes nutrientes pode ocorrer através da competição com agentes quelantes, diminuindo a disponibilidade de zinco e de ferro;
- Zinco e cobre: A interação ocorre competição, aplicação de zinco pode diminuir o teor de cobre da planta.

#### **4 IMPORTÂNCIA DO ZINCO NO MILHO**

O milho é uma cultura bastante suscetível à deficiência de zinco, como o zinco possui baixa mobilidade no solo, é o micronutriente mais limitante à produtividade das culturas no Brasil, é importante que as plantas tenham um sistema radicular vigoroso para capturar o nutriente, que é absorvido pelas plantas na forma  $Zn^{2+}$ . Nessa mesma forma é transportado a longas distâncias, das raízes para a parte aérea pelo xilema (MALAVOLTA, 2008).

Foram conduzidos alguns trabalhos na cultura do milho com aplicações de zinco via tratamento de sementes, obtendo-se resultados significativos na produção em relação à testemunha (SILVA, 2018). A adubação do zinco pode ser realizada pela aplicação via base (solo), foliar e no tratamento de sementes.

O mais eficiente em gramíneas seria através do tratamento de sementes, pois isso irá contribuir para o crescimento inicial já que a planta não absorve grandes quantidades de elementos do solo, visto que ainda não apresenta sistema radicular desenvolvido, nem área foliar suficiente para absorver o nutriente via pulverização.

Desta forma, permite, ainda, melhor uniformidade de distribuição do nutriente, resultando na racionalização do uso de matéria-prima não renovável, economizando divisas, devido às pequenas quantidades utilizadas, uma vez que a foliar apresentou baixa eficiência devido à baixa mobilidade do elemento no floema (RIBAS, 2022).

#### **4.1 DEFICIÊNCIA DE ZINCO NO MILHO E SEUS SINTOMAS**

Sintomas de deficiência de zinco no milho pode resultar em sintomas como (NOGUEIRA, 2019):

- Clorose, que são folhas amarelo-brancas que aparecem paralelamente à nervura central, podendo aparecer tonalidades roxas no caule e nas folhas, além de redução no crescimento e na produção de grãos;
- Necrose é quando ocorre a morte do tecido, também descrevem que os sintomas característicos da deficiência de zinco em plantas de milho ocorrem nas folhas novas, as quais ficam menores e em forma de roseta, devido ao encurtamento dos internódios;
- Além disso pode resultar na má formação de espigas, resultando menor produção grãos;
- Encurtamento dos entrenós;
- Redução do teor de proteínas e integridade de ribossomos, causada pela redução da atividade do RNA;
- Diminuição da atividade da enzima presente no citoplasma e cloroplastos, alterando o metabolismo de carboidratos podendo causar inibição da fotossíntese;
- Aumento dos níveis de radicais livres de O<sub>2</sub>, na maior parte dos casos, à distúrbios no metabolismo das auxinas, principalmente do ácido indolacético (AIA), fitormônio responsável pelo crescimento das plantas.

Malavolta (2008) evidencia que o zinco é considerado um elemento de grande importância para as gramíneas como o milho, participando como componente de muitas enzimas. Suas funções básicas na planta estão relacionadas ao

metabolismo de carboidratos, proteínas e fosfatos, além da formação da estrutura das auxinas, RNA e ribossomos no metabolismo dos fenóis, no aumento do tamanho e multiplicação celular e na fertilidade dos grãos de pólen, além de poder ajudar em relação a doenças.

A aplicação de zinco via foliar o cultivo do milho apresenta vantagem e resposta imediata devido à rápida absorção, pode ser utilizado logo quando for diagnosticado os sintomas de deficiência nutricional de zinco, altas concentrações do zinco (RIBAS, 2022).

## 5 RESULTADO E DISCUSSÃO

Como fonte de base para que o presente trabalho pudesse ter o resultado foram usados 4 artigos, sendo eles:

**Tabela 1-** Descrição dos elementos utilizados como fonte de pesquisa: ano de publicação, autores e os respectivos títulos

ANO DE PUBLICAÇÃO	AUTOR(ES)	TÍTULO
2015.	Jorge Marcos Peniche Barbosa e Leandro Cunha França.	<b>DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DO MILHO (ZEA MAYS L.) SUBMETIDO À DOSES DE CALCÁRIO LÍQUIDO E BORO/</b>
2018	Ivan Bonotto	<b>TRATAMENTO DE SEMENTES DE MILHO COM SUSPENSÃO CONCENTRADA A BASE DE ZINCO.</b>

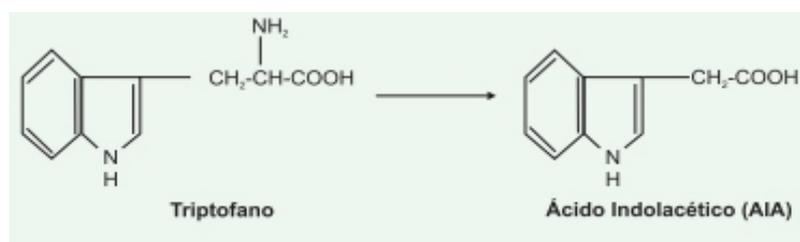
2016	Leandro Flávio Carneiro	<b>CARNEIRO, LEANDRO FLÁVIO FONTES, DOSES E MODOS DE APLICAÇÃO DE FÓSFORO NA INTERAÇÃO FÓSFORO-ZINCO EM MILHO</b>
2021	José Roberto da Costa Júnior.	<b>DOSES DE BORO E ZINCO NA ADUBAÇÃO DE MILHO</b>

**Fonte:** Dados da pesquisa.

Desta forma os artigos/teses escolhidas fazem a mesma conceituação e abordagem dos seguintes assuntos:

Bonotto (2018) traz ao conhecimento de que a poucas informações documentando como se inscrever zinco, comparação de técnicas tradicionais de fertilização do solo e foliar com uma alternativa tratamento de sementes de milho e principalmente de sorgo (BONOTTO, 2018).

Os solos tropicais geralmente apresentam baixa disponibilidade de zinco (Zn), seja devido à pobreza da matéria-prima ou ao cultivo intensivo de culturas, sem o devido substituindo este micronutriente. Assim, a deficiência de Zn é considerada um problema nutrição global para produção de plantas, especialmente para cultivo de cereais que exigem este nutriente reduzem o rendimento e a qualidade valor nutricional dos cereais.



O zinco desempenha um papel importante nas plantas, especialmente como um ativador enzimático necessário para a síntese do triptofano, um precursor biossintese de ácido indolacético (AIA), responsável pelo crescimento dos tecidos vegetais plantas. O desequilíbrio nutricional, principalmente de micronutrientes, foi um dos fatores que reduzem a produção de sementes. Esses elementos jogam e atua em

vias bioquímicas que garantem a formação de lipídios, proteínas e eles contribuem para a estrutura das membranas celulares (COSTA JÚNIOR, 2021).

A fertilização das culturas com zinco pode ser feita aplicando-o no solo, folha e sementes. Como as doses exigidas pelas culturas são pequenas, mesmo aqueles que são considerados exigentes em Zn, como gramíneas como milho e sorgo, é difícil distribuir fertilizantes uniformemente em aplicação no solo e aplicação foliar são limitações devido ao baixa mobilidade dos elementos no floema. Assim, faltam informações sobre doses, método eficaz de aplicação e critérios seguros para diagnóstico de necessidade fertilização Zn. No entanto, a literatura tem demonstrado a eficácia do tratamento sementes com este micronutriente (CARNEIRO, 2016).

A aplicação de Zn em sementes tem a vantagem de ser preciso e eficaz, pois garante a disponibilidade e absorção de nutrientes em fases inicial de crescimento da cultura, pois as mudas não absorvem grandes quantidades elementos do solo, porque ainda não possui sistema radicular desenvolvido, nem área foliar suficiente para absorção de nutrientes por pulverização. Também permite melhor distribuição uniforme dos nutrientes, o que leva ao uso racional matérias-primas não renováveis, economizando divisas, devido ao pequenas quantidades utilizadas.

Apesar da importância do zinco para as plantas, especialmente as gramíneas, estas utilizam regimes e doses de Zn foram desenvolvidos para satisfação exigências nutricionais das culturas (BARBOSA E FRANÇA, 2015).

Quanto aos métodos de aplicação de zinco nos sistemas de produção de milho, destacam-se: no solo (localizado ou incorporado), na parte aérea das plantas (através de adubação foliar) ou na semente (CARNEIRO, 2016).

Barbosa e França (2015) obtiveram alta correlação entre doses de zinco aplicadas no solo e níveis determinados nas plantas. Ao testar métodos de aplicação de sulfato de zinco em culturas de milho constatou que a produtividade de grãos foi maior quando o fertilizante foi aplicado a lanço em comparação com a aplicação em sulco (BARBOSA E FRANÇA, 2015).

Já Carneiro (2016) encontrou um aumento no comprimento médio dos entrenós das plantas de milho na concentração de 5 mg Zn por dm<sup>3</sup> no solo. Sendo assim ele obteve a produção de milho com dose de 3 kg de Zn por ha aplicada como aspersão próximo ao rendimento máximo no primeiro cultivo e este rendimento continuou por quatro safras consecutivas, evidenciando o efeito residual do micronutriente.

Bonotto (2018) também observou um efeito residual com relação as taxas de zinco aplicado, resultando em maior produção de matéria seca neste último cultivo. Com isso obteve como resultado semelhantes aos descritos anteriormente, em que a adição de 5 mg Zn por dm<sup>3</sup> suportou aumentos significativa na produção de grãos de milho e nas concentrações deste nutriente; no entanto, acrescentam que ao usar doses superiores (BONOTTO, 2018).

Barbosa e França (2015) ainda estudaram doses de zinco aplicadas como três fontes diferentes (sulfato, óxido e frita), em três sucessivas colheitas de milho. A fonte de sulfato foi aplicada como solução e mais dois na forma sólida, em 3 dm<sup>3</sup> solo. Os autores observaram que a aplicação 1,25 de zinco no solo, independentemente da fonte, foi geralmente suficiente para manter boa produção de matéria seca em três culturas de milho a produção máxima de matéria seca do milho foi alcançada com a aplicação de 20 mg Zn por kg de solo, com aumento de 14% em relação à testemunha (BARBOSA E FRANÇA, 2015).

Costa Júnior (2021) estudou métodos de aplicação de zinco em culturas de milho e descobriu que aplicação de zinco através do solo (incorporado e localizado), foliar e semente semelhante no desenvolvimento inicial da cultura; no entanto, observaram que o pedido de zinco, independentemente do método de aplicação, promoveu aumento na altura e na produção de massa de milho em relação ao tratamento controle (COSTA JÚNIOR, 2021).

Em todos os estudos mostraram resultados da aplicação foliar de zinco, mas nem sempre uma resposta positiva em termos de produtividade, avaliando métodos de aplicação de Zn em milho, descobriram que o zinco, na forma de sulfato de zinco aplicado ao solo, fornece maiores rendimentos de grãos do que o caminho das folhas e descobriram que as aplicações foliares de sulfato de zinco (0,5 e 1%) não foram significativamente diferentes em relação à produtividade de grãos quando esse fertilizante foi aplicado no solo (transmissão ou no sulco de semeadura).

Alguns trabalhos estudados foram feitos em milho com aplicações no Brasil de zinco através do tratamento de sementes, conseguindo assim um aumento significativo na produção em relação à testemunha.

Com isso Costa Júnior (2021) evidencia que a aplicação de zinco através de sementes apoia o acúmulo de nutrientes na planta, principalmente na parte aérea, graças aumento do conteúdo de Zn neste órgão. Ainda segundo o mesmo autor, sementes pobres em zinco levam a plantas deficientes em zinco quando cultivadas o

substrato carece desse nutriente. Assim, a aplicação através de sementes acaba sendo uma alternativa para prevenção dos sintomas iniciais de deficiência (COSTA JÚNIOR, 2021).

Como este trabalho tem como objetivo avaliar o analisar principalmente o aspecto nutricional do milho, ao comparar as teses usadas presume-se que o fornecimento de zinco através de sementes por um produto formulado em suspensão concentrada com fonte solúvel na forma de sulfato de zinco contido em solução completa trás que o resultado obtido pelo teor de zinco na planta inteira. Pois embora os dados obtidos do acúmulo de matéria seca sejam importantes para avaliar o ganho de massa com a adição do elemento zinco pelo tratamento de sementes (BARBOSA e FRANÇA, 2015).

Além disso, caso exista algum sinal de toxicidade, deve-se observar quando ocorre a ausência total de nutrientes, na fase inicial da cultura, após 15 dias, a planta sustenta mais o sistema radicular em detrimento das plantas, ficando assim a parte aérea trata a necessidade de compensação, tentando encontrar elementos para desenvolver.

Quando analisada a matéria seca da raiz e comparada ao seu teor de zinco no material colhido no experimento de Barbosa e França (2015) os valores relativos aos tratamentos que não forneceram o elemento foram os mais baixos, indicando que o ganho de matéria seca não é o caso. influenciado por apenas um fator, se o zinco é ou não fornecido. Para avaliar o estado nutricional da planta os autores, portanto, determinaram o teor de zinco de toda a planta, uma vez que o elemento tem um papel reconhecido no sistema radicular e posteriormente no desenvolvimento da parte aérea, onde graças ao seu fornecimento, a planta apresenta uma resposta positiva quando se comparam os resultados da matéria seca e do teor de zinco numa fase posterior, ou seja, após a emergência da cultura (BARBOSA E FRANÇA, 2015).

Quando os sintomas são expressos pela planta e podem ser observados no campo, a planta já perdeu seu potencial. Os sintomas podem ser amenizados com aplicação específica e corretiva do elemento, que serve principalmente para decidir sobre a correção para outras culturas. A grande maioria dos micronutrientes não é altamente móvel nas plantas e a aplicação no solo é a principal estratégia de gestão corretiva.

Uma vez que o diagnóstico determina a necessidade de aplicação de Zn, é necessário alcançar alta eficiência no uso dos fertilizantes, tanto na dose, no momento da aplicação, quanto na fonte utilizada. A dose aplicada afetará a concentração de Zn no grão e o balanço de Zn no solo. Algumas fontes utilizadas são sulfato de zinco, carbonato de zinco e outras que podem ser aplicadas por meio de aplicações no solo ou foliares.

Desta maneira mediante as pesquisas feitas podem-se resumir que: é fundamental conhecer a área da plantação para realizar alguns cuidados preventivos. Além disso, o produtor também deve ter o cuidado de garantir uma nutrição balanceada às plantas para atender a demanda por micronutrientes como o zinco, que deve garantir alto desempenho e produtividade da cultura.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Pode-se concluir, portanto, que é necessário conhecer a área onde será plantada a cultura do milho e fornecer uma nutrição balanceada para repor e atender a demanda de micronutrientes como o zinco para garantir alto desempenho e produtividade.

Outro ponto importante é observar os sintomas de deficiência de nutrientes que podem piorar em solos orgânicos, com pH elevado e alto teor de fósforo, além de condições de frio e umidade que afetarão a produtividade das culturas.

## REFERÊNCIAS

BARBOSA, J. M. P e FRANCA. L C. **Desenvolvimento da cultura do milho (*Zea mays L.*) submetido à doses de calcário líquido e boro**/Jorge Marcos Peniche Barbosa e Leandro Cunha França. \_ Paragominas, 2015. 52 f.

BONOTTO, I. **Tratamento de sementes de milho com suspensão concentrada a base de zinco**. 54f. Dissertação. (Mestrado em Agronomia/Solos) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG.

Carneiro, Leandro Flávio. **Fontes, doses e modos de aplicação de fósforo na interação fósforo-zinco em milho**. / Leandro Flávio Carneiro. -- Lavras: UFLA, 2016. 75 p.: il.

COSTA JÚNIOR, José Roberto. **Doses de boro e zinco na adubação de milho** / José Roberto da Costa Júnior. – 2021.,

CONAB – **Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos, Safra 2022/2023**: Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 10/05/2023.

FURLANI, P.R **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1996. 48p.

MAGALHÃES, P. C. et al. **Fisiologia da produção de milho**. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo. 2006. 10 p. (Circular técnica, 76). MOUSAVI, S. R.;

MALAVOLTA, E. **Manual de calagem e adubação das principais culturas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2008. 496p.

NOGUEIRA, L. M. **Doses e modos de aplicação de boro e adubação com zinco na cultura do milho**. 2019. 67 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista.

NUNES, J.C. **Tratamento de semente - qualidade e fatores que podem afetar a sua performance em laboratório**. Syngenta Proteção de Cultivos Ltda. 2005. 16p.

OLIVEIRA. Taine Pereira de; ENSINAS. Simone Cândido; BARBOSA. Giselle Feliciani; NANZER. Marina Chiquito; BARRETA. Paulo Gabriel Vechetin. **Atributos químicos de um Neossolo Quartzarênico de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo**. *Revista de Agricultura Neotropical*, 4: 72-78, 2020.

RIBAS, P.M. **Sorgo: introdução e importância econômica. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo**, 2022. 16p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 26).

SANTOS, Humberto Gonçalves dos; JACOMINE. Paulo Klinger Tito; ANJOS. Lúcia Helena Cunha dos; OLIVEIRA. Virlei Álvaro de; LUMBRERAS. José Francisco; COELHO Maurício Rizzato; ALMEIDA Jaime Antonio de; ARAÚJO FILHO José Coelho de. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p.

SILVA, R. C.; GRZYBOWSKI, C. R. S.; PONOBIANCO, M. Vigor de sementes de milho: influência no desenvolvimento de plântulas em condições de estresse salino. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 3, p. 491-499, 2018.

SOARES, M. A. **Influência de nitrogênio, zinco e boro e de suas respectivas interações no desenvolvimento da cultura do milho (*Zea mays*L.)**. 2023. 112 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Área de Concentração em Fitotecnia), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2023.

UOL. **Monografias** **2019**. Disponível em: <https://monografias.brasilecola.uol.com.br/regras-abnt/pesquisas-exploratoria-descritiva-explicativa.htm>. Acesso em: 10/05/2023.