

Diferentes manejos de sulfato de zinco na cultura do trigo

Taís Glienke dos Santos^{1*}; Nayara Parisoto Boiago¹

^{1*}Curso de agronomia, Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), Cascavel, Paraná

¹ta_glienke@hotmail.com

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de diferentes manejos de sulfato de zinco na cultura do trigo. O experimento foi realizado na Fazenda Escola do Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz, entre os meses de maio de 2022 a setembro de 2022. O experimento foi implantado em DBC, possuía 32 unidades experimentais sendo 8 tratamentos com 4 repetições, onde os tratamentos foram T1: Testemunha; T2: Sulfato de Zn na linha de plantio com 200 g ha⁻¹; T3: Sulfato de Zn no tratamento de sementes com 200 g ha⁻¹; T4: Sulfato de Zn via foliar com 100 g ha⁻¹; T5: Sulfato de Zn no tratamento de sementes + linha de plantio sendo 200 g em cada uma delas; T6: Sulfato de Zn via linha de plantio + foliar sendo 200 g ha⁻¹ e 100 g ha⁻¹; T7: Sulfato de Zn no tratamento de sementes+ via foliar sendo 200 g ha⁻¹+ 100 g ha⁻¹; T8: Sulfato de Zn semente + linha de plantio + via foliar sendo 200 g ha⁻¹ e 100 g ha⁻¹. Os parâmetros avaliados foram peso hectolitro (PH), altura de inserção da espiga, tamanho da espiga, número de grãos na espiga, peso de mil grãos, altura de plantas e produtividade. Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Anderson Darling e análise de variância (ANOVA) e quando significativas, foram comparadas ao teste de significância por Tukey 5 % de significância por meio do programa estatístico Minitab. Observou-se que não existe diferença estatística significativa entre os diferentes manejos, mas o tratamento de sementes é o que se mostra mais promissor.

Palavras-chave: Produtividade, Micronutrientes; *Triticum Aestivum* L.

Different uses of zinc sulfate in wheat cultivation

Abstract: This work aims to evaluate the efficiency of the use of zinc sulfate within the wheat crop. The experiment was carried out at Fazenda Escola do Centro Universitário from Fundação Assis Gurgacz, between May 2022 and September 2022. The experiment holds 32 experimental units, 8 treatments with 4 replications, where the treatments are T1: Control; T2: Zn sulfate in the planting line with 200 g ha⁻¹; T3: Zn sulfate in the treatment of seeds with 200 g ha⁻¹; T4: Zn sulfate by foliar application with 100 g ha⁻¹; T5: Zn sulfate in the seed treatment + planting row containing 200g ha⁻¹ each one; T6: Zn sulfate on planting lines + foliar application containing 200g ha⁻¹ and 100g ha⁻¹; T7: Zn sulfate in the seed treatment + foliar application of 200 g ha⁻¹ + 100 g ha⁻¹; T8: Zn sulfate seed + planting line + foliar application of 200 g ha⁻¹ and 100 g ha⁻¹. The parameters that will be evaluated are: hectoliter weight (Ph), ear insertion height, ear size, number of grains in the ear, the weight of a thousand grains, the plants height and productivity. The data will be submitted to the Anderson-Darling Normality Test and Analysis of Variance (ANOVA). When the average is significant, they will be compared to the Tukey's range test 5% of significance through the MINITAB statistical software. It was observed that there is no statistically significant difference between the different managements, but seed treatment is the most promising.

Keywords: Yield, Micronutrients; *Triticum Aestivum* L.

Introdução

A cultura do trigo tem grande importância em todo país, tendo em vista sua grande utilização. Os micronutrientes não participam da estrutura da planta, e, segundo Dechen *et al.* (2018) afirmam que eles atuam como ativadores de algumas enzimas, o zinco auxilia na formação das sementes e é necessário para a formação da clorofila e formação de amido na planta.

O trigo é o segundo cereal mais cultivado atualmente depois do milho. Em 2022 foram produzidas 9,5 milhões de toneladas de trigo a nível Brasil, o crescimento de produtividade foi de 12,9%, enquanto a área cresceu 12,7% (CONAB, 2022).

A cultura do trigo requer uma grande quantidade de nutrientes, solos com alta fertilidade, conforme afirmaram (CUNHA e CAIERÃO, 2014). A cultura tem se mostrado bem responsiva ao tratamento de sementes com incremento de nutrientes, além disso, esta prática permite que ocorra uma maior disponibilidade dos nutrientes na fase inicial, auxiliando no arranque das plantas (SANDRI *et al.*, 2017).

Os micronutrientes são requeridos em concentrações muito baixas pelas plantas para que ocorra seu adequado crescimento e reprodução e, mesmo em baixas concentrações, eles possuem a mesma importância que os macronutrientes para a nutrição dessas. O teor inadequado no uso de micronutrientes possui efeito direto sobre o desenvolvimento da cultura e pode acabar afetando o uso de fertilizantes que contenham os macronutrientes. O zinco (Zn), juntamente com Cu, Mn e B, está diretamente envolvido na fase reprodutiva da planta e, por consequência, possuiu grande importância na produtividade da cultura colhida (KIRKYBY e ROMHELD, 2007).

A forma de absorção do zinco ainda não é muito conhecida, mas pesquisas apontam que a melhor forma é na forma catiônica Zn^{2+} , mas, pode ser também na forma de quelato sendo representada por Zn (CAMARGO, 2019). O zinco é considerado com mobilidade baixa a intermediária no solo e por ter sua mobilidade baixa, é ideal que o sistema radicular das plantas seja vigoroso para que consigam capturar o nutriente (SILVA e OLIVEIRA, 2021).

Logo as funções do zinco (Zn) participam na constituição da estrutura da planta, como ativador enzimático, ele é um destaque em seus atributos a produção do triptofano que é o aminoácido precursor do ácido acético necessário para a formação da auxina (GRUTER *et al.*, 2018; REHMAN *et al.*, 2018).

Esse nutriente pode ser aplicado também de forma foliar, portanto, se a necessidade do nutriente for alta, a área de absorção pode ser insuficiente e o nutriente em altas concentrações pode acarretar a queima das folhas, porém, existe pouco efeito residual em sua aplicação foliar e seu custo é elevado a forma mais conhecida e responsiva desse micronutriente embora seja requerido em baixas quantidades é a de sulfato, sendo que em sua forma básica ele pode ter um teor de até 55% de zinco (MACHADO, 2022).

O uso de zinco na cultura do trigo é pesquisado, mas esses resultados variam muito entre os autores, alguns demonstram que possui efeito na utilização, outros resultados são controversos, conforme apresentado abaixo. Na cultura da soja ele é um dos micronutrientes utilizados sendo que para uma produtividade de 3 t ha⁻¹ ele pode extrair 183 g ha⁻¹ e exportar cerca de 120 g ha⁻¹, e, nessa cultura, é possível observar o aumento do número de nós por planta e também o número de legumes por planta ocasionando uma produtividade aumentada conforme o aumento da dose do micronutriente na cultura (SANTOS, 2021).

Júnior *et al.* (2008) constataram que a aplicação de zinco em diferentes modos na cultura do trigo não influenciou o desenvolvimento inicial da cultura, sendo que a aplicação localizada de Zn no solo proporcionou uma maior concentração do nutriente disponível na planta, já a aplicação via foliar influenciou em uma maior concentração do micronutriente via foliar na planta. Da mesma forma, Delgado *et al.* (2017) também concluíram em seu trabalho que a cultura do trigo não respondeu a diferentes formas de aplicação de Zn.

Já Nunes *et al.* (2012), concluíram em seu trabalho que o número de sementes por espiguetas e o peso de grãos por planta de trigo aumentaram linearmente conforme a dose de zinco foi sendo aumentada, sendo que a diferença foi observada até a dose de 4 mL por quilograma de semente. Também Ferrazza *et al.* (2020) observaram em seu trabalho que a germinação das sementes de trigo teve um aumento significativo com o uso de zinco no tratamento de sementes, sendo utilizada uma dose de 4 até 6 mL por quilograma de semente.

Desta forma, de modo a esclarecer a influência do uso de sulfato de zinco na cultura do trigo, este trabalho tem por objetivo avaliar a eficiência de diferentes manejos de sulfato de zinco na cultura do trigo.

Material e Métodos

O experimento foi realizado entre maio a setembro de 2022 na Fazenda Escola do Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz, sendo localizado em Cascavel, Paraná com as coordenadas geográficas de latitude 24° 56 '09,5"S e longitude 53° 30' 56.3"O. Segundo Nitsche *et al.* (2019), o clima da região é subtropical e mesotérmico com precipitação anual de

1400 mm e temperatura média de 19 °C. Segundo a Embrapa (2018), o solo da região é classificado como latossolo vermelho distroférrico. Na fazenda escola, o solo é cultivado em sistema de plantio direto, sendo o milho a cultura anterior.

A análise de solo foi coletada na profundidade de zero a 20 cm, sendo que foram coletadas amostras em 10 pontos, homogeneizadas em um balde limpo e, após, passado 500 gramas para o pacote de análise de solo. O resultado segue na Tabela 1.

Tabela 1 - Análise química do solo da área experimental, na profundidade de 0-20 cm.

Prof	pH	M.O.	K	Ca	Mg	Al
Cm	(CaCl)	g kg ⁻¹	cmolc dm ⁻³			
00-20	4,7	41,28	0,51	6,10	1,40	0,14
	V	P	Fe	Mn	Cu	Zn
	%	mg dm ⁻³				
00-20	50,79	23,77	29,60	20,30	2,80	4,20

Extrator: P e K (HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ mol L⁻¹); Al, Ca, Mg = (KCl 1 mol L⁻¹)

Fonte: Os autores, 2022

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, sendo que foram utilizados 8 tratamentos (Tabela 2), com quatro repetições, totalizando 32 unidades experimentais. Cada unidade experimental foi constituída por 6 linhas de 5 metros de comprimento com 0,17 m de espaçamento entre linhas, com 0,40 m entre parcelas e 1 m de corredor. Cada parcela possuía 6,12 m², sendo a área total de 195,84 m².

Tabela 2 - Tratamentos com sulfato de Zn em diferentes épocas na cultura do trigo

Trat	Manejo	Dose utilizada
T1	Testemunha	-
T2	Sulfato de Zn na linha de plantio	200 g ha ⁻¹
T3	Sulfato de Zn no tratamento de sementes	200 g ha ⁻¹
T4	Sulfato de Zn via foliar	100 g ha ⁻¹
T5	Sulfato de Zn no tratamento de sementes + linha	200 g ha ⁻¹ + 200 g ha ⁻¹
T6	Sulfato de Zn via linha + foliar	200 g ha ⁻¹ + 100 g ha ⁻¹
T7	Sulfato de Zn no tratamento de sementes + via foliar	200 g ha ⁻¹ + 100 g ha ⁻¹
T8	Sulfato de Zn semente + linha+ foliar	200 g ha ⁻¹ + 100 g ha ⁻¹

A semeadura foi realizada utilizando uma semeadora experimental de 6 linhas, utilizando de adubo de base NPK 10.15.15 na dose de 350 kg ha⁻¹ e a variedade utilizada para a realização do experimento foi BRS Atobá, sendo que a mesma possui um porte baixo, ciclo precoce e possui resistência ao acamamento (EMBRAPA, 2019). A densidade de semeadura utilizada foi de 75 sementes por metro linear.

Para o tratamento de sementes com o uso de sulfato de zinco foi utilizado uma balança para a pesagem das sementes e separadas em embalagens individuais. Após a pesagem de todas

as parcelas, o sulfato de zinco foi pesado a concentração de 25 % com a dose de 200 g ha⁻¹. O tratamento foi realizado de forma manual com a diluição do zinco em 15 mL de água para cada parcela, realizando a mistura em cada pacote de forma individual.

Após 3 dias após a semeadura (DAS), a aplicação de linha de plantio foi realizada nas parcelas identificadas. Neste momento, a aplicação de 200 g ha⁻¹ com diluição em água foi realizada utilizando um pulverizador costal com capacidade de 20 L de água. 57 dias DAS, a aplicação via foliar foi realizada sendo também utilizado o pulverizador costal para a aplicação do mesmo, na dosagem de 100 g ha⁻¹.

Com 57 DAS da cultura, a adubação de cobertura foi realizada com ureia na concentração de 45 % de nitrogênio na dose de 100 kg ha⁻¹ e a primeira aplicação de fungicida para controle de mancha amarela (*Drechslera tritici-repentis*). Para tanto, foi utilizado produto à base de Iprodina 500 gL⁻¹, na dose de 1 L ha⁻¹.

Em 77 DAS, a segunda aplicação de fungicida foi realizada, desta vez para controle da ferrugem na folha *Puccinia triticina*, sendo utilizado fungicida a base de Epoxiconazol 50 gL⁻¹, Piraclostrobina 81 gL⁻¹, Fluxapiroxade 50 g na dose de 1,2 L ha⁻¹. Os tratamentos realizados com fungicidas foram aplicados de forma manual, com o auxílio de um pulverizador costal de capacidade de 20 litros e com o uso devido de EPI. Durante o acompanhamento do experimento, a capina manual dos corredores foi realizada para eliminação de plantas daninhas infestantes.

A quantidade total de calda nas aplicações foi utilizada conforme o cálculo da quantidade utilizada por hectare reduzindo para a área real de aplicação. Todas as aplicações também foram realizadas em condições ambientais adequadas, ou seja, sem vento nos momentos de aplicação, realizada a primeira no início da manhã e a segunda no final da tarde.

A colheita foi realizada com 144 DAS, de forma manual, com auxílio de uma foice, sendo que foram colhidas as quatro linhas centrais da parcela, totalizando uma área colhida final por parcela de 2,55 m², após a finalização da colheita, os feixes ficaram armazenados em local fechado para as demais avaliações.

Os parâmetros avaliados foram altura de inserção da espiga, tamanho da espiga, altura de plantas, peso de mil grãos, número de grãos na espiga peso hectolitro (PH) e produtividade.

A medida da altura de inserção da espiga e altura de plantas, foi medido da base do solo até a altura da inserção da espiga, e da base do solo até o ápice da planta respectivamente, com auxílio de uma trena, já o tamanho da espiga foi realizado com o auxílio de uma régua com 30 cm, sendo que avaliou-se 20 plantas aleatórias por unidade experimental. A colheita ocorreu de forma manual, quando foram colhidas plantas das quatro linhas centrais da parcela, desprezando 0,5 m de borda da parcela e colhida a área útil.

O material foi trilhado com a trilhadora experimental e os grãos separados em sacos individuais para as posteriores avaliações de produtividade e PH. Após a separação, foi feita a verificação de umidade dos grãos com auxílio de um aparelho determinador de umidade juntamente com a determinação do PH, na qual os grãos foram pesados em balanças hectolítricas com a capacidade de um quarto de litro, sendo a conversão realizada através das tabelas oficiais.

A produtividade está expressa em kg ha⁻¹ sendo proporcional a área útil da parcela colhida. O peso de mil grãos foi realizado com 8 subamostras de 100 sementes, conforme especificado nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL,2009).

Após coletados os dados, os mesmos foram submetidos ao teste de normalidade de Anderson Darling e análise descritiva. Após, realizou-se análise de variância (ANOVA). Quando houve significância as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, com auxílio do programa estatístico Minitab (MINITAB, 2016).

Resultados e Discussões

No resumo da análise descritiva, conforme apresentado na Tabela 3, observa-se que o coeficiente de variação para todos os fatores avaliados no experimento foi inferior a 10%, o que mostra que o conjunto de informações tem uma boa homogeneidade (GOMES, 2000). É possível observar, através do p-valor da ANOVA, que houve diferença estatística significativa entre os diferentes manejos de sulfato de zinco na cultura do trigo para peso de mil sementes, peso hectolitro e produtividade.

Tabela 3 - Resumo da análise descritiva e análise da variância de altura de inserção da espiga (A.E.), tamanho da espiga (T.E.), altura de planta (A.P.), peso de mil sementes (P.M.S), peso hectolitro (PH) e produtividade (Prod) do trigo com diferentes manejos de sulfato de zinco.

	A.E.	T.E.	A.P.	P.M.S.	PH.	Prod.
Média	55,11	7,63	62,86	30,50	71,84	3200,40
C.V.(%)	4,90	6,51	4,30	9,96	1,19	9,96
Anderson-Darling	0,914 ^{ns}	0,049 [*]	0,921 ^{ns}	0,140 ^{ns}	0,519 ^{ns}	0,009 [*]
p-valor da ANOVA	0,374 ^{ns}	0,774 ^{ns}	0,485 ^{ns}	0,033 [*]	0,008 [*]	0,000 [*]

C.V. = coeficiente de variação; ns = não significativo; * = significativo pelo teste F (p≥0,05).

Com base nas médias apresentados na Tabela 4, é possível observar que para o peso de mil sementes, a diferença estatística está apenas entre o manejo com sulfato de zinco somente na linha de plantio e o manejo com sulfato de zinco no tratamento de sementes (TS), onde esses manejos se apresentam mais promissores mediante aos outros tratamentos, porém, mesmo assim, não diferem da testemunha.

Tunes *et al.* (2012) relatam que o uso de sulfato de zinco no TS de trigo, onde as mesmas foram tratada com 0,1, 3 e 4 mg de sulfato de zinco por quilograma de semente, resultou em um aumento de peso nos grãos por planta. Ainda na Tabela 4, é possível observar que apesar de não diferir da testemunha, o TS se mostrou com potencial para um PMS elevado, quando comparado em outros manejos do zinco na cultura do trigo.

Tabela 4- Médias de altura de inserção da espiga (A.E.), tamanho da espiga (T.E.), altura de planta (A.P.), peso de mil sementes (P.M.S), peso hectolitro (PH) e produtividade (Prod.) do trigo com diferentes manejos de sulfato de zinco

Tratamentos	A.E. cm	T.E. cm	A.P. cm	P.M.S. g	PH. kg hl ⁻¹	PROD. kg ha ⁻¹
Testemunha	55,11	7,88	62,99	30,50 ab	72,05 ab	3287,00 ab
Linha	57,22	7,65	64,87	28,00 b	71,52 ab	3518,10 a
TS.	55,32	7,68	62,99	34,75 a	72,70 a	3591,20 a
Foliar	55,82	7,44	63,25	29,25 ab	72,05 ab	3257,10 ab
Ts + Linha.	53,20	7,51	60,71	29,50 ab	72,12 ab	2842,00 b
Linha + Foliar.	56,31	7,87	64,19	32,25 ab	72,30 a	2926,80 b
Ts + Foliar.	54,70	7,33	62,04	29,25 ab	71,30 ab	2920,80 b
Linha + Ts + Foliar.	53,15	7,67	61,83	30,50 ab	70,66 b	3260,00 ab

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Linha = Sulfato de Zinco na linha do plantio; TS= Sulfato de zinco no tratamento de sementes; Foliar= Sulfato de zinco via foliar.

No parâmetro de peso hectolitro (PH), observa-se que o manejo com TS e o manejo com sulfato de zinco na linha de plantio + aplicação via foliar se diferem estatisticamente do tratamento em que foram usados os três manejos composto por sulfato de zinco via linha de plantio, via TS e via foliar. O PH apresentado nos resultados deste trabalho varia de 70 até 72.

Segundo Borém e Scheeren (2015) e Instrução normativa 38/2010 do MAPA (BRASIL, 2010), quando o peso hectolitro é menor que 72 é considerado um trigo fora do tipo e quando for 72 ele se encaixa em tipo 3, o que significa que a testemunha, o TS, foliar, o TS+ linha, linha + foliar são considerados tipo 3. Já os demais se encaixam em fora do tipo e.

Em relação a produtividade, observa-se que os tratamentos com aplicação de sulfato de zinco via linha de plantio e via tratamento de sementes separadamente se diferem estatisticamente dos manejos com tratamento de sementes + linhas de plantio e do manejo com tratamento de sementes + aplicação via foliar. Entre a aplicação de sulfato de zinco no tratamento de sementes e via foliar é possível observar que mesmo não diferindo estatisticamente entre si, eles apresentam uma diferença numérica de 1,21 sacas ha⁻¹, o que mostra que sua utilização no tratamento de sementes isoladamente tende aumentar a produtividade, mesmo não tendo diferença estatística com a testemunha.

Segundo Bassoi, Foloni e Silva. (2019), a cultivar Atobá costuma ter em média uma produtividade de até 1490 kg ha⁻¹ e nos resultados houve uma produtividade maior que a média da cultivar, inclusive na testemunha.

O tratamento de semente, em abrangente definição, é o emprego de processos e substâncias que mantenham ou aperfeiçoem o desempenho das sementes, possibilitando a máxima expressão do potencial genético contido nas sementes, é econômico e de fácil execução, também considerado seguro ao homem e ao ambiente (PARISI e MEDINA, 2013).

O Zn é o micronutriente o qual mais limita à produtividade das culturas no Brasil. A forma mais comum na solução do solo é a do cátion Zn²⁺ que se movimenta no solo por difusão, caminhando a favor do gradiente de concentração, ou seja, de uma região de maior concentração para outra de menor concentração (MALAVOLTA, 2006).

Segundo Ribeiro e Santos (1996), a aplicação de zinco via sementes promove o acúmulo do nutriente na planta, especialmente na parte aérea, devido ao incremento no teor de Zn nesse órgão, já que a plântula não absorve grandes quantidades de elementos do solo, visto que ainda não apresenta sistema radicular desenvolvido, nem possui área foliar suficiente para absorver o nutriente via pulverização. Permite, ainda, melhor uniformidade de distribuição do nutriente. Ainda, de acordo com os mesmos autores, semente pobre em zinco origina planta deficiente em zinco quando cultivada em substrato carente nesse nutriente. Assim, a aplicação via sementes, mostra-se uma alternativa para a prevenção de sintomas iniciais de deficiência em algumas formas específicas de cultivo (HEWITT *et al.*, 1954)

Em todos os parâmetros não existem diferenças estatísticas que sejam resultados positivos ou negativos em relação à testemunha, apenas diferem entre si. É possível observar que o zinco no tratamento de sementes, mostra-se mais promissor em relação aos demais tratamentos, justificando o efeito em outras formas de uso, porém, mostra-se neste estudo que diferentes maneiras de oferecer o nutriente para a planta irão resultar em diferentes capacidades de absorção como no caso do tratamento de sementes junto ao foliar.

Alguns autores encontram resultados controversos do encontrado neste experimento. Babavea *et al.* (1999), relatam que o condicionamento de sementes com Zn pode melhorar a emergência da cultura, estabelecimento da planta, e crescimento e rendimento subsequente. Ainda, Masuthi *et al.* (2009) possuem resultados em feijão que quando a semente é peletizada com Zn na forma de SO₄, na dose de 250 mg kg⁻¹ semente, aumenta-se consideravelmente o peso de 100 sementes o que, conseqüentemente, faz com que o rendimento aumente, neste caso 32,1 % de quando não peletizada.

Farooq, Wahid e Siddque. (2012) relatam que o tratamento de sementes possui maior potencial para que seja atendida as necessidades de micronutrientes que as culturas exigem, desta forma por melhor absorção no início da cultura, terão melhor desenvolvimento da planta e também estabelecimento do stand.

Por isso, sugere-se que a utilização do sulfato de zinco seja testada em diferentes doses via tratamento de sementes, para que seja observado se de maneira isolada ele apresenta resultados promissores em relação a produtividade do trigo.

Conclusão

É possível observar que os diferentes manejos estudados, não influenciaram nos parâmetros de produção da cultura do trigo.

Referências

BABAVEA. E. Y.; VOLOBUEVA.V. F.; YAGODIN. B. A.; KLIMAKHIN. Qualidade de semeadura e produtividade de *Echinacea purpurea* em relação à imersão da semente em soluções de manganês e zinco. **Soil Science and Plant Nutrition**, v.4. p. 73-80, 1999.

BASSOI, M.C.; FOLONI, J. S. S.; SILVA, S. R.; **Cultivar de trigo BRS Atobá características e desempenho agrônômico**. Comunicado técnico 96 Embrapa, Londrina, PR, Julho, 2019.

BORÉM, A.; SCHEEREN, P. L. **Trigo do plantio à colheita**. Viçosa, MG. Editora UFV. 2015. 260 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. –Brasília: Mapa/ACS, 2009.399 p

CAMARGO, O. A. **Reações e interações de micronutrientes no solo**. Disponível em:< http://www.infobibos.com/Artigos/2006_3/micronutrientes/Index.htm>. Acesso em: 09 setembro, 2022.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO.; **Acompanhamento da safra brasileira: 7º levantamento: safra 2022/23, 2023**. Disponível em:< <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso em: 10 maio. 2023

CUNHA, G. R.; CAIERÃO, E. **Informações Técnicas para Trigo e Triticale**. Disponível em:< <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/5904/trigo---brs-atoba>>. Acesso em: 12 set. 2022.

DECHEN, A. R; NACTHTIGALL, R; CARMELLO, Q. A. C; SANTOS, L. A; SPERANDIO, M. V. L. Micronutrientes. In: FERNANDES, M. S; SOUZA, S. R; SANTOS, L. A. **Nutrição mineral de plantas**. 2ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2018. 491p.

DELGADINHO, M. J. C.; **Distúrbios do metabolismo do cobre, ferro e zinco**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Fernando Pessoa – Faculdade de ciências da Saúde, Porto.

DELGADO, E. F.; ALVAREZ, J. W. R.; FOIS, D. A. F.; FIGUEREDO, C. K.; TRINDADE, S. A. Épocas e fontes de aplicação de zinco, e seus efeitos na cultura do trigo. **Revista Cultivando o Saber**, v. 10, n. 1, p. 58-67, 2017.

EMBRAPA. Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. Brasília, 2018. 353p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. **Trigo – Brs Atobá**. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/5904/trigo---brs-atoba>>. Acesso em: 10 set. 2022

FAROOQ, M.; WAHID, A.; SIDDIQUE, K. H. M. Aplicação de micronutrientes por meio de tratamento de sementes – uma revisão. **Journal of soil Science and plant nutrition**, v. 12, n. 1, p. 125-142, 2012.

FERRAZZA, F. L. F.; JACOBOSKI, D. T. K.; BORGES, G. T.; CONTI, L.; FIGUEIRÓ, A. G.; PARAGINSKI, R. T.; Efeito de diferentes doses de zinco no tratamento de sementes do trigo. In: XXVIII SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 20-23 outubro, Ijuí, Santa Rosa, Panambi, Três Passos. **Anais...** Unijuí, 1-4p.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 14ª ed. Piracicaba, Degaspari. P.477, 2000.

GRUTER, R.; MEISTER, A.; SCHULIN, R.; TANDY, S.; Green manure effects on zinc and cadmium accumulation in wheat grains (*Triticum aestivum* L.) on high and low zinc soils. **Plant Soil**, v. 422, p. 437-453, 2018.

HEWITT, E. J.; JONES, E. W.; MILES, P. The production of copper, zinc and molybdenum deficiencies in crop plants grown in a culture with special reference to some effects of water supply and seed reserves. **Plants and Soil**, Dordrecht, v. 5, n. 3, p. 205-222, 1954.

KIRKBY, E. A.; ROMEHELD, V. Micronutrientes Na fisiologia de plantas: funções, absorção e mobilidade. **Informações agrônômicas**, v. 118 n.2, p. 1-24, 2007.

MACHADO, A.W. **Zinco tudo que você precisa saber sobre este adubo**. Disponível em:< https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/nutrientes/zinco_466875.html>. Acessado em: 09 set 2022.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638p.

MASUTHI, D. A.; VYAKARANAHAL, B. S.; DESHPANDE, V. K.; Influência da peletização com micronutrientes e botânicos no crescimento, produção de sementes e qualidade do feijão-fradinho. **Journal Agrícola Ciência**, v. 22, p. 898-900, 2009.

MINITAB. **Getting Started With Minitab 17**. Minitab, 2017.82p.

NITSCHKE, P.; CARAMORI, P. H.; RICCE, W. S.; PINTO, L. F. D. **Atlas Climático do Estado do Paraná**. Londrina, PR: IAPAR, 2019.

OLIVEIRA, F. C.; BENETT, C. G. S.; BENETT, K. S. S.; SILVA, L. M.; VIEIRA, B.C. Diferentes doses e épocas de aplicação de zinco na cultura da soja. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 4, Suplemento 1, dez. 2017. p. 28-35.

PARISI, D. J. J.; MEDINA, F. P. **Tratamento de Sementes**. Instituto Agrônômico – IAC. Campinas, SP, 2013.

PRADO, R. M.; ROMUALDO, L. M.; ROZANE, D. E.; VIDAL, A. A.; MARCELO, A. V. Modos de aplicação de zinco na nutrição e na produção de matéria seca do milho BRS 1001. **Bioscience Journal**, v. 24, n. 1, p. 67-74. 2008.

REHMAN, A.; FAROOQ, M.; OZTURK, L.; ASIF, M.; SIDDIQUE, K. H. M. Zinc nutrition in wheatbased cropping systems. **Plant Soil**, v. 422, p. 28-35. 2018.

RIBEIRO, N. D.; SANTOS, O. S. Aproveitamento do zinco na semente na nutrição da planta. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 159-165, 1996.

SANDRI, C.; KIREGER, M. V.; COSTA, W. C.; SILVA, A. R.; BECHOTOLD, I. H.; ZIMMERMANN, L. M. Pontos quânticos ambientalmente amigáveis: destaque para o óxido de zinco. **Química Nova**, v. 40, 2017. p. 1215-1227.

TUNES, L. M.; PEDROSO, D. C.; TAVARES, L. C.; BARBIERI, A. P. P.; BARROS, A. C. S. A.; MUNIZ, M. F. B. Tratamento de sementes de trigo com zinco: armazenabilidade, componentes do rendimento e teor do elemento nas sementes. **Ciência Rural**, v. 42, p. 1141-1146, 2012.