



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE GURUPI
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

STEFFANY DE OLIVEIRA PASSOS

**EFEITO DA APLICAÇÃO FOLIAR DE FONTES E DOSES DE
ZINCO NO DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE ALFACE**

GURUPI-TO
2021

STEFFANY DE OLIVEIRA PASSOS

**EFEITO DA APLICAÇÃO FOLIAR DE FONTES E DOSES DE
ZINCO NO DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE ALFACE**

Monografia foi avaliada e apresentada à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Gurupi, Curso de Agronomia para obtenção do título de Bacharel em Engenharia agrônômica e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Orientador: Dr. Ildon Rodrigues do Nascimento
Co-orientadora: Eng. Agrônoma Ádila Pereira de Sousa

GURUPI-TO
2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

- P289e Passos, Steffany de Oliveira.
 Efeito da aplicação foliar de fontes e doses de zinco no desenvolvimento de mudas de alface. / Steffany de Oliveira Passos. – Gurupi, TO, 2021.
 31 f.

 Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Gurupi - Curso de Agronomia, 2021.
 Orientador: Ildon Rodrigues do Nascimento
 Coorientadora : Ádila Pereira de Sousa

 1. Lactuca sativa. 2. Adubação. 3. Zinco. 4. Nutrição. I. Título

CDD 630

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

STEFFANY DE OLIVEIRA PASSOS

**EFEITO DA APLICAÇÃO FOLIAR DE FONTES E DOSES DE ZINCO
NO DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE ALFACE**

Monografia foi avaliada e apresentada à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Gurupi, Curso de Agronomia para obtenção do título de Bacharel em Engenharia agrônoma e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Data de aprovação: 31 / 07 / 2021

Banca Examinadora

Prof. Dr. Ildon Rodrigues do Nascimento, UFT

Eng. Agrônoma Ádila Pereira de Sousa, UFT

Eng. Agrônomo Renato Sales Coelho, UFT

Ma. Eng. Agrônoma Simone Pereira Teles, UFT

Gurupi – TO
2021

*Dedico este trabalho aos meus pais, Maria
Helena e Marco Antonio, ao meu irmão,
André Vinicius, pelo amor, pela força
incondicional e apoio em minha formação.
Ao grupo de pesquisa NeoTrop.
Aos meus amigos que sempre estiveram
comigo nessa caminhada.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, que me deu vida, saúde, sabedoria e força para que eu chegasse até aqui.

Agradeço em especial a minha mãe Maria Helena Silva de Oliveira, meu pai Marco Antonio Mendes e meu irmão André Vinicius de Oliveira dos Passos que estiveram comigo todo esse tempo me dando apoio, força e por viver junto comigo essa trajetória.

Ao professor Dr. Ildon Rodrigues do Nascimento pela amizade, orientação e ensinamentos que contribuíram para o meu aprendizado e para a realização deste trabalho.

A Mestranda Ádila Pereira de Sousa pela co-orientação, esforços e parceria ao longo da produção deste trabalho.

Aos professores e técnicos-administrativos da Universidade Federal do Tocantins, pelos anos de convivência e amizade.

Aos meus amigos que me acompanharam nessa caminhada e que estiveram comigo nos piores e melhores momentos de todos esses anos, e que de alguma forma me incentivaram a continuar.

A todos que contribuíram para a minha formação e que torceram por mim, meu muito obrigado!

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes doses e fontes de zinco via foliar na biofortificação de mudas de alfaces. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial (3 x 5), sendo quinze tratamentos com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos de três fontes de zinco, aplicados via foliar, os quais foram: sulfato de zinco (0, 50, 100, 150 e 200 g ha⁻¹), óxido de zinco (0, 187, 375, 562 e 750 g ha⁻¹) e quelato de zinco (0; 36,25; 72,50; 108,40; e 145 g ha⁻¹). A cultivar escolhida foi a SVR 2005. Aos 30 DAS, foram feitas as avaliações das características morfológicas das mudas. A muda de melhor qualidade pelo índice de qualidade de mudas de Dikson foi obtida com a dose 187 g ha⁻¹ de óxido de zinco. A fonte sulfato de zinco apresentou uma máxima produção de diâmetro de caule com a dose 200 g ha⁻¹. A fonte óxido de zinco proporciona maiores teores de zinco nas doses 375, 562 e 750 g ha⁻¹. Os maiores teores para o sulfato de zinco foram nas doses de 150 e 200 g ha⁻¹. Já nas doses 72,50 e 108,75 observou-se os maiores teores de zinco na fonte quelato de zinco.

Palavras-chaves: *Lactuca sativa*. Adubação. Zinco.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the effect of the different doses and sources of zinc via the leaves on the biofortification of lettuce seedlings. Were used experimental design completely randomized in a factorial scheme (3 x 5), with fifteen treatments with four replications. The treatments consisted of the three sources of the zinc, applied via foliar, which were: zinc sulfate (0, 50, 100, 150 and 200 g ha⁻¹), zinc oxide (0, 187, 375, 562 and 750 g ha⁻¹) and zinc chelate (0; 36.25; 72.50; 108.40; and 145 g ha⁻¹). The cultivar chosen was SVR 2005. At of the 30 DAS, evaluations of the morphological characteristics of the seedlings were made. The best quality seedling by Dickson quality index was obtained with the dose 187 g ha⁻¹ of zinc oxide. The zinc sulfate source showed a maximum production of stem diameter at the dose 200 g ha⁻¹. The zinc oxide source provides higher levels of zinc at doses 375, 562 and 750 g ha⁻¹. The highest levels for zinc sulfate were in the doses of 150 and 200 g ha⁻¹. At doses 72.50 and 108.75, the highest levels of zinc in the zinc chelate source were observed.

Key-words: *Lactuca sativa*. Fertilization. Zinc

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diâmetro do caule em mudas de alface, em função da aplicação foliar de sulfato de zinco (0; 50; 100; 150 e 200 g Zn ha ⁻¹). Gurupi – TO, 2020.....	15
Figura 2 - Altura de plantas (A), Diâmetro do caule (B), Massa seca da parte aérea (C) e Massa seca total (D) em mudas de alface, em função da aplicação foliar de óxido de zinco (0; 187; 375; 562 e 750 g Zn ha ⁻¹). Gurupi – TO, 2020.....	17
Figura 3 - Altura de plantas (A), Massa seca da parte aérea (MSPA), Massa seca total (MST) e Índice de qualidade de Dickson (IQD) em mudas de alface, em função da aplicação foliar de quelato de zinco (0; 36,25; 72,50; 108,40; e 145 g Zn ha ⁻¹). Gurupi – TO, 2020.....	20
Figura 4 - Teor de Zn em mudas de alface, em função da aplicação foliar de sulfato de zinco (A), óxido de zinco (B) e quelato de zinco (C). Gurupi – TO, 2020.....	21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Altura de plantas (AP), Massa seca da parte aérea (MSPA), Massa seca da raiz (MSR), Massa seca total (MST) e Índice de qualidade de Dickson (IQD) em mudas de alface, em função da aplicação foliar de sulfato de zinco (0; 50; 100; 150 e 200 g Zn ha ⁻¹). Gurupi – TO, 2020.....	15
Tabela 2 - Massa seca da raiz (MSR) e Índice de qualidade de Dickson (IQD) em mudas de alface, em função da aplicação foliar de óxido de zinco (0; 187; 375; 562 e 750 g Zn ha ⁻¹). Gurupi – TO, 2020.	18
Tabela 3 – Diâmetro de caule em mudas de alface, em função da aplicação foliar de quelato de zinco (0; 36,25; 72,50; 108,40; e 145 g Zn ha ⁻¹). Gurupi – TO, 2020.....	19

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4	CONCLUSÕES	22
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23
	ANEXOS	26

1 INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.) é a hortaliça folhosa mais produzida e consumida no Brasil. Em 2020, a pandemia trouxe diversas dificuldades ao produtor. A safra de verão 2019/20, que geralmente garante maior rentabilidade frente ao inverno, teve os ganhos comprometidos pelo fechamento de estabelecimentos a partir de março. Diante disso, produtores reduziram a área em -11,7% tanto no verão quanto no inverno (ANUÁRIO HORTIFRUTI, 2020).

A expectativa inicial para 2021 é de recuperação de parte da área, a depender do comportamento dos preços no verão 2020/21. Como o sentimento ainda é de cautela, os investimentos não devem ser tão intensos. Caso a perspectiva de maior área se concretize, os preços devem ser suficientes para pagar os custos. Com a esperada retomada do funcionamento de restaurantes, escolas e outros estabelecimentos, a procura por folhosas deve aumentar e voltar para patamares mais similares ao observado antes da pandemia, contribuindo para perspectivas mais positivas (ANUÁRIO HORTIFRUTI, 2020).

O zinco é um micronutriente essencial para as plantas em razão da sua participação como co-fator funcional, estrutural ou regulador de grande número de enzimas. Esse elemento é necessário para a síntese do triptofano, que é um precursor do ácido indolacético (AIA) (MARSCHNER, 1986). É importante também para o crescimento (GREWAL et al., 1997) e manutenção da integridade da membrana plasmática da raiz (CAKMAK & MARSCHNER, 1988).

Os principais sintomas verificados nas plantas, quando deficientes em zinco, são: diminuição da fotossíntese devido aos danos nos cloroplastos, o que acarreta desarranjo no transporte eletrônico (ABBAS et al., 2009), redução da atividade da polimerase de RNA, provocando aumento na quantidade de aminoácidos, baixa atividade da dismutase de superóxido e perda da integridade das membranas (FURLANI, 2004).

Quanto à aplicação do micronutriente (Zn), essa pode ser feita via solo, via foliar, sementes ou por fertirrigação. Quando aplicado via foliar, a possibilidade de ser translocado para os frutos ou outras partes da planta é maior do que quando aplicado via solo ou via tratamento de sementes (WELCH, 1995).

A biofortificação agrônômica das plantas é uma forma de fornecer um nutriente importante para metabolismo humano, estando relacionado ao sistema imunológico. Estima-se que um terço da população mundial possui carência de Zn e um quinto da população

mundial pode não estar consumindo este micronutriente em quantidades suficientes (WELCH; GRAHAM, 2004; HOTZ; BROWN, 2004).

O zinco é um mineral que está amplamente distribuído em todo o corpo humano, porém em pequenas concentrações (1,5g a 2,5g). Apesar da quantidade, a sua deficiência está relacionada a quadros patológicos graves que surgem em sua grande maioria em função da deficiência alimentar, presença de compostos quelantes nos alimentos, distúrbios no processo de absorção gastrointestinal ou aumento na excreção urinária. As recomendações diárias de ingestão (RDI) do zinco são de 11 mg dia⁻¹ para homens e 8 mg dia⁻¹ para mulheres adultas. Em algumas fases da vida, as necessidades deste mineral estão aumentadas, como na gestação, infância, puberdade e senilidade (HAMBIDGE et al., 2008).

Estudos apontam que o Zn, quando ingerido diariamente em quantidade adequada, reduz a incidência de câncer, distúrbios neurológicos e doenças autoimunes em humanos (SOUZA, 2013).

Apesar da sua importância na saúde humana, os principais alimentos consumidos nos países em desenvolvimento apresentam baixos teores do micronutriente, tornando seu consumo insuficiente para atender aos requerimentos mínimos diários (CARVALHO; VASCONCELOS, 2013).

Em consequência disto, nos últimos anos têm-se desenvolvido diferentes estratégias para enriquecer os alimentos.

Dentro desse tema se encontra a biofortificação agrônômica, que objetiva adicionar nutrientes à planta por meio da aplicação de fertilizantes via solo, foliar ou semente (SALTZMAN et al., 2013). Salienta-se que é uma técnica relativamente barata e eficiente para aumentar a qualidade nutricional dos alimentos (INOCÊNCIO, 2014).

Neste contexto, objetivou-se com este trabalho, avaliar o efeito de diferentes doses e fontes de zinco via foliar em mudas de alfaces.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre os meses de novembro a dezembro de 2020, em casa de vegetação da área experimental da Universidade Federal do Tocantins Campus de Gurupi/Setor de Olericultura, região sul do Estado do Tocantins, localizada na latitude sul 11°43'45" e longitude oeste 49°04'07" com altitude média de 287 m.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial (3 x 5), sendo quinze tratamentos com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos de três fontes de zinco, aplicados via foliar, os quais foram: sulfato de zinco (0, 50, 100, 150 e 200 g ha⁻¹), óxido de zinco (0, 187, 375, 562 e 750 g ha⁻¹) e quelato de zinco (0; 36,25; 72,50; 108,40; e 145 g ha⁻¹).

A semeadura foi realizada em bandejas de poliestireno expandido (Isopor®) de 200 células, preenchidas com substrato comercial, utilizando a cultivar SVR 2005, em que foram semeadas uma semente por célula na profundidade de 1 cm (Anexo A). A escolha da cultivar de alface foi devido a adaptabilidade da mesma na região Sul do estado do Tocantins.

As plântulas foram submetidas à irrigação manual com início logo após a semeadura, sendo realizadas duas aplicações diárias, para manter o substrato sempre úmido e para melhor desenvolvimento da cultura. Foi efetuada a adubação nitrogenada, sendo 5 g de ureia para 3 L de água, aplicados sobre as bandejas com o auxílio de um regador.

A aplicação das fontes e doses de zinco via foliar, foi realizada 15 dias após a semeadura (DAS) com um borrifador em vazão constante por parcela. No momento da aplicação, foi utilizado uma estrutura plástica ao redor das parcelas para evitar a ocorrência de contaminação nos demais tratamentos.

Aos 30 DAS, foram feitas as determinações das seguintes características:

- Altura da planta (mm): realizada com uma régua, medindo a distância entre o colo e o ápice da muda (Anexo B).
- Diâmetro do colo (mm): realizada com paquímetro digital (Anexo C)
- Número de folhas verdadeiras: feito manualmente, desprezando folhas menores que três cm.
- Massa fresca da parte aérea (g) (Anexo D) e Massa fresca da raiz (g): foi cortado a parte aérea e as raízes, após o corte o material foi pesado em balança analítica eletrônica (0,001 g).

- Massa seca da parte aérea (g) (Anexo E) e Massa seca da raiz (g): o material foi seco em estufa com circulação de ar forçado a 65 C°, até a secagem completa das amostras, após a secagem o material foi pesado separadamente em balança analítica eletrônica (0,001 g).

- Teor de Zn nas mudas (mg kg⁻¹): Os teores foliares de zinco foram determinados através do extrato nítrico-perclórico, por espectrofotometria de absorção atômica (EMBRAPA, 2009).

Tendo em consideração estes indicadores de massa, foi calculado o Índice de qualidade de Dickson para avaliar o desempenho das mudas, segundo a metodologia feita por Dickson et al. (1960). O índice foi calculado de acordo com a seguinte equação:

$$IQD = \frac{MSTotal}{\frac{AP}{DC} + \frac{MSPA}{MSR}}$$

Em que: IQD: Índice de qualidade de mudas; MSTotal: matéria seca total da planta (g); AP: altura das plantas (cm); DC: diâmetro do colo (mm); MSPA: massa seca da parte aérea (g); MSR: massa seca da raiz (g).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Em seguida foi feito ajuste de modelo que melhor descrevesse a variação dos dados observados. As análises estatísticas foram feitas com o programa SISVAR (FERREIRA, 2011), e a plotagem dos gráficos pelo programa Sigmaplot 10.0 (Systat Software Inc.).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que não houve uma relação significativa entre as doses de sulfato de zinco para as características: altura de plantas, massa seca da parte aérea, massa seca da raiz, massa seca total e índice de qualidade de Dickson, conforme pode ser observado na Tabela 1.

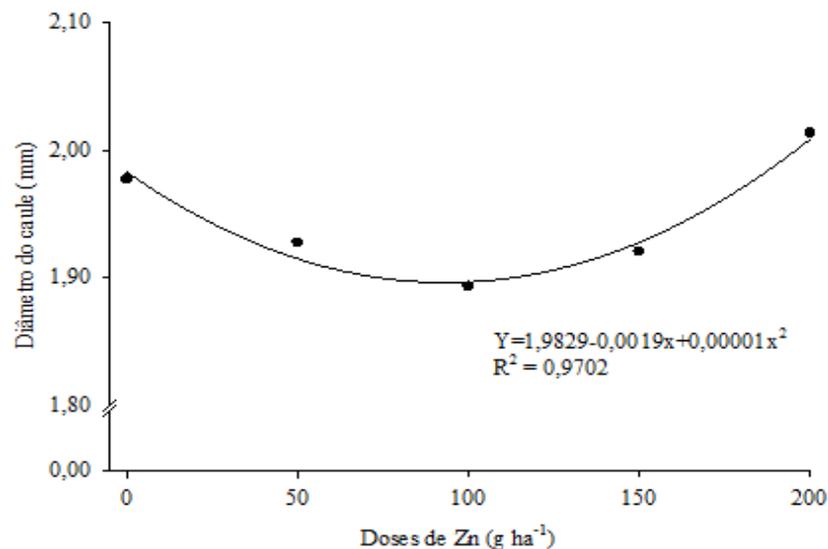
Tabela 1 - Altura de plantas (AP), Massa seca da parte aérea (MSPA), Massa seca da raiz (MSR), Massa seca total (MST) e Índice de qualidade de Dickson (IQD) em mudas de alface, em função da aplicação foliar de sulfato de zinco (0; 50; 100; 150 e 200 g Zn ha⁻¹). Gurupi – TO, 2020.

Doses de Zn (g ha ⁻¹)	AP mm	MSPA ----- g -----	MSR ----- g -----	MST ----- g -----	IQD
0	0,50 a	0,62 a	0,21 a	0,83 a	0,26 a
50	0,61 a	0,94 a	0,21 a	1,15 a	0,25 a
100	0,48 a	0,56 a	0,19 a	0,75 a	0,23 a
150	0,54 a	0,71 a	0,21 a	0,93 a	0,26 a
200	0,59 a	1,32 a	0,21 a	1,54 a	0,24 a
Média geral	0,54	0,83	0,21	1,04	0,25
CV (%)	12,67	65,10	31,17	54,27	33,02

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para a característica diâmetro do caule, os resultados apresentaram efeito significativo, e é possível observar comportamento quadrático em relação às doses, sendo que a máxima produção de diâmetro foi alcançada com a dose 200 g ha⁻¹ de sulfato de zinco (Figura 1).

Figura 1 – Diâmetro do caule em mudas de alface, em função da aplicação foliar de sulfato de zinco (0; 50; 100; 150 e 200 g Zn ha⁻¹). Gurupi – TO, 2020.



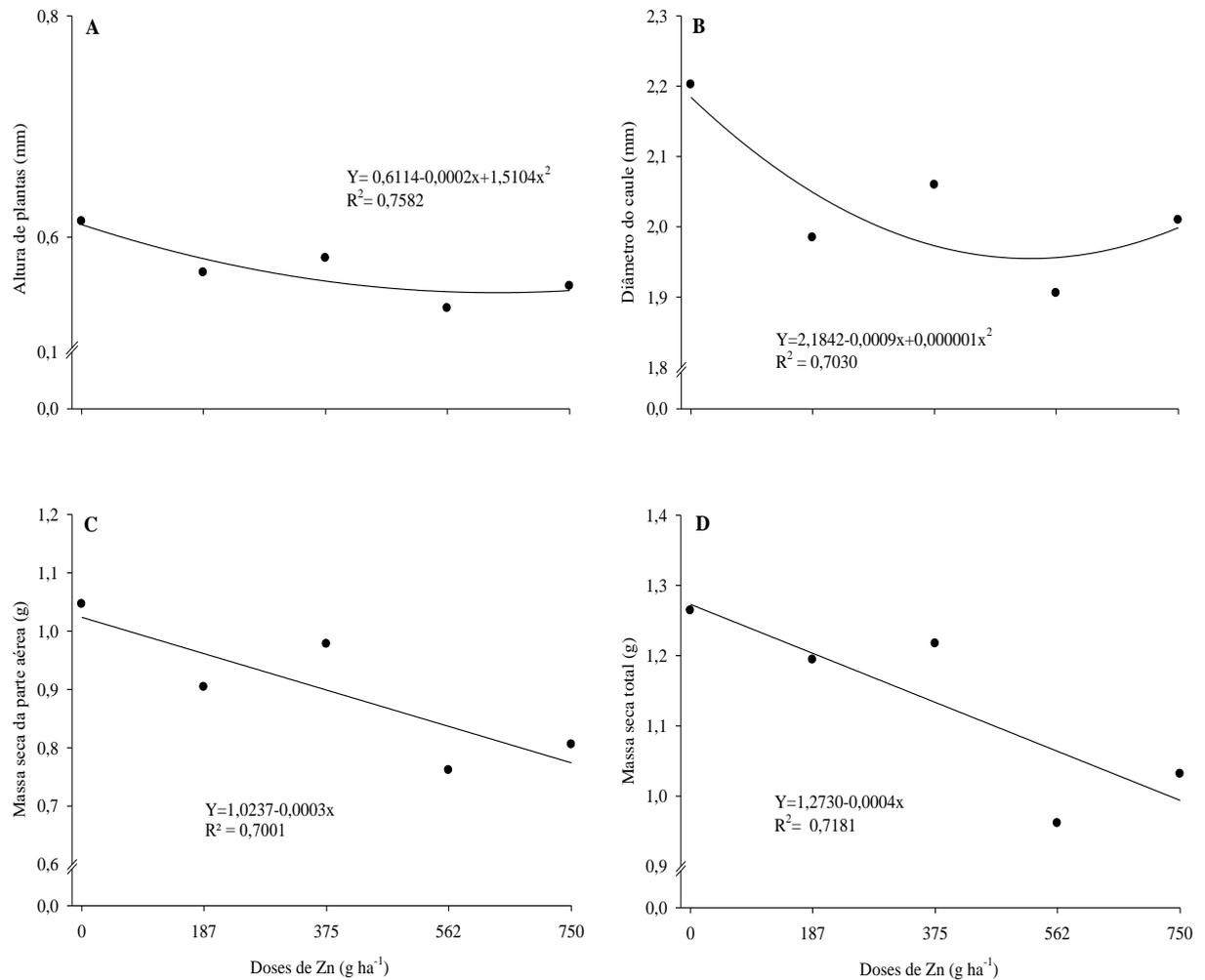
Fonte: (PASSOS, 2021)

Fageria (2002), avaliando doses de Zn no solo, em feijão, relataram resultados semelhantes, não encontrando efeito das doses. Barrameda-Medina et al. (2014), trabalhando com repolho e alface, em hidroponia, e duas concentrações de zinco (0 e 0,5nM Zn), relataram reduções na massa seca de 13 e 32% com aplicação de Zn, respectivamente.

Graciano (2019) estudando a biofortificação agrônômica com sulfato de zinco em cultivares de alface crespa, encontrou resultados superiores de altura de plantas que foram obtidos nas doses de 812,42 g ha⁻¹ (19,02 cm); 631,82 g ha⁻¹ (19,03 cm); 702,79 g ha⁻¹ (19,38 cm) e 737,22 g ha⁻¹ (19,33 cm), respectivamente para as cultivares Brida, Isabela, Thaís e Vanda, utilizando a fonte sulfato de zinco. Com relação ao diâmetro do caule, Graciano (2019) também verificou que os valores para tal característica, em função das diferentes doses de zinco via folha, independentemente da cultivar avaliada, ajustaram-se à equação polinomial de segundo grau, sendo que a dose de 577,41 g ha⁻¹ proporcionou o maior diâmetro de caule, com 22,98 mm.

Verificou-se que houve interação significativa entre as doses de óxido de zinco, para as seguintes características: altura de plantas, diâmetro do caule, massa seca da parte aérea e massa seca total em mudas de alface, como pode ser observado na Figura 2.

Figura 2 - Altura de plantas (A), Diâmetro do caule (B), Massa seca da parte aérea (C) e Massa seca total (D) em mudas de alface, em função da aplicação foliar de óxido de zinco (0; 187; 375; 562 e 750 g Zn ha⁻¹). Gurupi – TO, 2020.



Fonte: (PASSOS, 2021)

Os gráficos de regressão se ajustaram à equação polinomial quadrática para as características altura de plantas e diâmetro de caule (Figura 2). Os maiores valores de altura de plantas e diâmetro do caule foram obtidos nas doses de 0 g ha⁻¹ e 375 g ha⁻¹ de óxido de zinco.

Nas características de massa seca da parte aérea e massa seca total, constatou-se ajuste linear decrescente da regressão, nas doses 0 e 750 g ha⁻¹ de óxido de zinco (Figura 2).

Conforme exposto na Tabela 2, não houve efeito significativo para a característica de massa seca da raiz em mudas de alface com aplicação foliar de doses de óxido de zinco. Para o Índice de qualidade de Dickson as doses 0, 187, 375 e 750 g ha⁻¹ diferiu estatisticamente da dose 562 g ha⁻¹.

Tabela 2 - Massa seca da raiz (MSR) e Índice de qualidade de Dickson (IQD) em mudas de alface, em função da aplicação foliar de óxido de zinco (0; 187; 375; 562 e 750 g Zn ha⁻¹). Gurupi – TO, 2020.

Doses de Zn (g ha ⁻¹)	MSR (g)	IQD
0	0,21 a	0,25 ab
187	0,29 a	0,35 b
375	0,24 a	0,27 ab
562	0,20 a	0,23 a
750	0,22 a	0,27 ab
Média geral	0,23	0,27
CV (%)	20,00	19,19

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Coelho et al. (2010) em estudo com feijão, observaram que na dose de 0,5 L ha⁻¹ de óxido de Zn aplicados via foliar, proporcionou maior acúmulo de massa e matéria seca das plantas.

As maiores médias para a variável índice de qualidade de Dickson (IQD), observadas na Tabela 2, ficaram entre 0,35 e 0,27, sendo a dose 562 g ha⁻¹ apresentou o menor IQD e a maior média foi encontrada na dose de 187 g ha⁻¹ de óxido de zinco.

Freitas *et al.* (2019), estudando a produção de mudas de alface em substrato sob doses de fertilizante organomineral encontraram médias para a variável índice de qualidade de Dickson (IQD) nos valores entre 0,0047 e 0,0160, sendo a dose 0 apresentou o menor IQD e a maior média foi encontrada na dose de 40,7 g kg⁻¹ de substrato. Nas demais doses o desempenho de mudas foi intermediário entre os dois valores extremos.

O índice de qualidade de Dickson é um bom indicador de qualidade de mudas, pois possibilita verificar por meio da interação das características morfológicas a distribuição da biomassa, assim, quanto maior o valor do índice, maior é a qualidade das mudas (LIMA, 2017).

Contudo a resposta à aplicação foliar de zinco depende também de processos de penetração do elemento através da cutícula, da absorção pelas células foliares e do transporte via floema para drenos preferenciais, sendo, portanto, afetada por condições ambientais, características das folhas, natureza e forma química do elemento, e estado iônico interno da planta (PEARSON; RENGEL, 1995).

De acordo com a Tabela 3, a dose 0 e 108,40 diferiram estatisticamente das outras doses para a variável DC em mudas de alface com aplicação foliar de quelato de zinco.

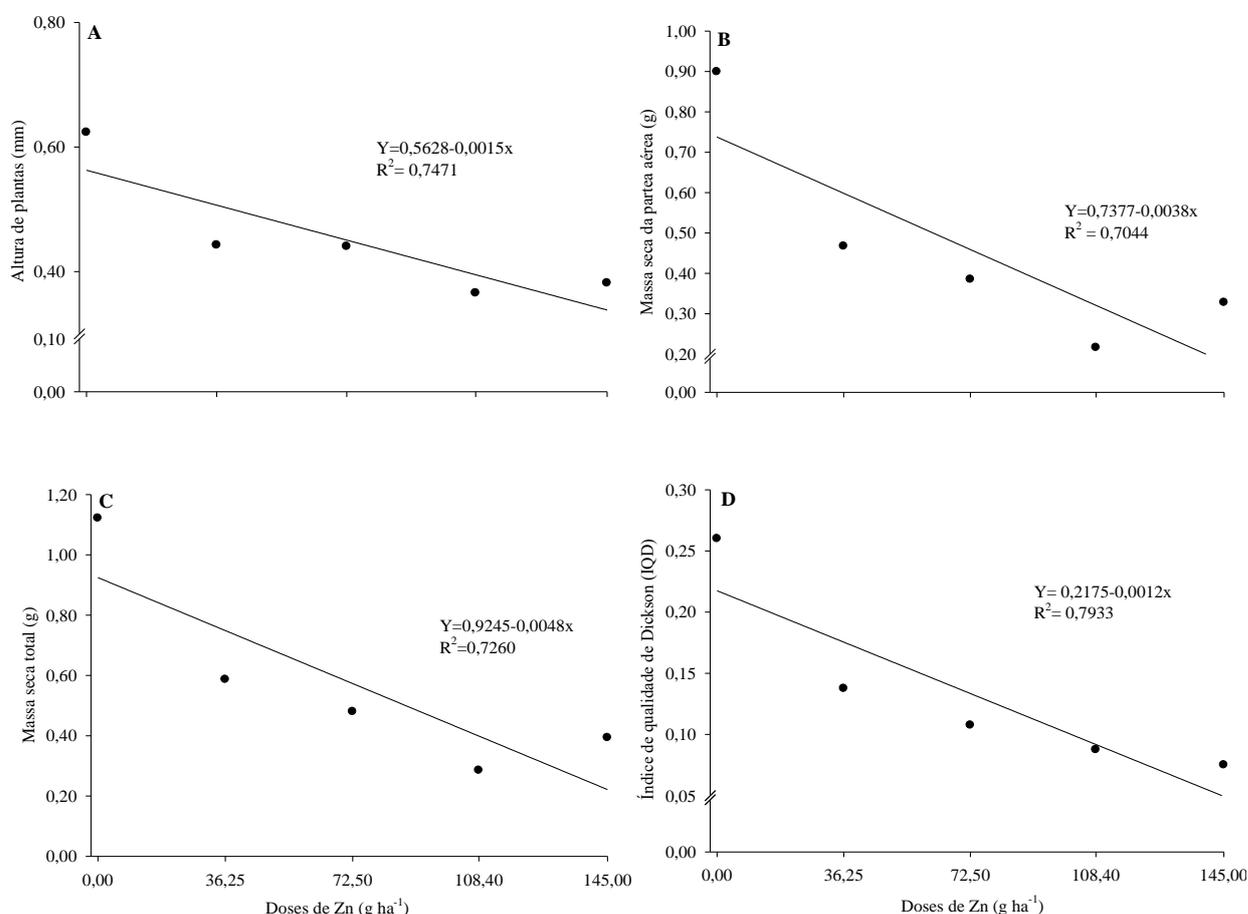
Tabela 3 – Diâmetro de caule em mudas de alface, em função da aplicação foliar de quelato de zinco (0; 36,25; 72,50; 108,40; e 145 g Zn ha⁻¹). Gurupi – TO, 2020.

Doses de Zn (g ha ⁻¹)	DC (mm)
0	2,09 b
36,25	1,30 a
72,50	1,35 a
108,40	1,61 ab
145	1,11 a
Média geral	1,49
CV (%)	21,92

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de *Tukey* a 5% de probabilidade.

Houve efeito significativo para as variáveis altura de plantas, massa seca da parte aérea, massa seca total e índice de qualidade Dickson (Figura 3). Todas essas características das doses da fonte quelato de zinco se ajustaram à equação polinomial linear decrescente da regressão. Após as aplicações de quelato de zinco, foi observado sintomas de fitotoxicidade a medida que se aumentou as doses.

Figura 3 - Altura de plantas (A), Massa seca da parte aérea (MSPA), Massa seca total (MST) e Índice de qualidade de Dickson (IQD) em mudas de alface, em função da aplicação foliar de quelato de zinco (0; 36,25; 72,50; 108,40; e 145 g Zn ha⁻¹). Gurupi – TO, 2020.

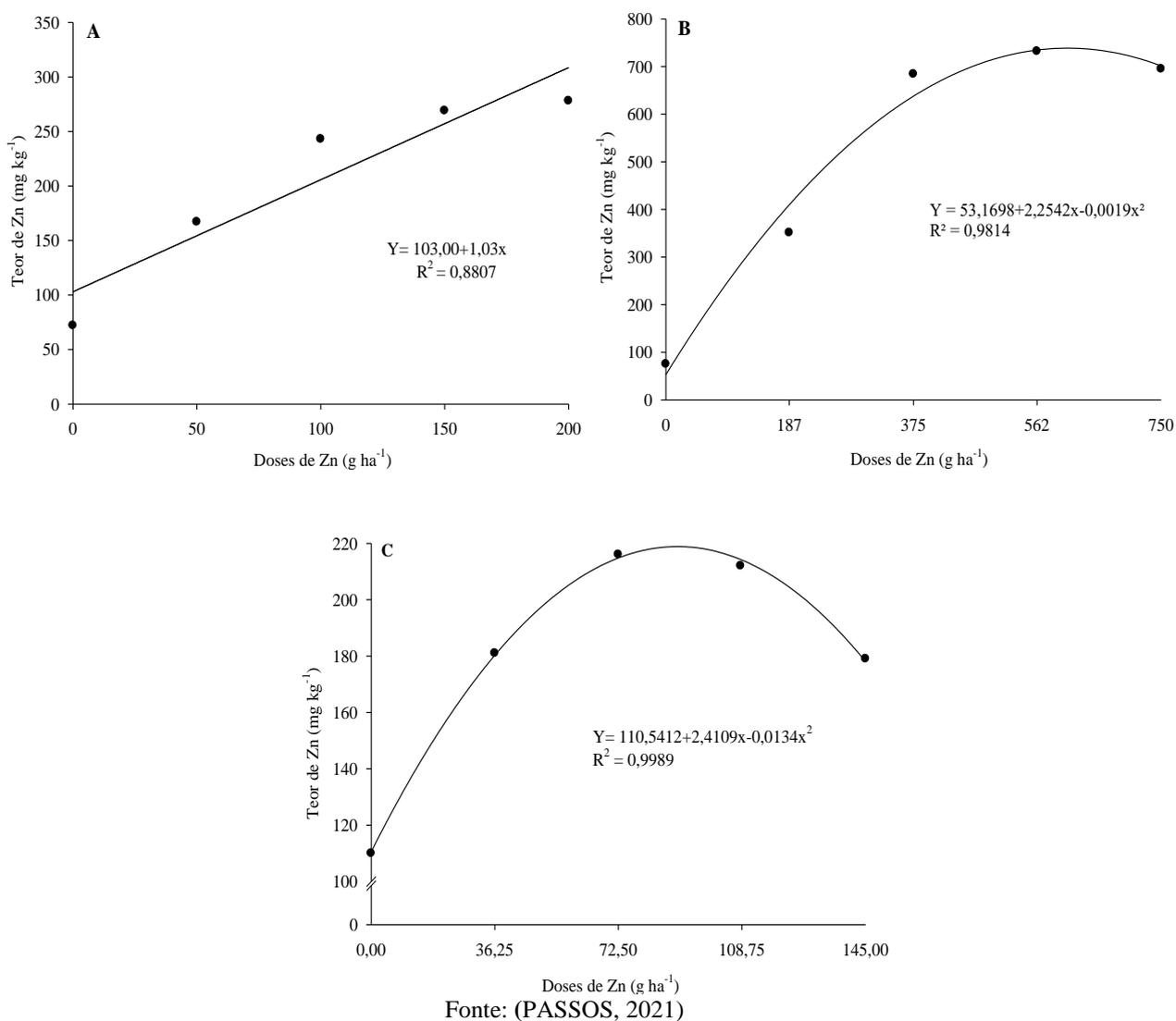


Fonte: (PASSOS, 2021)

Esses resultados corroboram com os da Teixeira (2016), onde observou que a utilização de quelato de zinco não afetou as variáveis de crescimento do capim-mombaça.

De acordo com os resultados obtidos, a característica teor de zinco teve efeito significativo em todas as fontes aplicadas via foliar. A fonte sulfato de zinco se ajustou à equação polinomial linear, obtendo maiores teores de zinco nas doses 150 e 200 g ha⁻¹. As fontes óxido de zinco e quelato de zinco se ajustaram à equação polinomial quadrática, sendo que os maiores teores de Zn para o óxido de zinco foram nas doses de 375, 562 e 750 g ha⁻¹, as doses 72,50 e 108,75 obtiveram os maiores teores de Zn na fonte quelato de zinco (Figura 4).

Figura 4 - Teor de Zn em mudas de alface, em função da aplicação foliar de sulfato de zinco (A), óxido de zinco (B) e quelato de zinco (C). Gurupi – TO, 2020.



Esses resultados discordam com os da Graciano (2019), onde o maior teor foliar de sulfato de zinco encontrado foi de $231,66 \text{ mg kg}^{-1}$, na dose 1600 g ha^{-1} .

De acordo com trabalhos realizados por Kutman et al. (2010), Hussain et al. (2012) e Cambraia (2015), a combinação das adubações via solo e foliar promoveram aumento do teor de Zn nos grãos de diversas culturas. Porém, em hortaliças folhosas, apenas a aplicação foliar pode ser uma alternativa mais viável, pois o zinco é pouco móvel na planta e, sendo as folhas a parte comercializada, tal micronutriente fica concentrado em maiores quantidades nelas.

4 CONCLUSÕES

- A fonte sulfato de zinco proporciona uma máxima produção de diâmetro de caule com a dose 200 g ha^{-1} .

A muda de melhor qualidade pelo índice de qualidade de mudas de Dickson foi obtida com a dose 187 g ha^{-1} de óxido de zinco.

- A fonte sulfato de zinco obteve maiores teores de zinco nas doses 150 e 200 g ha^{-1} . Os maiores teores para o óxido de zinco foram nas doses de 375, 562 e 750 g ha^{-1} , as doses 72,50 e 108,75 obtiveram os maiores teores na fonte quelato de zinco.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBAS, G.; KHAN, M. Q.; JAMIL, M.; TAHIR, M.; HUSSAIN, F. Nutrient uptake, growth and yield of wheat (*Triticum aestivum*) as affected by zinc application rates. **International Journal of Agricultural & Biology**, Islamabad, v. 11, n. 4, p. 389-396, 2009.
- ANUÁRIO HORTIFRUTI 2020/2021 - Retrospectiva 2020 e Perspectiva 2021. CEPEA USP/ESALQ. 2020. 54 pg.
- BARRAMEDA-MEDINA, Y.; LENTINI, M.; ESPOSITO, S.; RUIZ, J. M.; BLASCO, B. Zn-biofortification enhanced nitrogen metabolism and photorespiration process in green leafy vegetable *Lactuca sativa* L. **Journal Science Food Agriculture**, v. 97, p. 1828-1836, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.7983>
- CAKMAK, I.; MARSCHNER, H. **Increase in membrane permeability and exudation in roots of zinc deficient plants.** **Journal of Plant Physiology, Jena**, v. 132, n. 3, p. 356 -361, 1988.
- CAMBRAIA, T. L. L. **Biofortificação agronômica do feijão pelo manejo da adubação com Zn.** 2015. 49 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015.
- CARVALHO, S. M.; VASCONCELOS, M.W. Producing more with less: strategies and novel technologies for plant-based food biofortification. **Food Research International**, Burlington, v. 53, n. 1, p. 961-971, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.12.021>.
- COELHO, Hugo Alexandre et al. Desempenho da aplicação foliar de zinco em feijoeiro. In: **Colloquium Agrariae. ISSN: 1809-8215.** 2010. p. 15-21.
- EMBRAPA. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2.ed., Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627 p.
- FAGERIA, N. K. **The Use of Nutrients in Crop Plants.** Boca Raton, FL: CRC 29 Press. 2009. p. 105.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, p.1039-1042, 2011.
- FREITAS, Angélica Padilha de *et al.* **PRODUÇÃO DE MUDAS DE ALFACE EM SUBTRATO SOB DOSES DE FERTILIZANTE ORGANOMINERAL.** 2019. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2019a/agrar/doses%20de%20fertilizante.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2021.
- FURLANI, A. M. Nutrição Mineral. In: KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 40-75, 2004.
- GRACIANO, P. D. **Biofortificação agronômica com zinco em cultivares de alface crespa.** 2019. 36 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Fitotecnia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/25094/1/Biofortifica%C3%A7%C3%A3oAgron%C3%B4micaZinco.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2021.

GREWAL, H. S.; ZHONGGU, L.; GRANHAN, R. D. **Influence of subsoil zinc on dry matter production, seed yield and distribution of zinc in oilseed rape genotypes differing in zinc efficiency.** *Plant and Soil*, Dordrecht, v. 192, n. 2, p. 181-189, 1997.

HAMBIDGE, K. M.; MILLER L.V.; WESTCOTT, J. E.; KREBS, N. F. Dietary reference intakes for zinc may require adjustment for phytate intake based upon model predictions. **Journal of Nutrition**, v. 138, p. 2363-2366, 2008. DOI: 30 <https://doi.org/10.3945/jn.108.093823>.

HOTZ, C.; BROWN, K. H. Assessment of the risk of zinc deficiency in populations and options for its control. **Food and Nutrition**, Tokyo, v. 25, n. 1, p.91-204, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1177/15648265040251S205>

HUSSAIN, S., MIYAI, T.; FUJISHIRO, H.; KAWAMURA, M.; YASUDA, T.; HIJIKATA, A.; BIN, B.; IRIÉ, T.; TANAKA, J.; ATSUMI, T.; MURAKAMI, M.; NAKAYAMA, M.; OHARA, O.; HIMENO, S.; YOSHIDA, H.; KOSEKI, H.; IKAWA, T.; MISHIMA, K.; FUKADA, T. Biofortification and estimated human bioavailability of zinc in wheat grains as influenced by methods of zinc application. **Plant and Soil**, Crawley, v. 361, p. 279-290, 2012.

INOCÊNCIO, M. F. **Frações de zinco no solo e biofortificação agrônômica com selênio, ferro e zinco em soja e trigo.** 2014. 89 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

KUTMAN, U. B.; YILDIZ, B.; OZTURK, L.; CAKMAK, I. Biofortification of Durum Wheat with Zinc Through Soil and Foliar Applications of Nitrogen. **Cereal Chemistry**, v. 87, n. 1, p. 10-20, 2010. DOI: 31 <https://doi.org/10.1094/CCHEM-87-1-0001>.

LIMA, S.L.; JUNIOR, B.H.M.; COUTO, C.A. do. Relações entre índice de qualidade e variáveis de crescimento em mudas de olerícolas. **Convibra**, Nova Xavantina, v.83, n.2, p.1-8, 2017.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** London: Academic Press, 1986. 671 p.

PEARSON, J. N.; RENGEL, Z. Uptake and distribution of Zn and Mn in wheat grown at sufficient and deficient levels of ⁶⁵Zn and ⁵⁴Mn. I- During vegetative growth. *Journal of Experimental Botany*, v. 46, n. 288, p. 833-839, 1995. DOI: <https://doi.org/10.1093/jxb/46.7.833>.

SALTZMAN, A.; BIROL, E.; BOUIS, E.; BOY, E.; DE MOURA, F.; ISLAM, Y.; PFEIFFER, H. Biofortification: Progress toward a more nourishing future. **Global Food Security**, Washington, v. 20, n. 1, p. 9–17, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2211912412000466?via%3Dihub>. Acesso em: 27 jul. 2021

SOUZA, G. A. **Biofortificação da cultura do trigo com zinco, selênio e ferro: explorando o germoplasma brasileiro** (Tese - Doutorado em Ciência do Solo) Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil, 2013.

STEIN, A. J.; MEENAKSHI, J. V.; QAIM, M.; NESTEL, P.; SACHDEV, H. P. S.; BHUTTA, Z. A. **Technical Monograph 4. Analysing the Health Benefits of Biofortified**

Staple Crops by Means of the Disability-Adjusted Life Years 38 Approach: A Handbook Focusing on Iron, Zinc and Vitamin A. Washington, WA: HarvestPlus, 2005. p. 12-13.

TEIXEIRA, N. M. **Adubação foliar de zinco quelatizado e seus efeitos na produção de capim-mombaça.** 2016. 59 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e Tecnologia Animal, Universidade Estadual Paulista, Dracena, 2016. Disponível em: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UNSP_5195d7214195d2273be300488f252742. Acesso em: 11 jul. 2021.

WELCH, R. M. Micronutrient nutrition of plants. **Critical Reviews in Plant Sciences**, Boca Raton, v. 14, n. 1, p. 48-87, 1995.

WELCH, R. M.; GRAHAM, R. D. Breeding crops for enhanced micronutrient content. **Plant and Soil**, Austrália, v. 245, p. 205-214, 2004.

ANEXOS

ANEXO A- Semeadura foi realizada em bandejas de poliestireno expandido.



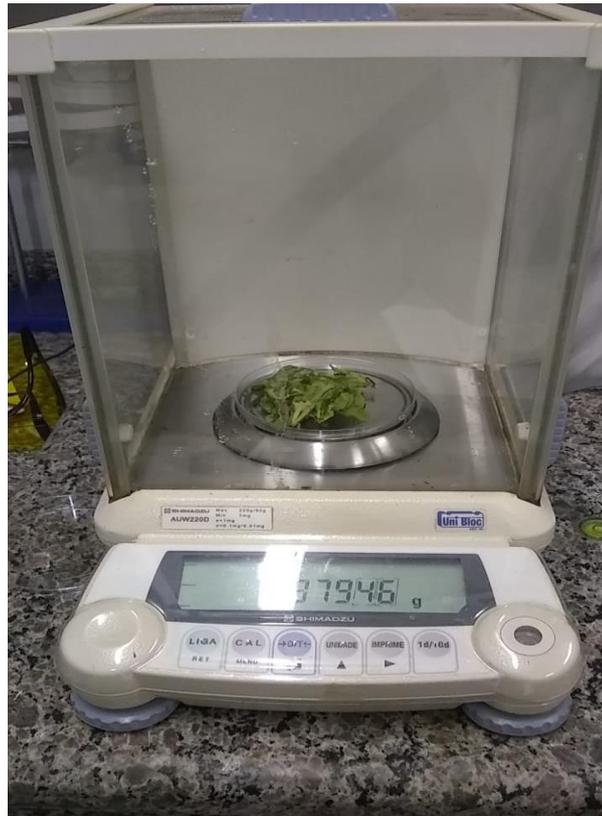
ANEXO B – Altura da planta.



ANEXO C - Diâmetro do colo.



ANEXO D - Massa fresca da parte aérea.



ANEXO E - Massa seca da parte aérea.