

CRESCIMENTO INICIAL DE ALFACE (*Lactuca sativa* L.) E RÚCULA (*Eruca sativa* L.) EM SUBSTRATO ENRIQUECIDO COM NÍQUEL

Douglas Martins de Carvalho¹, Danilo Marcelo Aires dos Santos², Michele Ribeiro Ramos³, Arison José Pereira⁴

RESUMO:

A alface (*Lactuca sativa* L.) e a rúcula (*Eruca sativa* L.) são vegetais bastante consumidos devido as suas propriedades nutricionais. Os nutrientes são importantes para o metabolismo dos vegetais, assim, visando maior produtividade e qualidade do produto, vem-se investindo na aplicação de micronutrientes, via sementes. O níquel (Ni) detém função determinante na germinação das plantas. Contudo, os estudos relativos à sua utilização, em programas de adubação ainda são restritos, principalmente em culturas olerícolas. Neste sentido, em virtude das vantagens que essas hortaliças trazem à saúde humana e com o intuito de constatar a essencialidade deste micronutriente em sua germinação, é que se desenvolveu esta pesquisa, com o objetivo de avaliar o crescimento inicial das plântulas de alface e rúcula, sob diferentes dosagens de sulfato de níquel no substrato. O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado (DIC), utilizando duas espécies de hortícolas (alface e rúcula). Foram realizados 8 tratamentos com 4 repetições para cada cultura, servindo-se dos seguintes tratamentos: testemunha (0,0); 2,5; 5; 10; 20; 40; 80 e 160 mg de Ni kg⁻¹. A velocidade de emergência foi avaliada com contagem diária das plântulas emergidas por tratamento. Após um mês da emergência das plântulas fez-se o levantamento da altura da parte aérea e comprimento da radícula. As amostras foram pesadas e colocadas em estufa com circulação forçada de ar a 105°C por 72 horas. Na sequência realizou-se outra pesagem para obtenção dos valores de massa seca. A adição de Níquel na dose de 70,95 mg de Ni kg⁻¹ de substrato é a mais indicada para a produção de mudas de alface (maior massa seca total). As doses de Ni não influenciaram no crescimento das mudas de rúcula.

Palavras-chave: germinação, hortaliças, micronutrientes.

INITIAL GROWTH OF LETTUCE (*Lactuca sativa* L.) AND ARUGULA (*Eruca sativa* L.) IN NICKEL-ENRICHED SUBSTRATE

ABSTRACT:

Lettuce (*Lactuca sativa* L.) and arugula (*Eruca sativa* L.) are highly consumed vegetables owing to their nutritional properties. Nutrients are vital for plant metabolism; hence, to augment productivity and product quality, efforts have been made in the application of micronutrients through seeds. Nickel (Ni) plays a pivotal role in plant germination. Nevertheless, studies related to its usage in fertilization programs remain limited, particularly in vegetable cultivation. In light of the health advantages these vegetables offer and with the goal of affirming the indispensability of this micronutrient in their germination, this research was conducted to assess the initial growth of lettuce and arugula seedlings under varying quantities of nickel sulfate in the substrate. The experiment was carried out using a completely randomized design (CRD) encompassing two vegetable species (lettuce and arugula). Eight treatments, each with four repetitions for every crop, were implemented, incorporating the following doses: control (0.0); 2.5; 5; 10; 20; 40; 80; and 160 mg of Ni kg⁻¹. The rate of emergence was evaluated through daily counting of seedlings that emerged per treatment. One

¹Engenheiro agrônomo, Consultor técnico Timac Agro, Porto Nacional - TO; douglasmartinscarvalho777@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0004-4471-7852> ² Professor Doutor efetivo da Universidade Estadual do Tocantins do curso de Engenharia agrônômica, Palmas – TO; danilo.ma@unitins.br; <https://orcid.org/0000-0002-6804-1437> ³ Professora Doutora efetivo da Universidade Estadual do Tocantins do curso de Engenharia agrônômica, Palmas – TO; michele.rr@unitins.br <https://orcid.org/0000-0002-4818-4713> ⁴ Professor Doutor efetivo da Universidade Estadual do Tocantins do curso de Engenharia agrônômica, Palmas – TO; arison.jp@unitins.br; <https://orcid.org/0000-0001-9391-3738>

month after seedling emergence, measurements were taken for aboveground height and radicle length. Samples were weighed and subjected to drying in an oven with forced air circulation at 105°C for 72 hours. Subsequently, another weighing was conducted to obtain values for dry mass. The supplementation of nickel at a dose of 70.95 mg of Ni kg⁻¹ of substrate is recommended for lettuce seedling production (resulting in the highest total dry mass). Nickel doses did not exert any influence on the growth of arugula seedlings.

Palavras-chave: germination, vegetables, micronutrients.

INTRODUÇÃO

A produção comercial de hortaliças atingiu em 2016 cerca de 17,9 milhões de toneladas, e um valor bruto da produção correspondente a cerca de 23,2 bilhões de reais no ano, com uma área produtiva em torno de 752 mil ha (IBGE, 2017). No Estado do Tocantins, mais de 2500 produtores de hortaliças folhosas, nos chamados cinturões verdes, movimentam mais de R\$ 39 milhões de reais por ano, sendo responsáveis pela geração de aproximadamente dois mil postos de trabalhos diretos e cinco mil indiretos (IBGE, 2017). Neste contexto, as cidades de Palmas, Gurupi, Araguaína, Porto Nacional e Paraíso do Tocantins são os maiores produtores de hortaliças, que, em sua maioria, são comercializadas diretamente nos supermercados e feiras livres (Brito, 2011). Como principal destaque neste cenário produtivo, apresenta-se a agricultura familiar como responsável pelo abastecimento de alimentos no mercado interno, em que se destaca a produção de hortaliças (Amaro et al, 2007).

A produção de mudas constitui um estágio primordial no sistema produtivo de hortaliças. O plantio destas, observando a qualidade genética, fisiológica e sanitária, é o primeiro passo para a garantia de uma produção qualitativa. No Brasil, inúmeros produtores ainda semeiam suas próprias mudas na propriedade, utilizando instalações e tecnologias mais rudimentares, enquanto outros, geralmente grandes produtores, adquirem mudas diretamente de viveiristas profissionais, os quais utilizam infraestruturas específicas para esta finalidade e mão de obra especializada. No entanto, a qualidade final da muda não depende somente das estruturas utilizadas, mas também da qualidade das sementes e do manejo adequado de pragas, doenças, nutrição e irrigação, dentre outros (Nascimento et al., 2016).

Considerando que o níquel tem função direta na germinação de sementes e que sua ausência pode comprometê-la, ele é considerado insubstituível em razão do reconhecimento de sua essencialidade. A partir do artigo de Brown et al. (1987), estudos relativos à utilização do níquel em programas de adubação ainda se apresentam em fase inicial, concentrando-se principalmente na cultura da soja. Dessa forma, são imprescindíveis pesquisas a respeito da função do Ni no metabolismo das plantas, em especial culturas olerícolas, na disponibilidade e interações com outros nutrientes que ocorrem no solo

e na forma de utilização na agricultura (Santos Neto, 2017).

Tendo em vista que as espécies olerícolas possuem grande capacidade de extração de metais pesados, com a alface em destaque nesse quesito, faz-se necessário uma observação de um possível melhor desempenho na produção de mudas utilizando o Ni como fonte de micronutriente. Possibilitando a redução do tempo de transplante para o campo e no aumento do vigor das plântulas.

Neste sentido, em virtude das vantagens que essas hortaliças trazem à saúde humana e com o intuito de constatar a essencialidade deste micronutriente em sua germinação, é que se desenvolveu esta pesquisa, com o objetivo de avaliar o crescimento inicial das plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.) e rúcula (*Eruca sativa* L.), sob diferentes dosagens de sulfato de níquel no substrato

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na cidade de Palmas – TO, a 230 m de altitude, 10°12' de latitude sul e 48°21' de longitude oeste. A instalação e condução do experimento foi realizado em ambiente sombreado na maior parte do dia, com recebimento de luz solar direta apenas no turno matutino entre 7h e 9h, por isso não se fez necessário a utilização de sombrites. Foi utilizado uma bandeja de poliestireno expandido (Isopor[®]) de 128 células com capacidade volumétrica de 28 cm³.

Como fonte de nutriente foi utilizado o Sulfato de Níquel [NiSO₄ (H₂O)₆] com teor mínimo de Ni contido de 22%. Para a instalação do experimento foram realizadas as pesagens das doses do sulfato de níquel para cada um dos 8 tratamentos, sendo cada dose de sulfato de níquel, diluída em 100 ml de água e misturado em 1 kg de substrato para compor cada tratamento de forma homogênea. O substrato utilizado foi o da marca Carolina Soil[®], composto por turfa, vermiculita, resíduo orgânico, resíduo orgânico agroindustrial classe A e calcário, com pH 5,5 e densidade seca de 130 kg/m³. Depois de feita a mistura do substrato com o sulfato de níquel diluído, o material ficou em descanso por 20 minutos e então distribuído nas células da bandeja.

Os tratamentos consistiram em diferentes doses de Ni, sendo: testemunha – 0,0; 2,5; 5,0; 10; 20; 40; 80; 160 mg kg⁻¹ de Ni (Tabela 1), distribuídos em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições, utilizando duas espécies de

hortícolas, alface (*Lactuca sativa* cv. Americana) e rúcula (*Eruca sativa* cv. Cultivada). No dia 14 de outubro de 2020 houve a realização da semeadura da alface e rúcula, depositando 3 sementes por cada

célula a uma profundidade de 0,5 cm. A irrigação foi realizada através da utilização de um borrifador de água de 500 ml, e feita 3 vezes ao dia.

Tabela 1. Doses de Ni para cada tratamento e a quantidade correspondente de NiSO₄.

Tratamentos	Quantidade de Sulfato de Níquel (mg)
Testemunha	0,0
2,5 mg kg ⁻¹ de níquel	11,36
5 mg kg ⁻¹ de níquel	22,73
10 mg kg ⁻¹ de níquel	45,45
20 mg kg ⁻¹ de níquel	90,91
40 mg kg ⁻¹ de níquel	181,82
80 mg kg ⁻¹ de níquel	363,64
160 mg kg ⁻¹ de níquel	727,27

Velocidade de emergência foi avaliada com base no critério agrônomico, o qual consistiu na contagem diária das plântulas emergidas por tratamento até o 10º dia após a semeadura (DAS). Para o cálculo do índice de velocidade de emergência (IVE), foi realizado adotando a fórmula sugerida por Maguire (1962): $IVE = E1/N1 + E2/N2 + E3/N3 + \dots + En/Nn$. Em que: E1, E2, En= número de plântulas na primeira, na segunda e na última contagem. N1, N2, Nn= número de dias de semeadura à primeira, segunda e última contagem.

Um mês após a emergência em todas as células foi possível realizar o levantamento da altura das plântulas (parte aérea) e comprimento da radícula utilizando uma régua de 20 cm.

Para obtenção dos valores de área foliar, a parte aérea das plântulas foram escaneadas em um integrador de área foliar modelo LI-3100 (LI-COR, Lincoln, Nebraska, EUA), pertencente ao laboratório de zootecnia do Complexo de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Estadual do Tocantins (UNITINS).

Por fim, as amostras foram pesadas para determinação da massa fresca em uma balança de precisão e colocadas em estufa com circulação forçada de ar a 105 °C por 72 horas. Na sequência realizou-se outra pesagem para obtenção dos valores de massa seca das mudas.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. As comparações entre as doses de Ni estudados por meio de análise de regressão através do programa estatístico SISVAR, sendo os modelos escolhidos segundo os melhores ajustes, confirmados pelos maiores valores dos coeficientes de determinação (R²), pela significância dos coeficientes de regressão e do teste F da regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Alface

Em relação à velocidade de emergência houve uma similaridade entre as doses 0; 2,5; 5; 10; 20; 40 e 80 g de Ni kg⁻¹, e um decréscimo considerável na dose de 160 mg de Ni kg⁻¹ de substrato (Figura 1). Ahmad et al. (2009) comentam que a aplicação de níquel em baixas concentrações, até aproximadamente 20 mg L⁻¹, promove aumento na taxa e o índice de germinação, encurtando assim, o tempo para atingir 50% de germinação do girassol (*Helianthus annuus* L.). Ao passo que, na aplicação de altos níveis de Ni (40, 50 e 60 mg L⁻¹) marcaria uma significativa inibição da germinação, causando um atraso considerável em atingir 50% de germinação, diminuindo o comprimento da plúmula, da radícula, bem como os pesos frescos e secos de todos os cultivares.

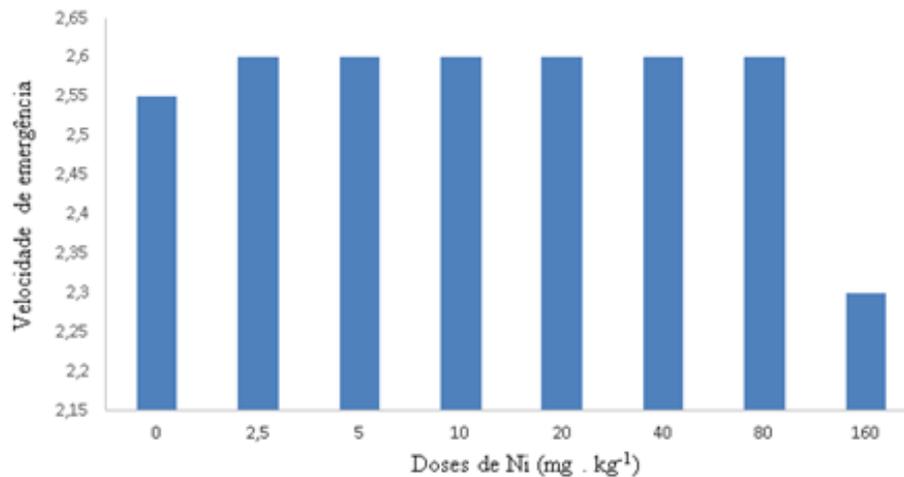


Figura 1. Velocidade de emergência de mudas de Alface (*Lactuca sativa* L.), com adição de doses diferentes de Ni. Palmas/TO 2020.

Ao analisar as variáveis altura de plântulas (AP), comprimento da radícula (CR), área foliar (AF) e massa seca total (MST) das mudas de alface, verificou-se diferenças significativas na utilização das diferentes doses do micronutriente níquel (Ni) (Tabela 2).

Tabela 2. Valor de p para Altura de Plântula, Comprimento da Radícula, Área Foliar e Massa Seca Total de *Lactuca sativa* L sob doses de Ni, Palmas -TO.

	Altura da Plântula	Comprimento da Radícula	Área foliar	Massa Seca Total
P>f (teste F)	0,019*	0,013*	0,011*	0,023*
p>F (Linear)	0,004*	0,29 ^{ns}	0,070 ^{ns}	0,323 ^{ns}
R ² (Linear) (%)	48,28	-	-	-
p>F (Quadrática)	0,022*	0,001*	0,003*	0,001*
R ² (Quadrática) (%)	76,05	76,10	59,57	68,06
CV (%)	10,39	9,80	30,20	29,66

Teste F a 5% no grau de significância.

O modelo de regressão que apresentou melhor ajuste dos dados altura de plântulas, comprimento da radícula, área foliar e massa seca total foi o quadrático. Através da derivada de grau dois, obtida em razão dos resultados estatísticos, foi possível observar que ao adicionar o micronutriente Ni incorporado ao substrato observou-se um acréscimo de todos os fatores, com o aumento das doses de Ni até um ponto máximo.

Para o fator altura de plântulas (Figura 2), o ponto máximo obtido através da derivada foi o de

49,01 mg de Ni kg⁻¹ de substrato, doses superiores a esta observou-se uma queda no incremento da AP. O que indica toxidez em doses superiores de Ni, Reis et al. (2014) afirmam que a sintomatologia da toxidez inclui clorose decorrente da menor absorção de Fe, incluindo um crescimento irrelevante das raízes e da parte aérea e, em casos mais críticos, chegando à deformação de partes da planta, bem como o aparecimento de manchas peculiares nas folhas. Observação esta que justifica o declínio do fator altura de plântulas a partir da dose 135 mg de Ni.

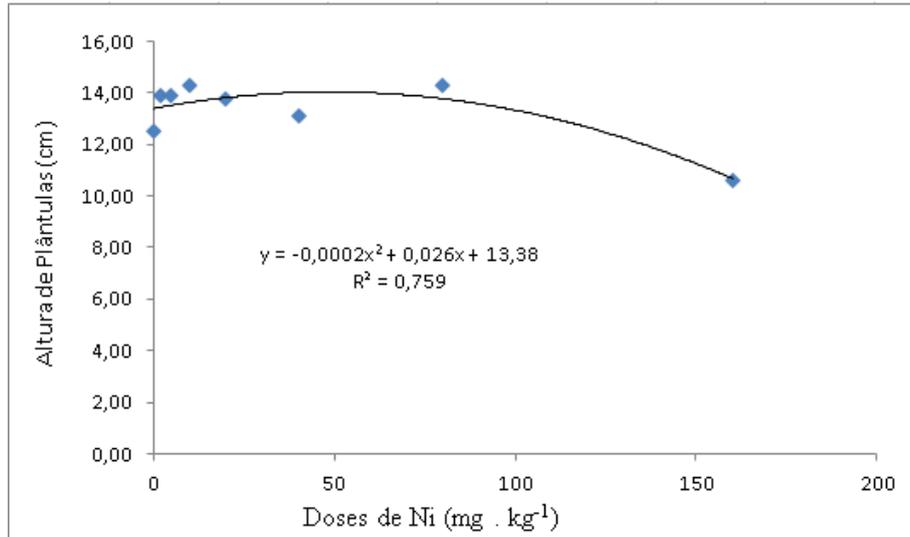


Figura 2. Equação quadrática referente à Altura de Plântulas (cm) de mudas de Alface (*Lactuca sativa* L.), com adição de doses diferentes de Ni. Palmas/TO 2020.

Ao adicionar o micronutriente ao substrato observou-se um incremento do CR (Figura 3) com o aumento das doses de Ni até o ponto máximo de 135 mg de Ni kg⁻¹ de substrato, doses superiores a esta observou-se uma queda no incremento do CR. Corroborando com os resultados de Gomes et al.

(2011), que relatam em situações onde o substrato contém metais pesados, é bastante frequente a redução do sistema radicular da plântula, fator determinante que afeta seu desenvolvimento por restringir o volume de solo explorado e por poder influir no balanço hídrico e nutricional.

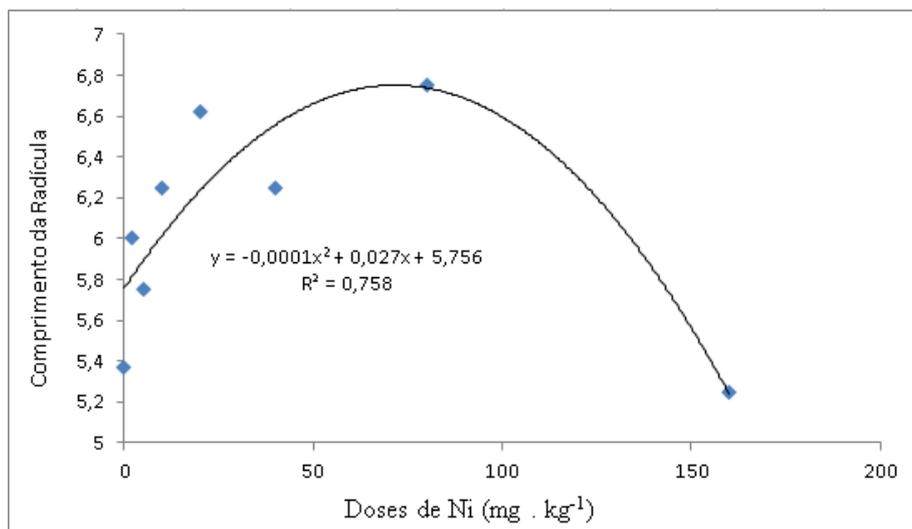


Figura 3. Equação quadrática referente à Comprimento da Radícula (cm) de mudas de Alface (*Lactuca sativa* L.), com adição de doses diferentes de Ni. Palmas/TO 2020.

Ao adicionar o micronutriente ao substrato observou-se um incremento de AF (Figura 4) com o aumento das doses de Ni até o ponto máximo de 90,45 mg de Ni kg⁻¹ de substrato, doses superiores a esta observou-se uma queda no incremento do AF. Para demonstrar o crescente incremento da área foliar proporcional ao aumento das doses de Ni até o ponto

máximo de 90,45 mg/kg⁻¹, Reis et al. (2014) afirmam que o decréscimo do tamanho foliar e o embotamento das pontas das folhas ou folíolos indicam visualmente que a deficiência de Ni nas folhas, bem como a intensidade desse embotamento, varia conforme a severidade da deficiência de Ni.

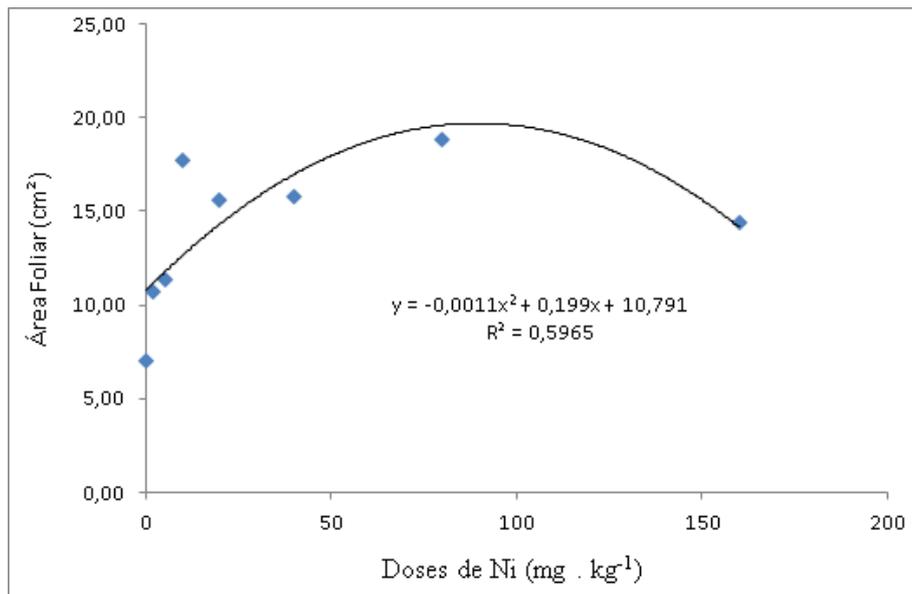


Figura 4. Equação quadrática referente à Área foliar (cm²) de mudas de Alface (*Lactuca sativa* L.), com adição de doses diferentes de Ni. Palmas/TO 2020.

Ao adicionar o micronutriente ao substrato observou-se um incremento de MST (Figura 5) com o aumento das doses de Ni até o ponto máximo de 70,95 mg de Ni kg⁻¹ de substrato, doses superiores a esta observou-se uma queda no incremento de MST.

Resultados semelhantes foram obtidos por Gerendás e Sattelmacher (1997) quando do relato de

que plantas de trigo, soja, couve, abobrinha e girassol tiveram maior produção de matéria seca com a adição de Ni comparado aos tratamentos sem sua presença na solução.

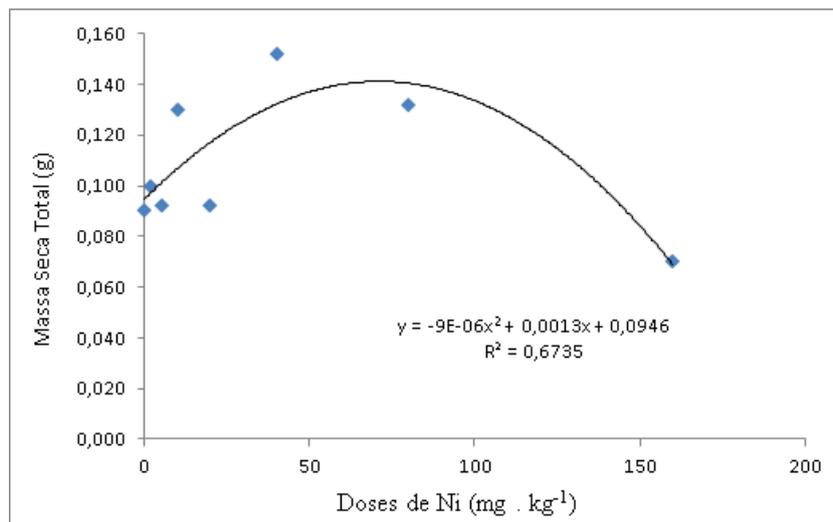


Figura 5. Equação quadrática referente à Massa seca total (g) de mudas de Alface (*Lactuca sativa* L.), com adição de doses diferentes de Ni. Palmas/TO 2020.

Rúcula

Em relação à velocidade de emergência das plântulas de rúcula foi possível visualizar um aumento considerável das maiores doses (80 e 160

mg de Ni kg⁻¹ de substrato) em relação a testemunha (0,0 mg de Ni kg⁻¹ de substrato) (Figura 6).

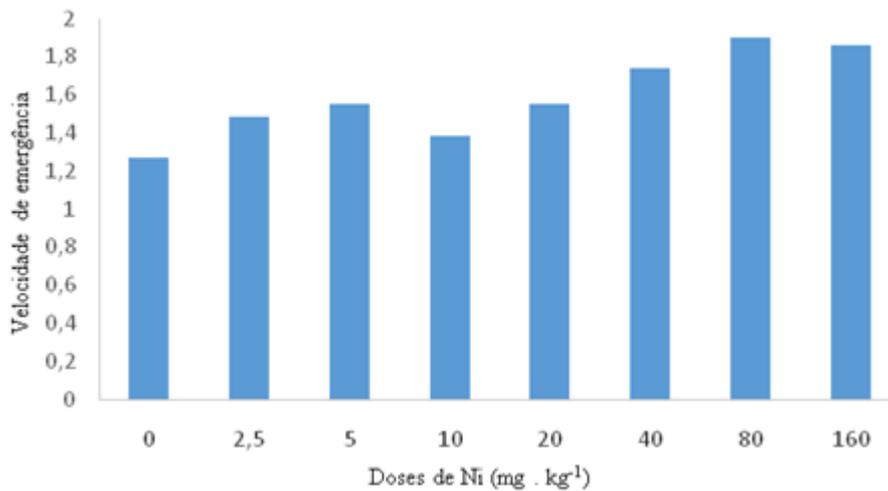


Figura 6. Velocidade de emergência de mudas de Rúcula (*Eruca sativa* L.), com adição de doses diferentes de Ni. Palmas/TO 2020.

Em contrapartida, Ahmad et al. (2009) consideram que a aplicação de níquel em baixas concentrações (até 20 mg L⁻¹) na cultura do girassol acabam promovendo a taxa e o índice de germinação e, por conseguinte, encurtando o tempo para atingir 50% de germinação.

Ao analisar os resultados referentes à rúcula foi observado que houve diferença significativa apenas na variável área foliar na utilização das diferentes doses do micronutriente Ni. As variáveis altura da plântula, comprimento da radícula e massa seca total não obtiveram resultados significativos (Tabela 3).

Tabela 3. Valor de p para a Altura de Plântula, Comprimento da Radícula, Área Foliar e Massa Seca Total de *Eruca sativa* L sob doses de Ni, Palmas -TO.

	Altura da Plântula	Comprimento da Radícula	Área foliar	Massa Seca Total
P>f (teste F)	0,67 ns	0,27 ns	0,02*	0,071 ns
p>F (Linear)	0,52ns	0,37 ns	0,037*	0,10ns
R ² (Linear) (%)	8,43	8,74	50,62	63,93
p>F (Quadrática)	0,41 ns	0,79 ns	0,80ns	0,38ns
R ² (Quadrática) (%)	22,39	9,48	51,27	81,63
CV (%)	34,73	38,48	34,75	29,66

Teste F a 5% no grau de significância.

Observa-se na Figura 7 que o fator massa seca total apresentou resposta linear à aplicação das doses de Ni. Ao adicionar o micronutriente ao

substrato observou-se uma redução da MST em decorrência ao aumento das doses de Ni.

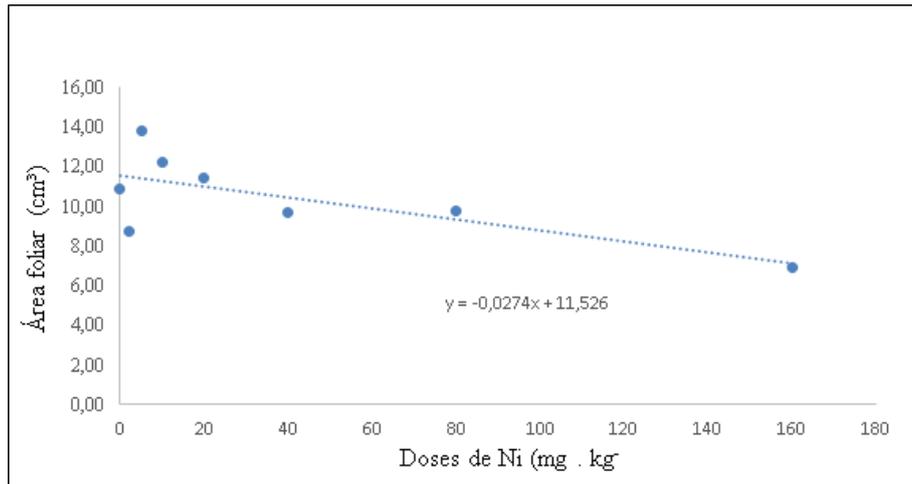


Figura 7. Massa seca total (g) de mudas de Rúcula (*Eruca sativa* L.), com adição de doses diferentes de Ni. Palmas/TO 2020.

Para ilustrar os dados coletados nesta fase da pesquisa, Torres et al. (2016) pontua que nas plantas de milho cultivadas sem calagem observa-se sintomas de fitotoxidez nas doses de níquel, como clorose e abscisão das primeiras folhas nos estádios iniciais de desenvolvimento das plantas, redução no crescimento e produção de biomassa, assim como necrose nas raízes das plantas que recebem as maiores doses de níquel (7,5 e 10 mg dm⁻³ de solo). Conclui, portanto, que a menor produção de massa seca de raízes nos tratamentos que não recebem calagem, é resultante do efeito tóxico do Ni, com maior amplitude nas maiores doses (7,5 e 10 mg dm⁻³ de solo).

CONCLUSÃO

A adição de Níquel na dose de 70,95 mg de Ni kg⁻¹ de substrato é a mais indicada para a produção de mudas de alface (maior massa seca total). As doses de Ni não influenciaram no crescimento das mudas de rúcula.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ahmad, M. S. A.; Hussain, M.; Ashraf, M.; Ahmad, R.; Ashraf, M. Y. (2009) Effect Of Nickel On Seed Germinability Of Some Elite Sunflower (*Helianthus Annuus* L.) **Cultivars Faisalabad**, Pakistan.

Amaro, G.B.; Silva, D.M.; Marinho, A.G.; Nascimento, W.M. (2007). **Recomendações técnicas para o cultivo de hortaliças em agricultura familiar**. Brasília: Embrapa Hortaliças. 16p. (Embrapa Hortaliças. Circular técnica 47).

Brito, L. **Mercado de hortaliças folhosas em expansão no Tocantins**. Secretaria da Comunicação, 2011. Disponível em: www.secom.to.gov.br Acesso em 07 de janeiro de 2021.

Brown, P. H.; Welsh, R. M.; Cary, E. E. Nickel. (1987). A micronutriente essencial for higher plant. **Plant Physiol.**, v. 85, p. 801-803.

Gerendás, J.; Sattelmacher, B. (1997). Significance of Ni supply for growth, urease activity and the concentrations of urea, amino acids and mineral nutrients of urea-grown plants. **Plant and Soil**. v. 190, p. 153-162.

Gomes, M.P. et al. (2011). Efeitos dos rejeitos da indústria de zinco na anatomia e crescimento de plantas jovens de *Salix humboldtiana* Willd. (Salgueiro). **Hoehnea**, São Paulo, v. 38, n. 1, p. 135-142.

IBGE. Senso agropecuário de 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>

Nascimento, W. M. et al. (2016). **Produção de Mudas de Hortaliças**. Embrapa, 1ª ed. 308 p. Brasília.

Reis, A. R.; Rodak, B. W.; Putti, F. F.; Moraes, M. F. (2014). Papel fisiológico do níquel: essencialidade e toxidez em plantas. **Informações Agrônomicas** nº 147. São Paulo.

Santos Neto, J. V. **Forma de aplicação de níquel, cobalto e molibdênio em sistema plantio direto na cultura da soja.** Dissertação (mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia - MG, 2017, 59 f.

Torres, G. N.; Camragos, S. L.; Weber, O. L. S.; Maas, K. D. B.; Scaramuzza, W. L. M. P. (2016). Crescimento de plantas de milho e teor de nutrientes sob doses de níquel e calagem. **Revista Caatinga**, v. 29, n. 4, p. 796-804.