



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE AGRONOMIA**



**PAULA ZANOVELLO BESSA SILVA**

**ADUBAÇÃO POTÁSSICA EM DIFERENTES DOSES E FORMAS DE  
APLICAÇÃO: EFEITOS NA EMERGÊNCIA E VIGOR DA SOJA**

**UBERLÂNDIA – MG  
2022**

**PAULA ZANOVELLO BESSA SILVA**

**ADUBAÇÃO POTÁSSICA EM DIFERENTES DOSES E FORMAS DE  
APLICAÇÃO: EFEITOS NA EMERGÊNCIA E VIGOR DA SOJA**

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado ao curso de  
Agronomia, da Universidade  
Federal de Uberlândia, para  
obtenção do grau de Engenheira  
Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Beno  
Wending

**PAULA ZANOVELLO BESSA SILVA**

**ADUBAÇÃO POTÁSSICA EM DIFERENTES DOSES E FORMAS DE  
APLICAÇÃO: EFEITOS NA EMERGÊNCIA E VIGOR DA SOJA**

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado ao curso de  
Agronomia, da Universidade  
Federal de Uberlândia, para  
obtenção do grau de Engenheira  
Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Beno  
Wendling

Aprovado pela Banca Examinadora em 07 de dezembro de 2022.

Prof. Dr. Beno Wendling  
Orientador

Mateus Fernando Lopes Cruz  
Membro da Banca

Natália Monte Negro dos Santos  
Membro da Banca

**UBERLÂNDIA – MG  
2022**

## **AGRADECIMENTOS**

O desenvolvimento deste trabalho de conclusão de curso contou com a ajuda de diversas pessoas, dentre as quais agradeço:

Ao meu professor orientador, que durante o tempo de construção do trabalho me acompanhou pontualmente, dando todo o auxílio necessário para a elaboração do projeto.

Aos professores do curso de Agronomia que através de seus ensinamentos permitiram que eu pudesse hoje estar concluindo este trabalho.

A todos que participaram das pesquisas, pela colaboração e disposição no processo de obtenção de dados.

Aos meus pais, que me incentivaram a cada momento e não me permitiram que eu desistisse.

## RESUMO

A adubação potássica na cultura da soja tem grande relevância na fisiologia, no desenvolvimento radicular e na formação de grãos. Existem duas principais formas de aplicação do fertilizante potássico: a lanço e no sulco de plantio. Em razão do efeito salino e da alta solubilidade do potássio, é necessário o estudo acerca da proximidade do fertilizante em contato com a semente pois pode ocorrer a redução do poder germinativo e afetar a germinação das plântulas. O objetivo deste trabalho foi estudar a adubação potássica em diferentes doses e formas de aplicação e seus efeitos na emergência e vigor da soja. O experimento foi realizado em casa de vegetação da Universidade Federal de Uberlândia, no Campus Glória, no município de Uberlândia/MG. O solo utilizado nas bandejas foi o Latossolo Vermelho, de textura média. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial  $(2 \times 5) + 1$ , com 3 repetições, sendo duas situações de aplicação (M1: a lanço; M2: incorporado) e 5 dosagens de cloreto de potássio (KCl), além da testemunha, sem aplicação de fertilizantes. Foi utilizada a variedade comercial de soja NEO 710 IPRO, da empresa Neogen. As avaliações realizadas foram: classificação do vigor das plântulas (plantas fortes e fracas), índice de velocidade de emergência (IVE) e massa de matéria seca. Os dados obtidos por meio das avaliações foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 0,05 de significância, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 0,05 de significância pelo programa de análises estatísticas SISVAR. O contato de altas doses cloreto de potássio com a semente no solo reduz o vigor das plântulas e a emergência. A situação de aplicação incorporada tolerou com mais eficiência o aumento de doses, obtendo maior número de plantas fortes, maior velocidade de emergência. Para o índice de massa de matéria seca não houve diferença estatística entre os tratamentos.

**Palavras-chave:** Cloreto de potássio, *Glycine max*, efeito salino, vigor.

## ABSTRACT

Potassium fertilization in soybean has great relevance in physiology, root development and grain formation. There are two main ways of applying K fertilizer: in the field and in the furrow. Due to of the saline effect and the high solubility of potassium, it is necessary to study the proximity of the fertilizer in contact with the seed, since it may reduce the germination power of the seeds and affect seedling germination. The objective of this work was to study the potassium fertilization in different doses and application forms and its effects on the emergence and vigor of soybean. The experiment was conducted in the greenhouse of the Federal University of Uberlandia, on the Campus Gloria, in the city of Uberlândia/MG. The soil used in the trays was Red Latosol of medium texture. The experimental design was a randomized block design (BCT), in a factorial scheme  $(2 \times 5) + 1$ , with 3 repetitions, with two application situations (M1: broadcast; M2: incorporated) and 5 potassium chloride (KCl) dosages, as well as the control, without fertilizer application. The commercial soybean variety NEO 710 IPRO, from the company Neogen, was used. The evaluations made were: classification of seedling vigor (strong and weak plants), emergence velocity index (EVI) and dry matter mass. The data obtained through the evaluations were submitted to variance analysis by the F test at 0.05 significance level, and the means were compared by the Tukey test at 0,05 significance level using the statistical analysis program SISVAR. The contact of high doses potassium chloride with the seed in the soil reduces seedling vigor and emergence. The incorporated application situation tolerated more efficiently the increase of doses, obtaining higher number of strong plants, higher speed of emergence. For the dry matter mass index, in both application situations, the increase in doses provided a reduction in the results, but there was no statistical difference between the treatments.

**Keywords:** Potassium chloride, *Glycine max*, salt effect, vigor.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	10
2.1. A cultura da soja .....	10
2.2. Balanço nutricional .....	10
2.3. Mercado de K <sub>2</sub> O .....	11
2.4. Importância .....	11
2.5. Deficiência de potássio .....	12
2.6. Efeito salino .....	12
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	16
4.1. Índice de Velocidade de Emergência (IVE) .....	16
4.2. Vigor .....	17
4.3. Massa de Matéria Seca.....	19
5. CONCLUSÕES .....	20
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	21

## 1. INTRODUÇÃO

A presença da cultura da soja no Brasil, em 2011, completou 129 anos e os primeiros relatos da exploração da oleaginosa remetem à região Sul do país. Pela ascensão dos cultivos, é encontrada nas diversas condições edafoclimáticas, permitido pelo avanço das tecnologias em áreas como o Cerrado. Na década de 1980, no Brasil Central, a soja liderou a implantação de uma nova civilização, em especial nos estados de Goiás e Mato Grosso, uma vez que refletiu em progresso e desenvolvimento para as localidades que possuíam desvalorização e eram despovoadas (FREITAS, 2011).

De acordo com o 12º levantamento da safra brasileira de grãos 2021/22, divulgado em setembro pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), as colheitas atingiram a produção de 125,5 milhões toneladas em 41,4 milhões de hectares semeados, revelando aumento de 9,9% e 4,9%, respectivamente, em comparação ao alcançado na safra anterior. O acréscimo de área semeada em relação ao último levantamento se deve à incorporação de localidades que, anteriormente, não foram mapeadas, nos estados da Bahia, Goiás e Mato Grosso, além da redução de área no Maranhão (CONAB, 2022).

A cultura da soja continua em expansão e agregou novos territórios do bioma Cerrado, constituindo o estabelecimento de uma nova fronteira agrícola, a chamada MATOPIBA, composta pelos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, todos das regiões Norte e Nordeste do país. Embora as condições necessárias para o cultivo são encontradas, no que tange o crescimento contínuo da área cultivada na região, alguns desafios são enfrentados, sobretudo com os avanços em logística para o transporte do grão, além das questões ambientais (CARNEIRO FILHO; COSTA, 2016; FREITAS, 2011).

Em consonância aos fatores supracitados, a adubação é uma condição extremamente necessária para que a cultura da soja continue em constante evolução. Auferindo sobre os nutrientes com grande relevância no desenvolvimento da oleaginosa, o potássio (K) apresenta destaque por ser o segundo macronutriente mais extraído pela cultura, depois do nitrogênio (N). Posto isso, deve ser manejado com cuidado. Dentre suas funções na planta, atua na ativação enzimática, na regulação da abertura e fechamento dos estômatos, no controle osmótico dos tecidos, além de várias outras funções (BORKERT et al., 1994; EPSTEIN; BLOOM, 2005; MALAVOLTA, 2006; OLIVEIRA JUNIOR et al., 2013).

Fornecer adequadamente o potássio para cultura da soja estimula o aumento da nodulação, do número de vagens por planta, da porcentagem de vagens com grãos, do tamanho da semente, do teor de óleo da semente e diminui o número de grãos enrugados. Assim, é



essencial o manejo correto da adubação potássica pois, geralmente, é realizada no sulco de plantio e, em razão do efeito salino e da alta solubilidade dos sais potássicos, que são frequentemente utilizados, a prática reduz o poder germinativo das sementes (MALAVOLTA, 1980; BERNARDI et al., 2009; PETTER et al., 2012; OLIVEIRA JUNIOR et al., 2013).

Desse modo, o objetivo deste trabalho foi estudar a adubação potássica em diferentes doses e formas de aplicação e seus efeitos na emergência e vigor da soja.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. A cultura da soja**

Pertencente à família Fabaceae, a soja é uma planta anual, ereta, herbácea e de reprodução autógama, apresentando variabilidade para algumas características morfológicas que são influenciadas pelo ambiente. Dentre essas características, a cultura pode ter o ciclo mais precoce (75 dias) e mais tardio (até 200 dias), altura variando de 30 a 200 cm, ao passo que essas variáveis podem influenciar na quantidade de ramificações. No que se refere ao seu sistema radicular, é composto por uma raiz axial (principal) e por raízes secundárias, com distribuição em quatro ordens. Não obstante, este sistema radicular é mais caracterizado como difuso, uma vez que a raiz principal apresenta pouco desenvolvimento (MÜLLER, 1981; SEDIYAMA et al., 1985; TEJO et al., 2019).

### **2.2. Balanço nutricional**

Atualmente, a soja vem alcançando elevados índices de produtividade e, dentre os agentes responsáveis para este desenvolvimento, estão o melhoramento genético e a adubação equilibrada. Esses fatores, em consonância a outras práticas de manejo, são capazes de promover à planta algumas condições necessárias para a expressão do máximo potencial produtivo (ZANCANARO et al., 2004; MANTOVANI et al., 2017).

Em convergência, ao se tratar do aumento da produtividade, vale ressaltar que tem se elevado a extração de nutrientes do solo, além da frequência de ocorrência de áreas que estão em processo de redução das reservas nutricionais, em virtude do volume de grãos produzidos e a alta demanda nutricional para se produzir uma mesma quantidade de tecido vegetal, em especial algumas cultivares mais produtivas. Adicionalmente, o balanço nutricional será negativo, pois a exportação de nutrientes pela cultura é maior do que o que é repostado ao solo, causando desequilíbrio. Caso a oferta de nutrientes via adubação seja menor que a exportação de nutrientes pelos grãos, promovendo, de forma gradual, o esgotamento das reservas nutricionais do solo e, como consequência, comprometendo o potencial produtivo que compõe o sistema de produção (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2013).

### 2.3. Mercado de K<sub>2</sub>O

Ao se tratar do mercado de óxido de potássio (K<sub>2</sub>O), em relação aos custos e disposição dos insumos, é válido dizer que os fertilizantes apresentam-se como o principal componente de custo variável no processo produtivo. O potássio (K), particularmente, dispõe de elevado custo e o mercado brasileiro é altamente dependente do mercado externo, uma vez que importa cerca de 95% de todo o nutriente consumido (MANTOVANI et al., 2017). Adicionalmente, mencionando o parâmetro cosmopolita, países como Alemanha, Bielorrússia, Canadá e Rússia, considerando toda a reserva mundial de K, detêm mais de 80%, ao passo que o Brasil possui apenas 3% (ANDA, 2012).

De acordo com o Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes 2011, divulgado pela Agência Nacional para a Difusão de Adubos (ANDA) (2012), na safra 2012/13, estima-se que foi exportado pelos grãos, apenas dos cultivos de soja brasileiros, cerca de 1,63 milhões de toneladas de K, o correspondente a 2,71 milhões de toneladas de cloreto de potássio (KCl). Desse modo, o Brasil é muito vulnerável ao fertilizante, pois o consumo interno representa cerca de 14% da demanda mundial e a produção atinge pouco mais de 1% da quantidade total produzida.

### 2.4. Importância

O potássio desempenha importantes atividades na planta, atuando na ativação enzimática, na regulação de abertura e fechamento dos estômatos, além do controle osmótico dos tecidos. Em consonância à cultura da soja, o fornecimento adequado de potássio leva ao aumento da nodulação, do número de vagens por planta, da porcentagem de vagens com grãos, do tamanho da semente e, como consequência, maior peso de grãos. Quanto ao teor de óleo da semente, este também torna-se elevado e ocorre a diminuição do número de grãos enrugados (EPSTEIN; BLOOM, 2006; MALAVOLTA, 2006).

Em relação à quantidade absorvida de nutriente pela cultura, vale mencionar que gira em torno de 38 kg de K<sub>2</sub>O para cada tonelada de grão produzida. Ao se considerar a produtividade média de 3.011 kg ha<sup>-1</sup>, a fração absorvida de potássio pela soja é de, aproximadamente, 114,41 kg de K<sub>2</sub>O por hectare semeado no país. Visto isso, e em razão da sua grande eficiência na utilização, esse cultivo é o que mais exporta K e merece atenção para a reposição no nutriente nos processos produtivos (MANTOVANI et al., 2017).

## 2.5. Deficiência de potássio

Proporcionada pela alta mobilidade do K e a sua redistribuição na planta, os sintomas iniciais da deficiência surgem nas folhas velhas. Em condições de campo, inicialmente, ocorre clorose, seguida de necrose nas margens e pontas das folhas velhas, ao passo que aumenta os teores de putrescina (BERINGER; NOTHDURFT, 1985; BORKERT et al., 1994; EPSTEIN; BLOOM, 2005; MALAVOLTA, 2006).

Por conseguinte, quando a deficiência de potássio é mais severa há o aparecimento de sintomas como o mosqueado amarelo nas bordas dos folíolos das folhas na parte inferior da planta. Ao se tratar da dinâmica desta deficiência, ocorre com mais frequência em condições de campo e evolui, basicamente, durante a fase de desenvolvimento vegetativo da cultura da soja (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2013).

## 2.6. Efeito salino

A principal fonte de potássio utilizada na agricultura é o cloreto de potássio (KCl) e o método de aplicação destes fertilizantes merece atenção especial, devido ao elevado grau de salinidade. Ao se aplicar, por exemplo, a lanço, muitas vezes não é fornecida a quantidade de nutriente necessária durante o desenvolvimento inicial da cultura e, ao se aplicar na linha, em doses elevadas pode comprometer o sistema radicular (BEVILAQUIA et al., 2002; SALTON et al., 2002).

Dessa maneira, como a maioria dos fertilizantes são sais, a aplicação pode prejudicar a germinação e o desenvolvimento inicial da plântulas, caso sejam colocadas em proximidade. Logo, o efeito salino na germinação ocorrerá quando a concentração de sais da aplicação for maior que a da semente e a influência negativa da adição de sais, consoante ao KCl, é dependente do incremento provocado pelo fertilizante na concentração eletrolítica da solução do solo nas proximidades das sementes no momento da germinação (DESAI et al., 2004).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação da Universidade Federal de Uberlândia, no Campus Glória, no município de Uberlândia/MG. O solo utilizado nas bandejas foi o Latossolo Vermelho, de textura média (SANTOS et al., 2018). A figura 1 mostra a análise química e textural do solo manejado.

**Figura 1.** Resultados da análise química e textural do solo utilizado

**Resultados da Análise Química:**

pH H <sub>2</sub> O	pH CaCl <sub>2</sub> 1:2,5	pH KCl	C.E. $\mu\text{s}/\text{cm}^{-3}$	P meh.	P rem.	P res.	P total	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	S-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H + Al
				mg dm <sup>-3</sup>						cmolc dm <sup>3</sup>					
5.0	4.6			1.9					38.0		0.1	0.83	0.35	0.2	3.79

SB	t	T	V	m	Relação entre bases:				Relação entre bases e T (%):						
cmolc dm <sup>-3</sup>			%		Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	Ca+Mg/K	Ca/T	Mg/T	Na/T	K/T	H+Al/T	Ca+Mg/T	Ca+Mg+Na+K/T
1.28	1.48	5.07	25	14	2.4	8.3	3.5	11.8	16.37	6.9		1.97	74.75	23.27	23.27

**Resultados da Análise Textura:**

Areia Grossa	Areia Fina	Areia Total	Silte	Argila
		g kg <sup>-1</sup>		
0	0	300	100	600

Fonte: Autor (2022)

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial (2x5) + 1 (Tabela 1), com 3 repetições, sendo duas situações de aplicação (M1: a lanço; M2: incorporado), 5 dosagens de cloreto de potássio (KCl), e a testemunha (sem aplicação de fertilizantes). Foi utilizada a variedade comercial de soja NEO 710 IPRO, da empresa Neogen.

A semeadura foi realizada no dia 30 de maio de 2022, de forma manual, em 33 bandejas. Cada bandeja comportou 7,5 dm<sup>3</sup> de solo e 150 sementes. Foi utilizado um gabarito, nas dimensões de 40 x 3 cm, para facilitar o processo. A quantidade de fertilizante aplicada (Tabela 1) foi calculada para o volume da bandeja.

**Tabela 1** – Tratamentos e doses do fertilizante aplicadas, Uberlândia/MG, 2022.

Tratamentos <sup>1</sup>	Dosagens KCl (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>2</sup>	Dose KCL aplicada na bandeja (gramas) <sup>3</sup>
D0	0	0
D200	200	1,5

(continua)

**Tabela 1** – Tratamentos e doses do fertilizante aplicadas, Uberlândia/MG, 2022.

		(conclusão)
<b>D400</b>	400	3,0
<b>D800</b>	800	6,0
<b>D1600</b>	1600	12,0
<b>D3200</b>	3200	24,0

1- Os tratamentos foram realizados nas duas situações de aplicação, M1: a lanço; M2: incorporado; D0: Testemunha; D200: 200 mg dm<sup>-3</sup>; D400: 400 mg dm<sup>-3</sup>; D800: 800 mg dm<sup>-3</sup>; D1600: 1600 mg dm<sup>-3</sup>; D3200: 3200 mg dm<sup>-3</sup>. 2- Doses do fertilizante cloreto de potássio (KCl), em mg dm<sup>-3</sup>. 3- Dose de KCl aplicada em 7,5 dm<sup>3</sup> de solo (volume da bandeja).

As situações de adubação, tanto “a lanço”, quanto “incorporada”, foram realizadas um dia anterior à sementeira. Para a M1, em 15 bandejas, o fertilizante foi distribuído em toda superfície do solo. Em relação à M2, também em 15 bandejas, o fertilizante foi incorporado ao solo, com o mínimo de revolvimento, porém, mantendo a uniformidade. Quanto à testemunha, houve apenas a sementeira, em 3 bandejas.

As avaliações realizadas foram: classificação do vigor das plântulas (plantas fortes e fracas), índice de velocidade de emergência (IVE) e massa de matéria seca.

Para a classificação do vigor das plântulas, todas as plântulas normais que se apresentaram bem desenvolvidas e morfológicamente perfeitas, sem rachaduras ou lesões, foram computadas como normais fortes (vigorosas). Plântulas que não se enquadraram nos critérios estabelecidos para plântulas normais fortes foram classificadas como normais fracas (pouco vigorosas) (OLIVEIRA, 2009).

Para a determinação do Índice de Velocidade de Emergência (IVE), foi utilizada a fórmula proposta por Maguire (1962), onde:

$$IVE = \frac{N_1}{D_1} + \frac{N_2}{D_2} + \dots + \frac{N_n}{D_n}$$

Em que:

**IVE** é o índice de velocidade de emergência;

**N** é o número de plântulas verificadas no dia da contagem;

**D** é o número de dias após a sementeira que foi realizada a contagem.

Para a determinação da massa de matéria seca, 11 dias após a semeadura, as plântulas foram colhidas e colocadas em estufa, a 65°C, durante 72 horas. Posteriormente, cada amostra foi pesada, com o auxílio de uma balança analítica.

Os dados obtidos por meio das avaliações foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 0,05 de significância, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 0,05 de significância pelo programa de análises estatísticas SISVAR (PENNISI, 2020).

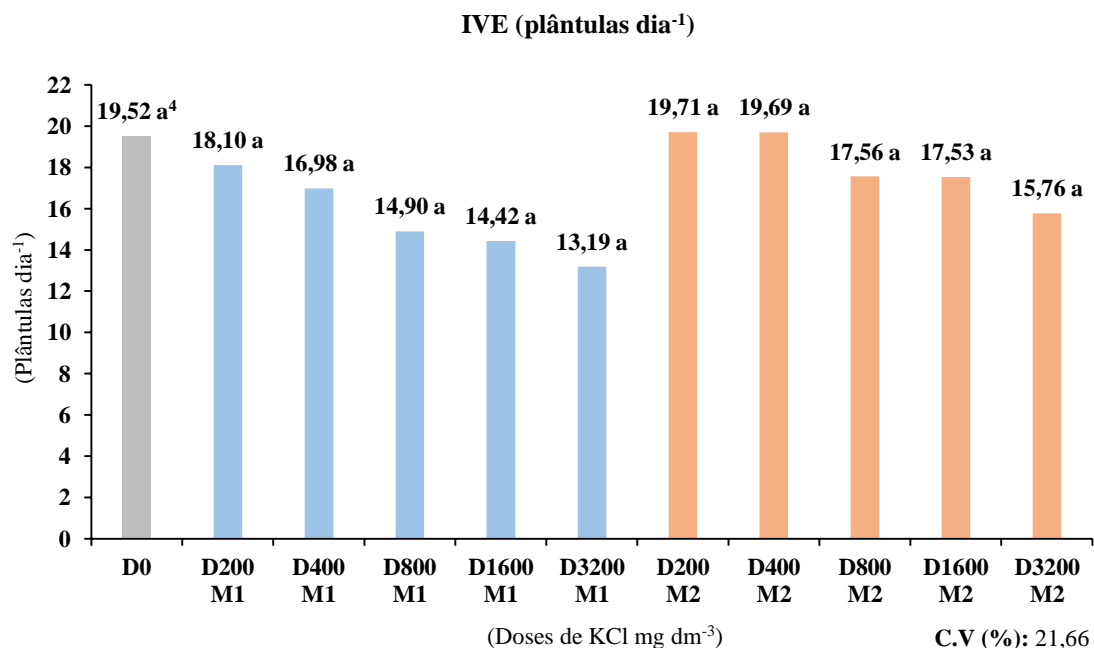
## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Índice de Velocidade de Emergência (IVE)

O resultado para o índice de velocidade de emergência pode ser observado no gráfico 1. Foi possível constatar que não houve diferença estatística significativa entre o tratamento D0 (Testemunha) e os demais tratamentos com as diferentes doses de cloreto de potássio (KCl), nas duas formas de aplicação.

Em um estudo, Tavares et al. (2013) verificaram que o recobrimento de sementes de soja, com cloreto e sulfato de potássio não influencia na germinação das sementes quando utilizado até 5000 mg kg<sup>-1</sup> de semente. Em contrapartida, Silva et al. (2019), ao avaliarem a emergência de plântulas de mulungu sob diferentes níveis de salinidade verificaram redução de plântulas emergidas com o aumento dos níveis de salinidade.

**Gráfico 1** – Índice de velocidade de emergência, em plântulas dia<sup>-1</sup>, da variedade de soja, submetida a diferentes doses de fertilizante. Uberlândia/MG, 2022.



1- D0: Testemunha; D200: 200 mg dm<sup>-3</sup>; D400: 400 mg dm<sup>-3</sup>; D800: 800 mg dm<sup>-3</sup>; D1600: 1600 mg dm<sup>-3</sup>; D3200: 3200 mg dm<sup>-3</sup>. 2- M1: Aplicação “a lanço”. 3- M2: Aplicação “incorporada”. 4- Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.



## 4.2. Vigor

Em relação ao resultado da classificação do vigor das plantas (Tabela 2), em plantas fortes, na situação M1 (a lanço), os tratamentos D0, D200, D400, D800 e D1600 não diferiram estatisticamente entre si. Houve diferença estatística significativa entre a testemunha e o tratamento D3200 assim como entre o tratamento D200 e o tratamento D3200. Quanto à situação M2 (incorporada), os tratamentos não revelaram diferença significativa entre si e a testemunha.

**Tabela 2** – Classificação do vigor das plantas, em plantas fortes, da variedade de soja, submetida a diferentes doses de fertilizante. Uberlândia/MG, 2022.

Tratamentos <sup>1</sup>	Vigor (M1) <sup>2</sup> (plantas fortes)	Vigor (M2) <sup>3</sup> (plantas fortes)
<b>D0</b>	113,33 a <sup>4</sup>	113,33 a
<b>D200</b>	113,33 a	113,00 a
<b>D400</b>	106,33 ab	113,67 a
<b>D800</b>	93,33 ab	110,33 a
<b>D1600</b>	83,00 ab	81,67 ab
<b>D3200</b>	70,67 b	78,33 ab
<b>C.V (%)</b>	13,37	

1- D0: Testemunha; D200: 200 mg dm<sup>-3</sup>; D400: 400 mg dm<sup>-3</sup>; D800: 800 mg dm<sup>-3</sup>; D1600: 1600 mg dm<sup>-3</sup>; D3200: 3200 mg dm<sup>-3</sup>. 2- M1: Aplicação “a lanço”. 3- M2: Aplicação “incorporada”. 4- Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

Quanto ao resultado da classificação do vigor das plantas (Tabela 3), em plantas fracas, na situação M1 (a lanço), não houve diferença estatística significativa entre a testemunha e os tratamentos D200, D400 e D800. Os tratamentos D1600 e D3200 também não revelaram diferença estatística entre si mas se diferiram estatisticamente da testemunha e dos demais tratamentos. Em consonância, na situação M2 (incorporada), considerando todos os tratamentos, inclusive a testemunha (D0), as doses de cloreto de potássio não expressaram diferença significativa entre si.

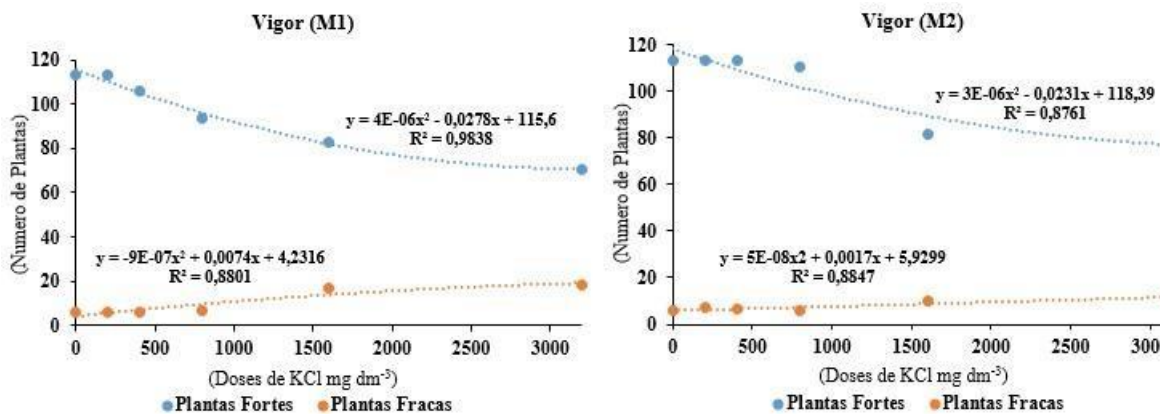
A regressão polinomial (Gráfico 2) apresenta os resultados da classificação do vigor das plantas, nas duas situações de aplicação, em fortes e fracas, com a linha de tendência, indicando diminuição das plantas fortes ao aumentar a dosagem do cloreto de potássio, proporcionada pela elevação do índice de salinidade do fertilizante. Quanto ao número de plantas fracas, este expandiu com o aumento da dose.

**Tabela 3** – Classificação do vigor das plantas, em plantas fracas, da variedade de soja, submetida a diferentes doses de fertilizante. Uberlândia/MG, 2022.

Tratamentos <sup>1</sup>	Vigor (M1) <sup>2</sup> (plantas fracas)	Vigor (M2) <sup>3</sup> (plantas fracas)
D0	6,00 a <sup>4</sup>	6,00 a
D200	6,00 a	7,00 ab
D400	5,67 a	6,33 a
D800	6,67 ab	6,00 a
D1600	16,67 bc	9,67 abc
D3200	18,67 c	11,67 abc
C.V (%)	37,46	

1- D0: Testemunha; D200: 200 mg dm<sup>-3</sup>; D400: 400 mg dm<sup>-3</sup>; D800: 800 mg dm<sup>-3</sup>; D1600: 1600 mg dm<sup>-3</sup>; D3200: 3200 mg dm<sup>-3</sup>. 2- M1: Aplicação “a lanço”. 3- M2: Aplicação “incorporada”. 4- Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

**Gráfico 2** – Classificação do vigor das plantas, em plantas fortes e fracas, da variedade de soja, submetida a diferentes doses de fertilizante. Uberlândia/MG, 2022.



Fonte: Autor (2022)

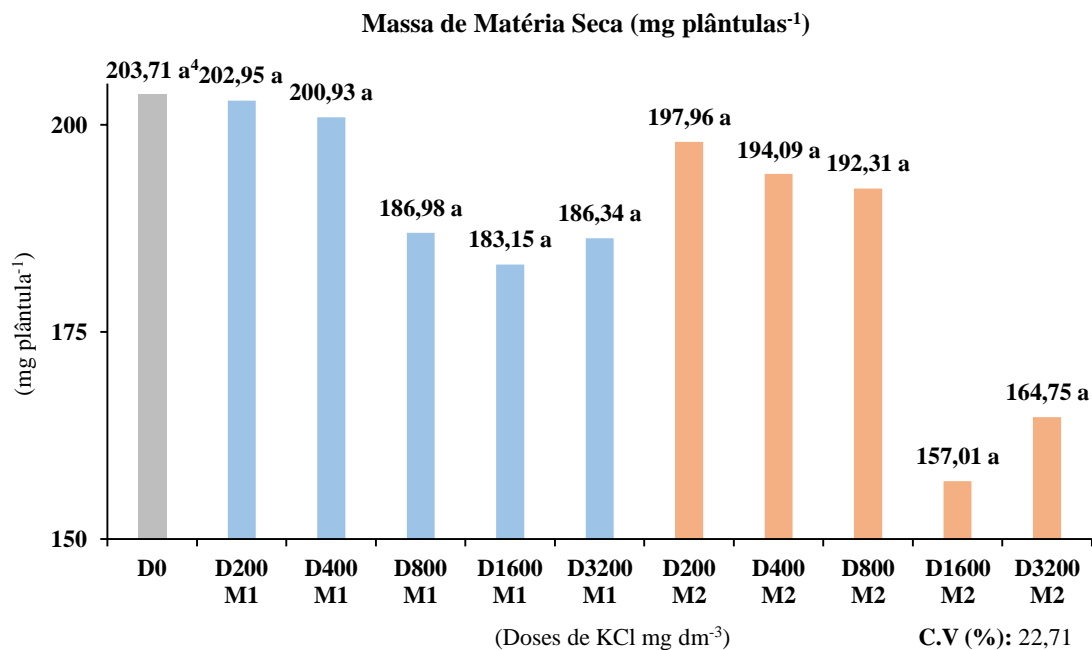
Em um experimento similar, Nunes et al. (2009) sugerem que o KCl, nos níveis mais altos, foi prejudicial à germinação das sementes e ao crescimento das plântulas de crotalária. Em convergência, Gomes Filho et al. (2019), avaliando o cloreto de potássio e o cloreto de sódio no feijão caupi, verificaram que as condições de estresse salino prejudicaram a germinação e o vigor das sementes.

### 4.3. Massa de Matéria Seca

O resultado para a avaliação de massa de matéria seca pode ser observado no gráfico 3. Foi possível verificar que a testemunha e os demais tratamentos, nas duas situações de aplicação, “a lanço” e “incorporada”, não diferiram estatisticamente entre si.

Em um estudo para avaliar os efeitos da salinidade do cloreto de potássio na emergência e no crescimento inicial de plântulas de soja, Ribeiro et al. (2020) constataram que houve redução na massa seca e comprimento das raízes das plântulas de soja em contato com a semente independente das doses. Em outro estudo, na cultura do milho, Fatecha Fois et al. (2017), estudando doses e fontes de potássio no desenvolvimento radicular, verificaram que o aumento da dose provocou diminuição no resultado da avaliação de matéria seca de raiz.

**Gráfico 3** – Índice de velocidade de emergência, em plântulas dia<sup>-1</sup>, da variedade de soja, submetida a diferentes doses de fertilizante. Uberlândia/MG, 2022.



1- D0: Testemunha; D200: 200 mg dm<sup>-3</sup>; D400: 400 mg dm<sup>-3</sup>; D800: 800 mg dm<sup>-3</sup>; D1600: 1600 mg dm<sup>-3</sup>; D3200: 3200 mg dm<sup>-3</sup>. 2- M1: Aplicação “a lanço”. 3- M2: Aplicação “incorporada”. 4- Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

## 5. CONCLUSÕES

O contato de altas doses cloreto de potássio com a semente no solo reduz o vigor das plântulas e a emergência.

A situação de aplicação incorporada tolerou com mais eficiência o aumento de doses, obtendo maior número de plantas fortes.

Para o índice de massa de matéria seca, em ambas as situações de aplicação não houve diferença estatística entre os tratamentos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA A DIFUSÃO DE ADUBOS. **Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes 2011**. São Paulo: ANDA, 2012.

BERINGER, H.; NOTHDURFT, F. Effects of potassium on plant and cellular structures. In: MUNSON, R. D. (Ed.). **Potassium in agriculture**. Madison: American Society Of Agronomy, Crop Science Society Of America, Soil Science Society Of America, 1985. p. 35-67.

BERNARDI, A. C. C. et al. Doses e formas de aplicação da adubação potássica na rotação soja, milho e algodão em sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 2, p. 158-167, 2009.

BEVILAQUA, G. A. P. et al. Aplicação foliar de cálcio e boro e componentes de rendimento e qualidade de sementes de soja. **Ciência Rural**, v. 32, n. 1, p. 31-34, 2002.

BORKERT, C. M et al. Seja o doutor da sua soja. **Informações Agrônomicas**, n. 66, 1994. 16 p.

CARNEIRO FILHO, A.; COSTA, K. **A expansão da soja no Cerrado: caminhos para a ocupação territorial, uso do solo e produção sustentável**. São Paulo: Agroicone, 2016. 30 p.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, Brasília, DF, v. 9, safra 2021/22, n. 12, décimo segundo levantamento, setembro 2022.

DESAI, B. B. et al. **Seeds handbook: biology, production, processing and storage**. 2.ed. New York, Marcel Dekker, 2004. 787p.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Mineral nutrition of plants: principles and perspectives**. 2. ed. Sunderland: Sinauer, 2005. 400 p.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição Mineral de Plantas: Princípios e Perspectivas**. Londrina: Planta, 2006.

FATECHA FOIS, D. A. et al. Influência de doses e de duas fontes de potássio no sistema radicular do milho e na condutividade elétrica no solo. **Investigación Agraria**, San Lorenzo, PY, v. 19, n. 1, p. 28–34, 2017.

FREITAS, M. C. M. A CULTURA DA SOJA NO BRASIL: O CRESCIMENTO DA PRODUÇÃO BRASILEIRA E O SURGIMENTO DE UMA NOVA FRONTEIRA AGRÍCOLA. **Enciclopédia Biosfera: Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 7, n. 12, p. 1-12, 2011.

GOMES FILHO, A. et al. ESTRESSE HÍDRICO E SALINO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE FEIJÃO-CAUPI CV. BRS PAJEÚ. **Colloquium Agrariae. ISSN: 1809-8215, [S. l.]**, v. 15, n. 4, p. 60–73, 2019.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.1, p.176-177, 1962.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.

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

MANTOVANI, A. et al. MÉTODOS DE APLICAÇÃO DE POTÁSSIO NA SOJA EM NITOSSOLO VERMELHO. **Unoesc & Ciência**, Joaçaba, v. 8, n. 2, p. 169-176, 2017.

MÜLLER, L. Taxonomia e morfologia. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J. C. A soja no Brasil. 1 ed. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, p. 65-104, 1981.

NUNES, A. S. et al. Fontes e níveis de salinidade na germinação de sementes de *Crotalaria juncea* L. **Ciência e Agrotecnologia**, [S.L.], v. 33, n. 3, p. 753-757, jun. 2009. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-70542009000300013>.

OLIVEIRA, A. C. S. et al. Testes de vigor em sementes baseados no desempenho de plântulas. **Revista Científica e Internacional**, v. 4, n. 2, p. 1-21, 2009.

OLIVEIRA JUNIOR, A. et al. ADUBAÇÃO POTÁSSICA DA SOJA: CUIDADOS NO BALANÇO DE NUTRIENTES. **International Plant Nutrition Institute**, Piracicaba, n. 143, p. 1-24, 2013.

PENNISI, P. R. C et al. METODOLOGIA CIENTÍFICA E PLANEJAMENTO APLICADOS EM ENSAIOS NO CAMPO. **Idea (Uberlândia)**, Uberlândia, v. 11, n. 1, p. 19-34, ago. 2020.

PETTER, F. A et al. Respostas de cultivares de soja à adubação nitrogenada tardia em solos de cerrado. **Revista Caatinga**, v. 25, p. 67-72, 2012.

RIBEIRO, R. H. et al. Efeito da salinidade do cloreto de potássio na emergência e no crescimento inicial de plântulas de soja. **Pesquisagro**, [S.L.], v. 3, n. 1, p. 110-117, 4 ago. 2020. Revista PesquisAgro. <http://dx.doi.org/10.33912/pagro.v3i1.664>.

SALTON, J. C. et al. **Cloreto de potássio na linha de semeadura pode causar danos a soja**. Dourados: Embrapa, 2002.

SANTOS, H. G. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SEDIYAMA, T. et al. Botânica, descrição da planta e cruzamentos artificial. In: Cultura da Soja – I parte. Viçosa: UFV, p. 5-6, 1985.

SILVA, E. C. A. et al. Salinidade na emergência e no crescimento inicial de mulungu. **Ciência Agrícola**, Rio Largo, v. 17, n. 1, p. 63-69, 2019

TAVARES, L. C. et al. Potássio via recobrimento de sementes de soja: efeitos na qualidade fisiológica e no rendimento. **Ciência Rural**, [S.L.], v. 43, n. 7, p. 1196-1202, jul. 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-84782013000700009>.

TEJO, D. P. et al. SOJA: FENOLOGIA, MORFOLOGIA E FATORES QUE INTERFEREM NA PRODUTIVIDADE. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia da FAEF**, v. 35, n. 1, p. 1-9, 2019.

ZANCANARO, L. Nutrição e adubação. In: FUNDAÇÃO MT. **Boletim técnico de soja 2004**. Rondonópolis: Fundação MT, 2004. Boletim 8, p. 178-216.