



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



JOÃO PAULO PIRES LOPES BARBOSA

**ADUBAÇÃO POTÁSSICA EM DIFERENTES DOSES E FORMAS DE
APLICAÇÃO: EFEITOS NA EMERGÊNCIA E VIGOR DO MILHO**

**UBERLÂNDIA – MG
2022**

JOÃO PAULO PIRES LOPES BARBOSA

**ADUBAÇÃO POTÁSSICA EM DIFERENTES DOSES E FORMAS DE
APLICAÇÃO: EFEITOS NA EMERGÊNCIA E VIGOR DO MILHO**

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

Orientador: Prof. Dr. Beno
Wendling

JOÃO PAULO PIRES LOPES BARBOSA

**ADUBAÇÃO POTÁSSICA EM DIFERENTES DOSES E FORMAS DE
APLICAÇÃO: EFEITOS NA EMERGÊNCIA E VIGOR DO MILHO**

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

Orientador: Prof. Dr. Beno
Wendling

Aprovado pela Banca Examinadora em 01 de fevereiro de 2023.

Prof. Dr. Beno Wendling
Orientador

Mateus Fernando Lopes Cruz
Membro da Banca

Natália Monte Negro dos Santos Jacobi
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 de acompanhou pontualmente, dando todo o auxílio necessário para a elaboração do meu projeto.

Aos professores do curso de Agronomia que através de seus ensinamentos permitiram que eu pudesse estar hoje construindo esse 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

O potássio apresenta elevado impacto na qualidade da cultura do milho, uma vez que possui influência positiva sobre o peso individual de grãos e número de grãos por espiga. Mesmo não fazendo parte de nenhum composto dentro da planta, configura-se importante em inúmeros processos bioquímicos envolvidos com a síntese e o metabolismo de carboidratos. Quanto às formas de aplicação do fertilizante potássico, existem duas principais: a lanço e no sulco de plantio. O cloreto de potássio (KCl) é a principal fonte de potássio utilizada na agricultura e o método de aplicação deste fertilizante merece um cuidado especial, em virtude do elevado índice salino. 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, uma vez que pode ocorrer a redução do poder germinativo das sementes 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 do milho. 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 utilizado o híbrido comercial de milho AS1868 PRO4, da empresa Agroeste. 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. As altas doses de cloreto de potássio (KCl), em proximidade com a semente no solo, reduziu o vigor das plântulas e a emergência. O método de aplicação incorporado tolerou com maior eficiência o aumento de doses, corroborando para maior número de plantas fortes. Em relação ao índice de massa de matéria seca, em ambas as situações de aplicação, o aumento de doses propiciou redução dos resultados, todavia não conferiu diferença estatística entre os tratamentos.

Palavras-chave: *Zea mays* L., cloreto de potássio, vigor, efeito de salinidade.

ABSTRACT

Potassium has a high impact on the quality of the corn crop, since it has a positive influence on individual grain weight and number of grains per ear. Even though it is not part of any compound within the plant, it is important in numerous biochemical processes involved with the synthesis and metabolism of carbohydrates. As for the forms of application of potassium fertilizer, there are two main ones: broadcast and in the planting furrow. Potassium chloride (KCl) is the main source of potassium used in agriculture and the method of application of this fertilizer deserves special care, due to the high salt content. Due to 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 this may reduce the germination power of the seeds and affect seedling germination. The objective of this work was to study potassium fertilization at different doses and forms of application and its effects on emergence and vigor of maize. The experiment was carried out in a greenhouse at the Federal University of Uberlândia, at Campus Glória, in the municipality of Uberlândia/MG. The soil used in the trays was Red Latosol, with medium texture. The experimental design was randomized blocks (DBC), in a factorial scheme (2x5) + 1, with 3 repetitions, with two application situations (M1: broadcast; M2: incorporated) and 5 dosages of potassium chloride (KCl), in addition to the control, without fertilizer application. The commercial corn hybrid AS1868 PRO4, from the company Agroeste, was used. The evaluations carried out were: seedling vigor classification (strong and weak plants), emergence speed index (IVE) and dry matter mass. The data obtained through the evaluations were submitted to analysis of variance by the F test at 0.05 of significance, and the means were compared by Tukey's test at 0.05 of significance by the statistical analysis program SISVAR. High doses of potassium chloride (KCl), in proximity to the seed in the soil, reduced seedling vigor and emergence. The incorporated application method tolerated the increase in doses more efficiently, corroborating for a greater number of strong plants and. Regarding the dry matter mass index, in both application situations, the increase in doses led to a reduction in results, however, it did not confer statistical difference between treatments.

Keywords: *Zea mays* L., potassium chloride, vigor, effect of salinity.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. REVISÃO DE LITERATURA	10
2.1. A cultura do milho	10
2.2. Balanço nutricional	10
2.3. Mercado de K ₂ O	11
2.4. Importância e deficiência de potássio	11
2.6. Efeito salino	11
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

O milho (*Zea mays* L.), pertencente à família Poaceae, oriundo do teosinto, é cultivado há mais de 8.000 anos em muitas partes do mundo, como Estados Unidos, China, Índia, Brasil, França, Indonésia e África do Sul. Em razão da sua alta adaptabilidade, representada por inúmeros genótipos, permite o cultivo desde o Equador até os limites das terras temperadas, além de localidades que vão desde o nível do mar até as altitudes superiores a 3600 m, perfazendo-se, assim, uma cultura presente em climas tropicais, subtropicais e temperados. Em convergência, as principais fontes de uso estão na alimentação animal e humana, por proporcionar elevadas qualidades nutricionais e por conter quase todos os aminoácidos conhecidos, com exceção da lisina e triptofano (BARROS; CALADO, 2014).

De acordo com o 2º levantamento da safra brasileira de grãos 2022/23, divulgado em novembro pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), as projeções apontam para uma produção de 126,4 milhões de toneladas, esperando-se um aumento de 12% em relação à safra anterior. Vale salientar que esse aumento na produção total é resultado da expansão da área cultivada de milho na segunda safra em associação à recuperação da produtividade projetada em campo nas três safras possíveis. Além disso, é esperado um aumento de 3,4% na área semeada e 8,3% na produtividade do setor (CONAB, 2022)

Associado às projeções anteriores, o milho é um produto fundamental para a agricultura brasileira, sendo cultivado em mais de 2 milhões de estabelecimentos agropecuários. Considerando as últimas décadas, a gramínea passou por profundas transformações, sobressaindo-se sua redução como agricultura de subsistência nos pequenos produtores e aumentando o seu papel ao se tratar de uma agricultura comercialmente eficiente, com deslocamento geográfico e temporal da produção. Nesse sentido, apesar do mercado brasileiro de milho ter apresentado crescimento no passado recente, alguns obstáculos ainda precisam ser solucionados para obter maior dinamismo (CONTINI et al., 2019).

Em consonância aos fatores anteriores e considerando as altas projeções da cultura de milho, para a obtenção de altas produtividades é extremamente necessário um bom manejo de adubação e, há pouco tempo, as respostas à adubação da cultura ficavam limitadas a nitrogênio (N) e fósforo (P) (COELHO et al., 2007; LANGE et al., 2019). Ademais, ao se considerar a adubação potássica, havia pouca expressividade, uma vez que as áreas possuíam baixa produtividade e reduzido teor de potássio (K) nas frações trocável e não trocável do solo (TAKASU et al., 2014; LANGE et al., 2019).

Adicionalmente, vale ressaltar que o K é visto como o segundo elemento mais absorvido pelas plantas. Todavia, adubações potássicas em áreas com teor adequado do nutriente no solo não corroboram em ganhos no quesito produtividade, uma vez que pode ocorrer perdas por lixiviação, sendo potencializadas em solos que possuem textura média a arenosa, com baixa capacidade de troca de cátions (CTC), além de alta pluviosidade anual (BARROS; CALADO, 2014).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi estudar a adubação potássica em diferentes doses e formas de aplicação e seus efeitos na emergência e vigor do milho.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A cultura do milho

Em relação à classificação botânica, o milho pertence à ordem Gramineae, família Poaceae, tribo Maydeae, gênero *Zea* e espécie *Zea mays* L. (BARROS; CALADO, 2014). Quanto à constituição anatômica, é classificada como uma gramínea tropical, com seu colmo cilíndrico e atingindo em média 2m, com nó e entrenó, e quando termina o estágio vegetativo, há uma inflorescência masculina, o pendão. Além disso, a cada nó acima do solo emergem as folhas com 0,9m de comprimento e cerca de 0,07-0,09m de largura, que quando termina o estágio vegetativo, nas axilas, há uma inflorescência feminina, a espiga, iniciando o estágio reprodutivo (FORNASIERI FILHO, 2007).

De acordo com a *Food and Agriculture Organization* (FAO) (2016), o milho é considerado um dos cereais que constituem o tripé da dieta mundial, juntamente com o arroz e o trigo. Em sua totalidade, compreendem pouco mais de 42% do suprimento calórico e, quando o foco são os países emergentes, passam a ser responsáveis por 50% do fornecimento de calorias (ZANCANARI, 2019).

2.2. Balanço nutricional

O potássio apresenta elevado impacto na qualidade da cultura do milho, uma vez que possui influência positiva sobre o peso individual de grãos e número de grãos por espiga. Mesmo não fazendo parte de nenhum composto dentro da planta, configura-se importante em inúmeros processos bioquímicos envolvidos com a síntese e o metabolismo de carboidratos, como a fotossíntese, respiração e translocação orgânica (BULL; CANTARELLA, 1993; DEPARIS, 2006).

Considerado o cátion mais abundante na planta, o K, quando comparado com outros elementos, é possível notar a diferença na velocidade de absorção. Em relação à taxa de absorção, é relativamente lenta até 30 dias após a germinação, mas aumenta consideravelmente após este período, permanecendo em taxa constante de crescimento por um período de 20 a 25 dias. Quanto a este período, a absorção diária pode chegar a taxa de 7,3 kg ha⁻¹ dia⁻¹. Vale salientar que a taxa de absorção iônica varia com o material genético e com a densidade de plantas. (GAMBOA, 1980; FURLANI et al., 1977; VASCONCELLOS et al., 1982).

2.3. Mercado de K₂O

Quando se fala no mercado de K₂O, com relação aos custos e disposição dos insumos, é válido ressaltar que o principal componente de custo variável no processo produtivo são os fertilizantes. Particularmente, o K dispõe-se de elevado custo e o Brasil é altamente dependente do mercado externo, uma vez que possui suficiência em apenas 5% de todo nutriente que é consumido. Outrossim, mencionando o parâmetro global, países como Alemanha, Bielorrússia, Canadá e Rússia detêm mais de 80% de toda reserva mundial de K, ao passo que as terras brasileiras possuem apenas 3% (ANDA, 2012; MANTOVANI et al., 2017).

2.4. Importância e deficiência de potássio

O potássio (K) é considerado um elemento fundamental para a produção do milho, pois depois do nitrogênio, é o elemento absorvido em maiores quantidades e, em média, 30% é exportado nos grãos. É um cultivo altamente dependente da utilização de fertilizantes químicos advindos do mercado externo, que em sua maioria, apresentam preços elevados. Vale salientar que a adubação potássica no milho é bastante criteriosa, principalmente quando o KCl é a fonte deste elemento. Além disso, uma vez usado de maneira errônea, pode afetar o desenvolvimento inicial da cultura, diminuir o estande de plantas e afetar diretamente na produção (COELHO, 2005; FANCELLI, 2009).

Em relação à deficiência de K, as plantas apresentam redução no porte e, devido à alta mobilidade e redistribuição na planta, os sintomas iniciais surgem nas folhas velhas. Nas condições de campo, inicialmente, ocorre clorose seguida de necrose nas margens e pontas das folhas, uma vez que os teores de putrescina vão aumentando (BERINGER; NOTHDURFT, 1985; BORKERT et al., 1994; EPSTEIN; BLOOM, 2005; MALAVOLTA, 2006).

2.6. Efeito salino

O cloreto de potássio (KCl) é a principal fonte de potássio utilizada na agricultura e o método de aplicação deste fertilizante merece um cuidado especial, em virtude do elevado índice salino (116,3). Quando se aplica, por exemplo, a lanço, na maioria dos casos não é fornecida a quantidade necessária de nutriente durante o arranque inicial da cultura e, em

contrapartida, ao se aplicar no sulco de plantio, em doses elevadas o sistema radicular pode ficar comprometido (SALTON et al., 2002; BEVILAQUIA et al., 2002).

Nesse sentido, para Desai et al. (2004), como a maioria dos fertilizantes são sais, a forma de aplicação influencia na germinação e no desenvolvimento inicial de plântulas, caso as sementes estejam em proximidade. Dessa forma, ocorrerá o efeito salino na germinação quando a concentração de sais da aplicação for maior que a da semente e a interferência negativa da adição de sais, relativa ao KCl, é dependente do incremento provocado pelo fertilizante na concentração eletrolítica da solução nas proximidades das sementes no momento da germinação.

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 ₂ O	pH CaCl ₂	pH KCl	C.E.	P meh.	P rem.	P res.	P total	Na ⁺	K ⁺	S-SO ₄ ⁻	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H + Al
1 : 2,5			μs/cm ³	mg dm ⁻³							cmolc dm ⁻³				
5.0	4.6			1.9					38.0		0.1	0.83	0.35	0.2	3.79
SB	t	T	V	Relação entre bases:				Relação entre bases e T (%):							
cmolc dm ⁻³			%	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 ⁻¹													
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) e 5 dosagens de cloreto de potássio (KCl), além da testemunha, sem aplicação de fertilizantes. Foi utilizado o híbrido comercial de milho AS1868 PRO4, da empresa Agroeste.

A semeadura foi realizada no dia 30 de maio de 2022, de forma manual, em 33 bandejas. Cada bandeja comportou 7,5 dm³ 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 ¹	Dosagens KCl (mg dm ⁻³) ²	Dose KCL aplicada na bandeja (gramas) ³
D0	0	0
D200	200	1,5

(continua)

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

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

1- Os tratamentos foram realizados nas duas situações de aplicação, M1: a lanço; M2: incorporado; D0: Testemunha; D200: 200 mg dm⁻³; D400: 400 mg dm⁻³; D800: 800 mg dm⁻³; D1600: 1600 mg dm⁻³; D3200: 3200 mg dm⁻³. 2- Doses do fertilizante cloreto de potássio (KCl), em mg dm⁻³. 3- Dose de KCl aplicada em 7,5 dm³ de solo (volume da bandeja).

As situações de adubação, tanto “a lanço”, quanto “incorporada”, foram realizadas um dia anterior à semeadura. 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 semeadura, 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 semeadura que foi realizada a contagem.

Para a determinação da massa de matéria seca, 8 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).

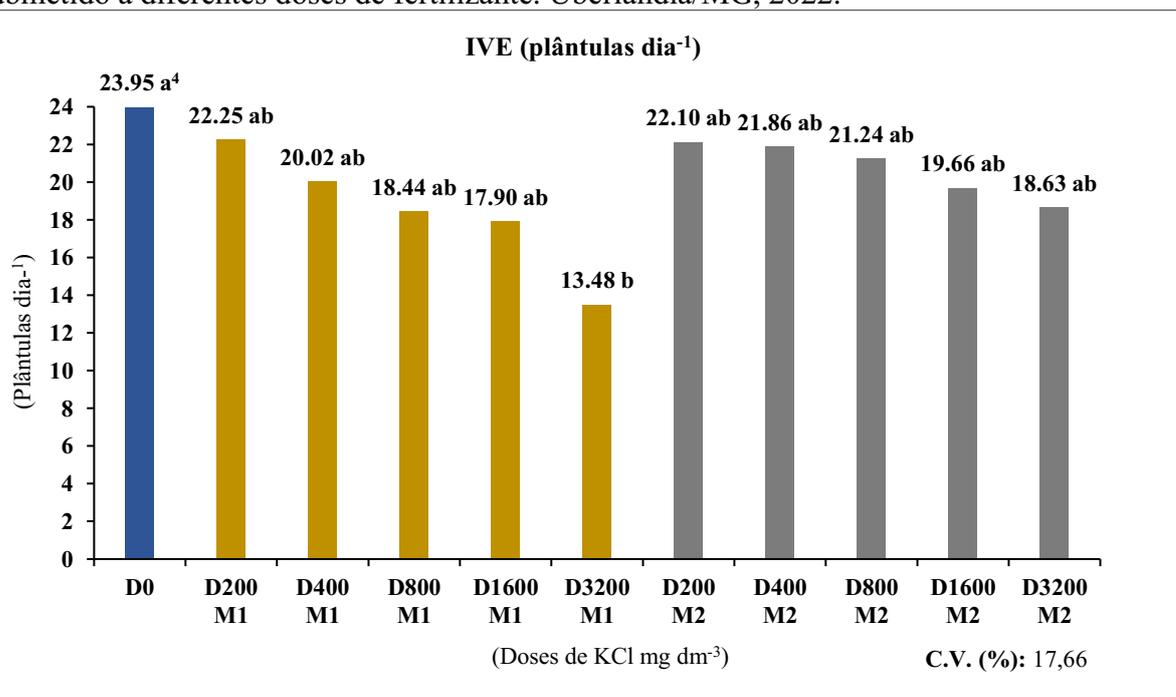
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Índice de Velocidade de Emergência (IVE)

Em relação ao resultado de índice de velocidade de emergência (IVE), está apresentado no gráfico 1. Foi possível observar 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, exceto o D3200, na situação M1 (a lanço). Todavia, em números absolutos, notou-se que ao aumentar a dosagem do fertilizante, nas aplicações a lanço e incorporada, em virtude do elevado índice salino do fertilizante utilizado e o aumento dos níveis de salinidade, houve redução do número de plântulas emergidas.

Em um estudo para avaliar a influência de doses e localização do cloreto de potássio na germinação de milho, Neves (2007) verificou que não houve diferença estatística significativa na velocidade de emergência para a variação de 0 a 200 kg ha⁻¹ de K₂O. Em contrapartida, Bevilaquia et al. (1996), ao avaliarem a emergência de plântulas de milho em diferentes proximidades do fertilizante à semente, verificaram redução de plântulas emergidas devido ao aumento dos níveis de salinidade.

Gráfico 1 – Índice de velocidade de emergência, em plântulas dia⁻¹, do híbrido de milho, submetido a diferentes doses de fertilizante. Uberlândia/MG, 2022.



1- D0: Testemunha; D200: 200 mg dm⁻³; D400: 400 mg dm⁻³; D800: 800 mg dm⁻³; D1600: 1600 mg dm⁻³; D3200: 3200 mg dm⁻³. 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, apenas em números absolutos. Todavia, houve diferença estatística significativa entre a testemunha e o tratamento D3200. Quanto à situação M2 (incorporada), os tratamentos não apresentaram diferença significativa entre si e a testemunha.

Tabela 2 – Classificação do vigor das plantas, em plantas fortes, do híbrido de milho, submetido a diferentes doses de fertilizante. Uberlândia/MG, 2022.

Tratamentos¹	Vigor (M1)² (plantas fortes)	Vigor (M2)³ (plantas fortes)
D0	128,00 a ⁴	128,00 a
D200	124,33 a	125,33 a
D400	109,66 ab	125,00 a
D800	101,00 ab	122,33 ab
D1600	92,66 ab	113,67 ab
D3200	73,00 b	91,66 ab
C.V (%)	15,67	

1- D0: Testemunha; D200: 200 mg dm⁻³; D400: 400 mg dm⁻³; D800: 800 mg dm⁻³; D1600: 1600 mg dm⁻³; D3200: 3200 mg dm⁻³. 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 demais tratamentos, exceto o D3200. 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,

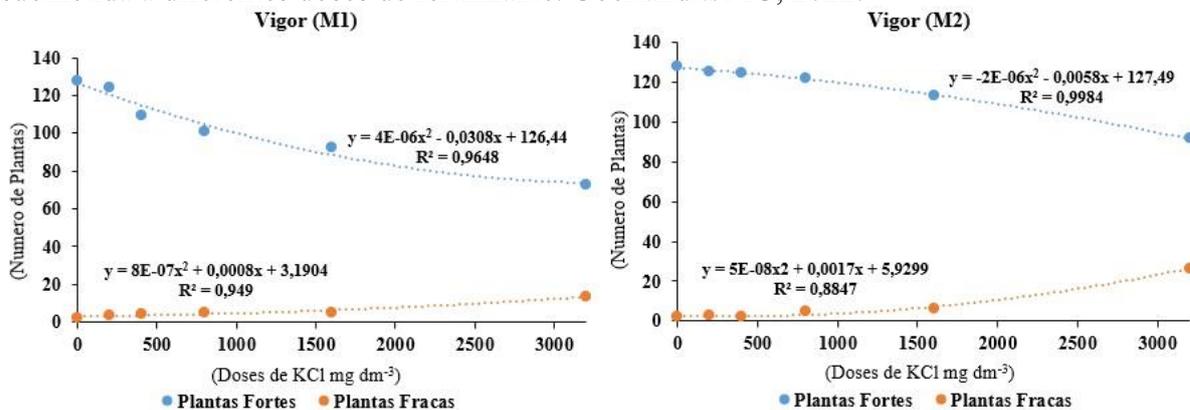
proporcionada pela elevação do índice de salinidade do fertilizante. Quanto ao número de plantas fracas, este expandiu com o aumento da dose.

Tabela 3 – Classificação do vigor das plantas, em plantas fracas, do híbrido de milho, submetido a diferentes doses de fertilizante. Uberlândia/MG, 2022.

Tratamentos ¹	Vigor (M1) ² (plantas fracas)	Vigor (M2) ³ (plantas fracas)
D0	2,00 a ⁴	2,00 a
D200	3,67 ab	2,67 a
D400	4,67 ab	2,33 a
D800	5,00 ab	4,67 ab
D1600	5,33 ab	6,00 ab
D3200	13,67 b	26,67 c
C.V (%)	28,83	

1- D0: Testemunha; D200: 200 mg dm⁻³; D400: 400 mg dm⁻³; D800: 800 mg dm⁻³; D1600: 1600 mg dm⁻³; D3200: 3200 mg dm⁻³. 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, do híbrido de milho, submetida a diferentes doses de fertilizante. Uberlândia/MG, 2022.



Fonte: Autor (2022)

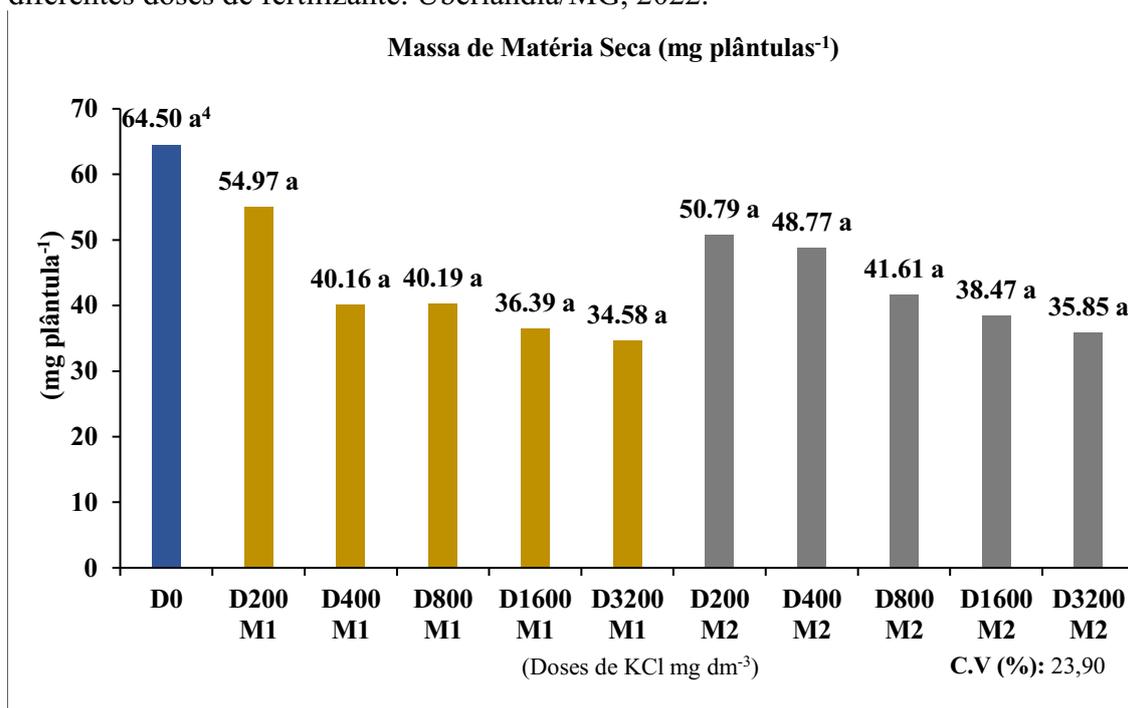
Em um estudo avaliando o uso de fertilizantes granulados à base de cloreto de potássio e ácidos húmicos no desenvolvimento vegetativo da cultura do milho, Dias (2018) não constatou dano significativo nas plântulas avaliadas. Em consonância, o efeito prejudicial do KCl em relação à germinação e emergência de sementes de milho depende de uma série de fatores, incluindo a distância em que o fertilizante é colocado em relação à semente e a dose aplicada, além da textura, CTC do solo e regime hídrico (DIAS, 2018).

4.3. Massa de Matéria Seca

Para a avaliação de massa de matéria seca, o resultado pode ser observado no gráfico 3. Foi possível constatar que a testemunha e os demais tratamentos, nas duas situações de aplicação, “a lanço” e “incorporada”, não diferiram estatisticamente entre si. Não obstante, em números absolutos, houve regressão na massa com o aumento das dosagens de cloreto de potássio (KCl), nas duas situações.

Em um estudo para avaliar a biomassa na parte aérea do milho com fontes e doses de potássio, Silva et al. (2020) verificaram que não houve redução significativa na massa de matéria seca independente das doses. Adicionalmente, na cultura do milho, Petter et al. (2016), estudando doses e épocas de potássio, verificaram que a quantidade de fertilizante aplicada possui total relação com massa de matéria seca, mesmo, em muitas ocasiões, sem apresentar diferença estatística.

Gráfico 3 – Massa de matéria seca, em mg plântulas⁻¹, do híbrido de milho, submetido a diferentes doses de fertilizante. Uberlândia/MG, 2022.



1- D0: Testemunha; D200: 200 mg dm⁻³; D400: 400 mg dm⁻³; D800: 800 mg dm⁻³; D1600: 1600 mg dm⁻³; D3200: 3200 mg dm⁻³. 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

As altas doses de cloreto de potássio (KCl), em proximidade com a semente no solo, reduziu o vigor das plântulas e a emergência.

O método de aplicação incorporado tolerou com maior eficiência o aumento de doses, corroborando para maior número de plantas fortes.

Em relação ao índice de massa de matéria seca, em ambas as situações de aplicação, o aumento de doses propiciou redução dos resultados, todavia não conferiu 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.

BARROS, José F. C.; CALADO, José G. **A cultura do milho**. 2014.

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.

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 Agronômicas**, n. 66, 1994. 16 p.

BÜLL, Leonardo Theodoro et al. Nutrição mineral do milho. **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**, v. 1, p. 63-131, 1993.

COELHO, A. M.; FRANCA, G. E. de; PITTA, G. V. E.; ALVES, V. M. C.; HERNANI, L. C. Fertilidade de solos: nutrição e adubação do milho. In: CRUZ, J. C. (Ed.). **Cultivo do milho**. 3. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de Produção, 1).

COELHO, A. M. O Potássio na cultura do milho. In: SIMPÓSIO SOBRE POTÁSSIO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 2, 2004, São Paulo. Anais do II Simpósio sobre Potássio na Agricultura Brasileira. Piracicaba: Potafos, 2005. 841 p.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, Brasília, DF, v. 10, safra 2022/23, n. 2, segundo levantamento, novembro 2022.

CONTINI, Elisio et al. Milho: caracterização e desafios tecnológicos. **Brasília: Embrapa. (Desafios do Agronegócio Brasileiro, 2)**, 2019.

DA SILVA, Carlos Henrique Freitas et al. BIOMASSA ACUMULADA NA PARTE AÉREA DO MILHO FERTIRRIGADO COM FONTES E DOSES DE POTÁSSIO.

DEPARIS, Gelavir Antonio et al. Espaçamento, adubação nitrogenada e potássica em cobertura na cultura do milho. 2006.

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

DIAS, Ricardo de Castro et al. Avaliação de fertilizantes granulados a base de cloreto de potássio e ácidos húmicos no desenvolvimento vegetativo da cultura do milho (*Zea mays* L.). 2018.

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

FANCELLI, Antônio Luiz. Nutrição e adubação de milho. **Milho: Manejo e produtividade**, 2009.

FORNASIERI FILHO, Domingos. **Manual da cultura do milho**. Funep, 2007.

FURLANI, P. R. et al. Acúmulo de macronutrientes, de silício e de matéria seca por dois híbridos simples de milho. **Bragantia**, v. 36, p. 223-229, 1977.

GAMBOA, A. La fertilizacion dei maiz. Instituto Internacional de la potasa Berna, **Boletín** 11, p.5. 72p. 1980.

LANGE, ANDERSON et al. Adubação potássica e seu efeito residual no sistema soja-milho safrinha em Mato Grosso. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 18, n. 2, p. 192-205, 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. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

MANTOVANI, Analu et al. Métodos de aplicação de potássio na soja em nitossolo vermelho. **Unesc & Ciência-ACBS**, v. 8, n. 2, p. 169-176, 2017.

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.

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, Fabiano André et al. Doses e épocas de aplicação de potássio no desempenho agrônômico do milho no cerrado piauiense. **Comunicata Scientiae**, v. 7, n. 3, p. 372-382, 2016.

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.

TAKASU, A. T.; HAGA, K. I.; RODRIGUES, R. A. F.; ALVES, C. J. Produtividade da cultura do milho em resposta à adubação potássica. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 13, n. 2, p. 154-161, 2014. DOI: 10.18512/1980-6477/rbms.v13n2p154-161.

VASCONCELLOS, C. A.; DOS SANTOS, H. L.; DE FRANCA, G. E. O potássio na cultura do milho. 1982.

ZANCANARI, Naiara Scarabeli. Anatomia e morfologia de plantas de milho com diferentes números de alelos transgênicos. 2019.