

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL  
ÁREA DO CONHECIMENTO CIÊNCIAS DA VIDA  
CURSO DE AGRONOMIA**

**ANDRYUS BERNARDO**

**CONDICIONADOR DE SOLO E ADUBAÇÃO POTÁSSICA EM PASTAGEM DE  
MILHETO NA REGIÃO DA SERRA GAÚCHA**

**CAXIAS DO SUL**

**2023**

**ANDRYUS BERNARDO**

**CONDICIONADOR DE SOLO E ADUBAÇÃO POTÁSSICA EM PASTAGEM DE  
MILHETO NA REGIÃO DA SERRA GAÚCHA**

Trabalho de Conclusão de Curso II como  
requisito para obtenção do título de Engenheiro  
Agrônomo da Universidade de Caxias do Sul.  
Área do conhecimento: Fertilidade do Solo.  
Orientadora: Prof. Dr<sup>a</sup>. Elaine Damiani Conte

**CAXIAS DO SUL**

**2023**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por me dar forças e seguir em meus objetivos.

A todas as pessoas que colaboraram para a realização deste trabalho, em especial a minha orientadora Professora Dr<sup>a</sup>. Elaine Damiani Conte por todo conhecimento, competência e paciência repassada durante este período.

Também agradeço aos meus pais, Gilnei e Roselei, por sempre terem me incentivado a estudar e seguir no caminho certo.

Agradeço a minha namorada Surika, por todos os momentos de apoio.

Aos colegas do curso de Agronomia, os quais construí belas amizades ao longo destes anos.

Enfim, aos demais professores que durante esta trajetória transmitiram seus conhecimentos que foram essenciais para a execução deste trabalho e aos funcionários da Universidade de Caxias do Sul, pelo auxílio no desenvolvimento dos projetos da graduação.

## CONDICIONADOR DE SOLO E ADUBAÇÃO POTÁSSICA EM PASTAGEM DE MILHETO NA REGIÃO DA SERRA GAÚCHA

Andryus Bernardo<sup>1</sup>  
Elaine Damiani Conte<sup>2</sup>

**Resumo:** O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do condicionador de solo Ecoonfós<sup>®</sup> no desenvolvimento e produtividade da pastagem de milheto com diferentes doses de cloreto de potássio 60%. O experimento foi conduzido a campo, safra 2022/2023, no município de Caxias do Sul-RS. Foi semeado o milheto variedade BRS 1501<sup>®</sup> a lanço e incorporado com gradagem leve. O experimento foi conduzido como fatorial 2 (com e sem uso do condicionador de solo) x 4 (quatro doses de cloreto potássico, aplicados antes da semeadura: T1 - 0 kg/ha; T2 - 50 kg/ha; T3 - 100 kg/ha; T4 - 150 kg/ha) em delineamento experimental de blocos ao acaso, com 4 repetições cada, totalizando 32 parcelas. O condicionador de solo utilizado foi o Ecoonfós<sup>®</sup> na dose de 2,5 L/ha. As variáveis avaliadas foram: o teor de clorofila a, b e total da estatura de planta e produtividade de matéria verde e seca ao final do ciclo produtivo. Todos parâmetros avaliados não apresentaram interação entre as diferentes doses de potássio e o uso ou não de condicionador de solo. Observou-se um aumento significativo na estatura de planta com a dose maior de potássio sendo ela de 150 kg/ha e um aumento de massa fresca e massa seca na área com aplicação do condicionador de solo. No entanto, o aumento das doses de potássio não afetou os demais parâmetros avaliados. Assim, nas condições testadas pode-se concluir que o condicionador de solo aumenta a produtividade de massa seca e fresca de milheto sem interferência da adubação potássica.

**Palavras-chave:** *Pennisetum glaucum*. Ácidos fúlvicos. Ácidos húmicos. Cloreto de potássio.

## SOIL CONDITIONER AND POTASSIUM FERTILIZATION IN MILLET PASTURE IN THE SERRA GAÚCHA REGION

**Abstract:** The objective of this work was to evaluate the efficiency of Ecoonfós<sup>®</sup> soil conditioner in the development and productivity of pearl millet pasture with different doses of potassium chloride 60%. The experiment was conducted in the field, harvest 2022/2023, in the municipality of Caxias do Sul-RS. The millet variety BRS 1501<sup>®</sup> was sown by broadcast and incorporated with light harrowing. The experiment was conducted as a factorial 2 (with and without the use of soil conditioner) x 4 (four doses of potassium chloride, applied before sowing: T1 0kg/ha; T2 50 kg/ha; T3 100 kg/ha; T4 150 kg/ha) in an experimental design of randomized blocks, with 4 replications each, totaling 32 plots. The soil conditioner used was Ecoonfós<sup>®</sup> at a dose of 2.5 L/ha. The evaluated variables were: the content of chlorophyll a, b and total of the leaves, plant height and productivity of green and dry matter at the end of the productive cycle. All evaluated parameters did not show interaction between the different doses of potassium and the use or not of soil conditioner. There was a significant increase in plant height with the highest dose of potassium being 150 kg/ha and an increase in fresh mass and dry mass in the area with soil conditioner application. However, the increase in potassium doses did not affect the other evaluated parameters. Thus, under the conditions tested, it can be concluded that the

---

<sup>1</sup>Acadêmico do Curso de Agronomia da Universidade de Caxias do Sul. E-mail:

<sup>2</sup>Professora Dr. Orientadora da Disciplina de TCC II da Universidade de Caxias do Sul, localizada na Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130 – Bairro Petrópolis – CEP 95070-560. E-mail: edconte@ucs.br.

soil conditioner increases productivity of dry and fresh mass of millet without interference from potassium fertilization.

**Keywords:** *Pennisetum glaucum*. Fulvic acids. Humic acids. Potassium chloride.

## 1 INTRODUÇÃO

O milheto (*Pennisetum glaucum*) é uma planta gramínea, monocotiledônea, pertencente à ordem Poales, a família Poaceae, subfamília Panicoideae e ao gênero *Pennisetum*. Forrageira de clima tropical, com ciclo anual, desenvolvimento uniforme e bom perfilhamento (KICHEL; MIRANDA, 2000).

No Brasil, o milheto tem sido utilizado de diversas formas: como planta forrageira, pastoreio para o gado, especialmente na região sul, como produção de grãos, para a fabricação de ração e como planta de cobertura de solo, para o sistema de plantio direto (LUPATINI et al., 1996). O milheto tem se tornado uma opção para cultivo no verão na região Sul do Brasil de grande importância, tendo em destaque a produtividade e qualidade de forragem suportando grandes quantidades de animais (KICHEL; MIRANDA, 2000).

Uma das características do milheto é sua adaptabilidade aos solos ácidos e de baixa fertilidade, isso deve a sua capacidade de extração de nutrientes devido a seu sistema radicular agressivo e abundante, podendo chegar a 2 m de profundidade (ALVARENGA et al., 2001). No entanto, o milheto responde à correção do solo e adubação, para se obter maiores patamares de produtividade. Sua exigência nutricional depende muito da idade em que a planta se encontra, sendo mais exigente no início da fase reprodutiva (EMBRAPA MILHO E SORGO, 2016).

Não há uma recomendação específica para a cultura do milheto para os solos do RS, sendo que a recomendação vigente consiste numa recomendação agrupada para as demais gramíneas de verão como o sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor*), o capim sudão (*Sorghum sudanense*) o teosino (*Zea*) e o capim papuã (*Brachiaria plantaginea*). Assim, a recomendação de nitrogênio varia de 120 kg/ha a 220 kg/ha conforme o teor de matéria orgânica do solo. Já a aplicação de fósforo (P) depende muito se é o primeiro ou segundo ano de cultivo podendo variar de 0 a 190 kg/ha e para o potássio (K) da mesma forma dependendo qual cultura foi antecedente, variando de 0 a 180 kg/ha, claro que todos os parâmetros são obtidos através de uma análise de solo (CQFS, 2016).

Segundo Vilela et al. (2004) e Curi et al. (2005), após o nitrogênio (N), o K é o nutriente requerido em maiores quantidades pela cultura. Uma das principais funções do potássio na bioquímica é seu efeito na ativação de vários sistemas enzimáticos (EVANS; SORGER, 1966). De acordo com Carvalho et al. (1999), a forma de ação do potássio não é muito conhecida, porém se sabe que na folha ocorre o aumento da atividade assimiladora e a síntese de carbono, e na falta do potássio, a fotossíntese diminui e a respiração aumenta, além de ser um elemento móvel e distribuir-se por toda planta, é catalisador de aminoácidos para proteínas e diminui a susceptibilidade da planta as doenças.

Staut e Kuhlara (1998) e Staut e Athayde (1999), relataram que as funções fisiológicas do potássio na planta são: ação sobre o metabolismo e formação de carboidratos, quebra e translocação do amido, atuação sobre o metabolismo do nitrogênio e a síntese de proteínas, controle e regulação da atividade de vários nutrientes, neutralização de ácidos orgânicos, ativador de enzimas, promotor do crescimento de tecidos meristemáticos, e ajuste da relação entre o movimento dos estômatos e água, além de promover melhor absorção de outros nutrientes e deixar a planta menos susceptível ao ataque de pragas e doenças e mais resistente à seca. De acordo com Ernani et al. (2007) o potássio tem como função a ativação de muitos sistemas enzimáticos, que fazem parte no processo de fotossíntese e respiração da planta.

A maior parte do potássio que é absorvido pelo milheto geralmente entra em contato com a raiz por difusão (COSTA et al., 1988). O potássio mostra uma melhor resposta em épocas com baixa disponibilidade hídrica (GRIMME, 1990). Tanto a disponibilidade hídrica (BARBER, 1984) como a disponibilidade de potássio podem influenciar na morfologia radicular e no balanço entre os processos de contato do K e raiz (ROSOLEM et al., 2001).

Com a eficiência limitada dos fertilizantes altamente solúveis nas condições de solos tropicais (BALIGAR et al., 2001), juntamente com um custo elevado das matérias-primas no mercado internacional (MANNING, 2010), têm motivado o desenvolvimento de novos produtos, pela indústria, menos solúveis e mais eficientes para as plantas.

Os condicionadores de solo são substâncias orgânicas com cadeias carbônicas parecidas às presentes na natureza. Estes compostos são oriundos da extração de turfas ou de minas e também podem ser sintetizados industrialmente. Os que são extraídos da natureza apresentam composição variada, porém, geralmente, são fontes de ácidos húmicos e fúlvicos. Alguns condicionadores de solo, apresentam em sua fórmula um complemento com micronutrientes e/ou macronutrientes, que se enquadram como fertilizantes organominerais (NASCIMENTO et al., 2019).

Os ácidos húmicos e fúlvicos são parte da composição da matéria orgânica do solo (húmus) então os condicionadores de solo tem por objetivo simular essa composição. O húmus tem sua formação após a decomposição da biomassa do solo em compostos orgânicos. As substâncias húmicas possuem alta capacidade de troca de cátions estando presentes em sedimentos, águas e solos com matéria orgânica estável (CANELLAS et al., 2005).

Os ácidos húmicos tem um grande peso molecular, com capacidade de troca de cátions entre 350 e 500 meq.100 g<sup>-1</sup>, tendo sua origem na lignina, possuem alto teor de ácidos carboxílicos e grandes quantias de nitrogênio (TAN, 1993). Os ácidos fúlvicos são solúveis em soluções ácidas, alcalinas e água. Apesar de possuir similaridade estrutural aos ácidos húmicos, o mesmo apresenta um menor peso molecular, maior quantidade de grupos carboxílicos e de compostos fenólicos e uma menor quantidade de estruturas aromáticas. Isto se resulta em uma melhor solubilidade em água e maior capacidade de troca catiônica (700 a 1000 meq.100 g<sup>-1</sup>) (CARON et al., 2015).

Os condicionadores de solo têm altas concentrações de matéria orgânica, ácidos húmicos e ácidos fúlvicos que atuam modificando estruturas químicas, físicas e biológicas do solo, melhorando sua fertilidade e ajudando na restauração de solos degradados (CATUCHI et al., 2016). Alguns estudos demonstraram a influência das substâncias húmicas nas plantas, melhorando o enraizamento (CAVALCANTE et al., 2013), o crescimento e o desenvolvimento das raízes e estruturas aéreas, o que resultou em aumento de produtividade e qualidade da cultura (BORCIONI et al., 2016), e ganho econômico (MEIRELLES et al., 2017).

O uso de substâncias húmicas na cultura de grãos como por exemplo a soja, tem resultado em aumento de produtividade (RUWER, 2019). Bowden et al. (2010) obtiveram resultados positivos na cultura da soja em solo enriquecido organicamente em comparação a adubação inorgânica. Esses resultados apontaram um aumento na produtividade entre 9 % e 21 %, no teor de proteínas de 4 % a 9 % e no peso de sementes variando de 5 % a 14 %, isso tudo através do melhor aproveitamento da água e dos nutrientes que estavam disponíveis no solo. Em contrapartida na cultura do milho sua resposta em produtividade foi fortemente relacionada aos teores de nitrogênio foliar e não com carbono humificado do solo.

Para cultivos de batata, os ácidos húmicos juntamente com adubos minerais, apresentou aumento na produtividade ficando em 13 % a 17 % a mais do que o cultivo sem o uso desses condicionadores de solo, promovendo uma maior absorção de nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio pelas plantas (VERLINDEN et al., 2009). No cultivo do tomateiro já foi comprovado através de estudos uma maior firmeza dos frutos com condicionadores de solo sendo aplicados pós transplante juntamente com o substrato (PIRES et al., 2009). Também segundo Yildirim

(2007), o uso de ácidos húmicos via foliar na cultura do tomateiro em cultivo protegido, proporcionou uma maior produtividade, isso devido ao aumento do tamanho de folhas, aumentando o número de frutos e conseqüentemente apresentando um maior calibre dos frutos produzidos.

No entanto, são escassas às pesquisas relacionadas a cultura do milho, tanto referente a adubação necessária, quanto a eficiência destes condicionadores de solo nas condições edafoclimáticas da região da Serra Gaúcha, sendo necessários mais estudos voltados à cultura na região. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do condicionador de solo Ecoconfós<sup>®</sup> no desenvolvimento e produtividade da pastagem de milho com diferentes doses de cloreto de potássio.

## 2 METODOLOGIA

O experimento, classificado como pesquisa experimental aplicada, foi realizado durante a safra 2022/2023. A área está localizada na cidade de Caxias do Sul – RS, mais precisamente no bairro Santo Antônio, zona urbana, nas coordenadas 29°06'S e 51°07'O com 817 metros de altitude.

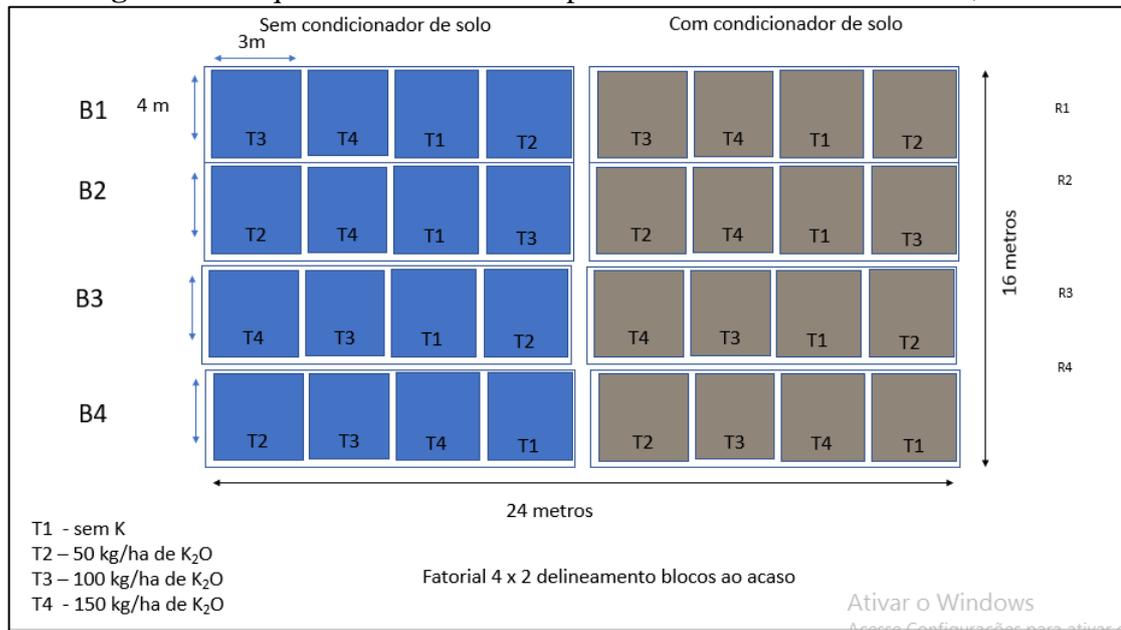
O solo do local antes da instalação do experimento apresentava na camada superficial de 0 – 20 cm os seguintes atributos: Argila 49 %; pH 5,9; índice SMP 5,7; MO 3,3 %; Al 0,21 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; H+Al 6,2 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; Ca 8,1 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; Mg 1,8 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; K 213,9 mg/dm<sup>3</sup>; CTC pH 7,0 16,6 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; saturação por bases 63 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; P 37,1 mg/dm<sup>3</sup>; S 11,2 mg/dm<sup>3</sup>; Zn 12,9 mg/dm<sup>3</sup>; Cu 10,6 mg/dm<sup>3</sup>; Mn 17 mg/dm<sup>3</sup>; e, B 0,8 mg/dm<sup>3</sup>.

O experimento foi conduzido como fatorial 2 (com e sem uso do condicionador de solo) x 4 (quatro doses de adubo potássico) em delineamento experimental de blocos ao acaso, com 4 repetições cada, totalizando 32 parcelas (Figura 1). Cada parcela foi composta por 12 m<sup>2</sup> de área.

A adubação potássica nos tratamentos foi realizada via cloreto de potássio (60 % K<sub>2</sub>O) nas doses: T1: 0 kg/ha; T2: 50 kg/ ha; T3: 100 kg/ha; T4: 150 kg/ha, aplicados em superfície antes de ser feita a semeadura. O condicionador de solo utilizado foi o Ecoconfós<sup>®</sup> da FBA (Força Brasil Agrícola) na dose de 2,5 L/ha realizada com máquina costal da marca Guarany<sup>®</sup> de 5 litros, a aplicação foi feita no início da germinação da semente.

O Ecoconfós<sup>®</sup> da FBA é composto por 15 % de ácidos húmicos, 7 % de ácidos fúlvicos, 10 % poliflavonóides, 5 % compostos salicílicos e 10 % de aminoácidos.

**Figura 1:** Croqui do delineamento experimental. Caxias do Sul – RS, 2022



Fonte: Elaborado pelo autor.

A cultivar utilizada foi a BRS 1501, que é voltada para a produção de massa verde e seca. Desenvolvida por seleção massal, sua polinização é aberta, com ciclo médio, floração plena em torno dos 50 dias após a germinação, possui boa capacidade de perfilhamento e recuperação de rebrota (D'OLIVEIRA et al., 2022).

O período experimental se iniciou no dia 03 de dezembro de 2022 (implantação) ao dia 15 de março de 2023 (corte), a semeadura foi feita a lanço. O preparo do solo iniciou com a gradagem, utilizando grade aradora 16X26 da marca TATU. Posteriormente, foi utilizada uma grande niveladora 24 discos. De acordo com a Embrapa (2016), para a produção de pastagens, implantadas a lanço, a quantidade recomendada varia de 20 a 40 kg/ha de sementes. Assim, a semeadura foi realizada a lanço de forma manual com 30 kg/ha de sementes. Foram feitas duas coberturas com nitrogênio durante o ciclo, foi utilizado a Ureia protegida 45 % sendo aplicado 200 kg/ha nas duas aplicações.

Os parâmetros avaliados no experimento foram: o teor de clorofila a,b e total, a estatura de planta e a produtividade de matéria verde e seca.

O teor de clorofila nas folhas foi mensurado através do uso do aparelho clorofiLOG da Falker®, o qual foi realizado na emissão da folha bandeira no dia 28 de fevereiro de 2023.

A metodologia adotada para a coleta da matéria verde foi pelo método do quadrado que consiste no corte da forragem presente dentro de uma área conhecida delimitada por moldura de madeira ou metálica (quadro), lançada ao acaso em diferentes pontos da área a ser avaliada.

Os quadrados tinham as dimensões de 0,50 m x 0,50 m (0,25 m<sup>2</sup>). O corte foi feito em toda a área dentro do quadro (inclusive plantas invasoras), sendo cortadas rente ao solo de acordo com Salman (2006). O peso de matéria verde foi registrado logo após a colheita, utilizando uma balança digital com capacidade para 10 kg da marca Planeta, linha ideal. A matéria seca foi obtida secando-se as mesmas amostras coletadas a 60 °C até peso constante.

A interação entre o uso de condicionador de solo e o uso de diferentes doses de potássio foi avaliada de acordo com a ANOVA de dois fatores. Os dados obtidos nas avaliações foram analisados quanto a normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk. Em caso de normalidade, a comparação de médias dos tratamentos com as diferentes doses de potássio foi realizada utilizando análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey e pelo teste t na comparação do uso de condicionador de solo. Em caso de não normalidade, as variáveis foram analisadas utilizando o teste U- Mann- Whitney. As variáveis matéria fresca, matéria seca e produtividade foram transformados por Raiz (x + k). Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software SPSS 21.0.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros avaliados neste experimento não apresentaram interação significativa entre as diferentes doses de potássio e o uso ou não de condicionador de solo. Portanto, serão apresentados os efeitos de forma separada.

A avaliação da clorofila a, b e total não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos tanto com adubação potássica quanto do uso do condicionador de solo (Tabela 1).

**Tabela 1** – Índices de clorofila na cultura do milho BRS 1501 submetido a diferentes doses de potássio com e sem aplicação de condicionador de solo a base de ácidos húmicos e fúlvicos. Caxias do Sul-RS, 2023.

Tratamentos	Índice de clorofila		
	A	B	Total
<b>Adubação potássica .....</b>			
0 kg. ha <sup>-1</sup>	42,93 <sup>ns</sup>	11,73 <sup>ns</sup>	54,66 <sup>ns</sup>
50 kg. ha <sup>-1</sup>	41,74	10,40	52,15
100 kg. ha <sup>-1</sup>	38,67	10,63	48,31
150 kg. ha <sup>-1</sup>	43,75	14,36	54,94
<b>Condicionador solo.....</b>			
Sem aplicação	42,59 <sup>ns</sup>	12,34 <sup>ns</sup>	53,69 <sup>ns</sup>
Com aplicação	40,94	11,23	51,34
CV %	13,11	23,01	14,84

<sup>ns</sup> = não significativo pelo teste Kruskal-Wallis ( $p \leq 0,05$ ) na comparação de doses de potássio e pelo teste e pelo U- Mann- Whitney na comparação do uso de condicionador. CV= Coeficiente de variação.

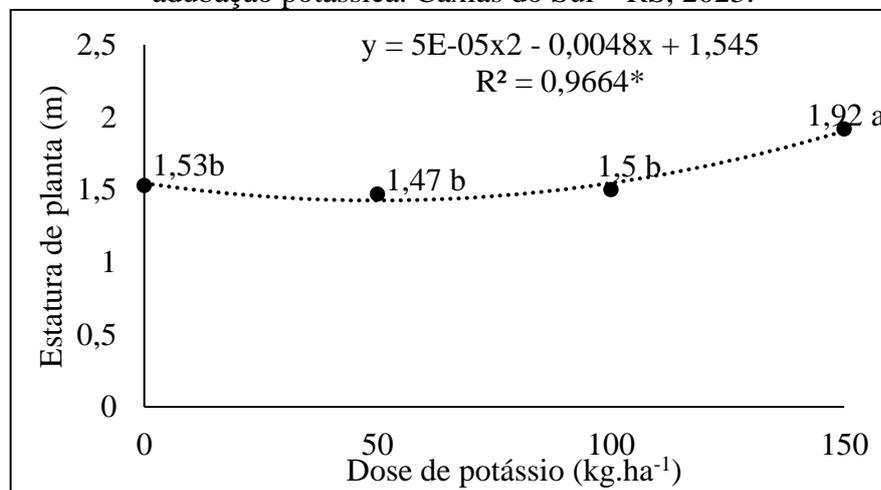
O nitrogênio é essencial na molécula de clorofila e como tal está envolvido na fotossíntese. Deficiência de nitrogênio e, conseqüentemente, de clorofila, significa que a luz não irá utilizar a luz do sol como fonte de energia para levar a efeito funções como a absorção de nutrientes. Além disso, o nitrogênio é um componente de vitaminas, aminoácidos (os quais formam as proteínas) e do sistema enzimático da planta (LOPES, 1998).

A ausência de efeito significativo das doses de  $K_2O$  nos teores de clorofila colaboram com os dados obtidos por Sousa et al. (2010), que não verificaram efeito da aplicação de K nos teores de clorofila em plantas de milho. Diversos trabalhos (FERREIRA et al., 2006; VIANA; KIEHL, 2010) têm demonstrado correlações positivas entre os teores de clorofila obtidos com clorofilômetro apenas com a concentração de nitrogênio nas folhas, o que é devido ao papel do nitrogênio na síntese de clorofila (DEBAEKE et al., 2006).

Segundo Ertani et al., (2011) substâncias húmicas derivadas da decomposição da lignina estimularam o aumento do conteúdo de clorofila. Para Nannipieri et al. (1983), as substâncias húmicas apresentam capacidade de interferir no metabolismo da planta positivamente, influenciar o transporte de íons, respiração das raízes, quantidade de clorofila e ação sob as atividades de enzimas e ácidos nucleicos. A ausência de efeitos significativos na clorofila em função da aplicação de condicionador de solo contendo ácidos orgânicos pode ser atribuída a dose aplicada e aos teores de matéria orgânica já existentes no solo.

O parâmetro estatura de planta avaliado neste experimento apresentou diferença significativa entre as doses de potássio aplicadas. Observou-se um ajuste quadrático significativo dos dados e aumento da estatura de planta com a dose mais alta de potássio de 150 Kg/ha (Figura 2).

**Figura 2** – Estatura das plantas de milho BRS 1501 submetidas a diferentes doses de adubação potássica. Caxias do Sul – RS, 2023.



Fonte: elaborado pelo autor.

De acordo com Ernani et al. (2007) o potássio tem como função a ativação de muitos sistemas enzimáticos, que fazem parte no processo de fotossíntese e respiração da planta. O potássio é importante na decomposição de carboidratos, um processo que fornece energia para o crescimento das plantas (LOPES, 1998). Na cultura do milho, Prado e Vidal (2008), observaram que a omissão de potássio reduziu, significativamente, o crescimento de plantas, afetando o número de folhas, altura de planta, diâmetro de colmo e área foliar. Isso é claro, com os demais nutrientes em equilíbrio. Assim, o aumento na estatura das plantas com o aumento no fornecimento de potássio para a cultura do milho, observado no presente trabalho, pode ser atribuído a energia obtida da decomposição dos carboidratos.

Já quanto ao uso de condicionador de solo observou-se um aumento significativo (teste  $t$  a  $p < 0,05$ ) na estatura das plantas com o uso do condicionador de solo (1,73 m) comparado ao tratamento sem o condicionador (1,48 m). Segundo Canellas et al. (2005), o crescimento, o padrão de formação e a diferenciação dos órgãos vegetais são etapas do desenvolvimento vegetal alterados, frequentemente, pelas substâncias húmicas. Portanto, o efeito do condicionador de solo na estatura de plantas, no presente experimento, pode ser atribuído devido a presença de ácidos orgânicos na sua composição.

A matéria fresca, matéria seca e produtividade não apresentaram diferença entre as diferentes doses de potássio (Tabela 2). Já na avaliação dos mesmos sobre o uso de condicionador de solo foi constatada um aumento em todos os índices, comparado com a área que não foi aplicado o mesmo.

**Tabela 2** – Produtividade de matéria fresca e seca do milho BRS 1501 com diferentes doses de potássio, com e sem aplicação de condicionador de solo a base de ácidos húmicos e fúlvicos. Caxias do Sul-RS, 2023.

Tratamentos	Matéria fresca	Matéria seca
	Kg. ha <sup>-1</sup>	
<b>Adubação potássica .....</b>		
0 kg.ha <sup>-1</sup>	38.054 <sup>ns</sup>	8.336 <sup>ns</sup>
50 kg.ha <sup>-1</sup>	36.976	7.957
100 kg.ha <sup>-1</sup>	34.077	7.231
150 kg.ha <sup>-1</sup>	48.556	11.656
<b>Condicionador solo.....</b>		
Sem aplicação	34.742 b	8.252 b
Com aplicação	44.089 a	9.338 a
CV %	15,90	21,92

Médias seguidas por letras diferentes, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) na comparação de doses de potássio e, na comparação do uso de condicionador de solo pelo teste  $t$  ( $p < 0,05$ ) para a variável matéria fresca e pelo U- Mann- Whitney para as demais variáveis. <sup>ns</sup> = não significativo para a variável matéria fresca pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ) e pelo teste Kruskal-Wallis ( $p \leq 0,05$ ) para os demais parâmetros. CV= Coeficiente de variação.

O milho é uma das plantas utilizadas como cobertura de solo que mais produz massa seca, contribuindo com as características químicas do solo (GONZAGA, 2009). No entanto, a data de semeadura influencia também na produção de matéria seca do milho, como evidencia Uemura et al., (1997). Além disso, o milho quando pastejado, apresenta bom potencial produtivo, podendo alcançar até 60 t de massa verde e 20 t de matéria seca por ha, quando cultivado no início da primavera (KICHEL; MIRANDA, 2000). No entanto, Frizzo Filho (2004), avaliando três diferentes idades de corte no milho (40, 50 e 60 dias), observou maiores produtividades nos cortes mais tardios, com 10.148 kg/ha e 12.243 kg/ha de matéria seca aos 50 e 60 dias após o plantio, respectivamente.

Como atua no processo de transpiração, através da abertura e fechamento estomático, as plantas bem supridas em K usam a água melhor que as deficientes; a quantidade de água necessária para produzir 1 unidade de matéria seca, dentro de limites, é tanto menor quanto maior for o suprimento de potássio. Além disso, a abertura dos estômatos é um efeito altamente específico do  $K^+$  junto com a luz; faltando  $K^+$  os estômatos não se abrem regularmente, há menor entrada de gás carbônico e, portanto, menor intensidade fotossintética (MALAVOLTA, 1980).

A ausência de efeito da aplicação de potássio na produção de matéria seca pode ser atribuída ao alto teor de nutrientes disponível no solo (213,9 mg/dm<sup>3</sup>). Assim, compreende-se que era a quantidade necessária para às condições do experimento e potencial produtivo da cultura, podendo também ser limitado por outros nutrientes.

Já o condicionador de solo obteve um aumento significativo provavelmente devido a liberação de nutrientes retidos no solo, como por exemplo o fósforo e também ao aumento do sistema radicular possibilitando com que a planta consiga absorver uma quantidade maior de nutriente e água. Alguns estudos demonstraram a influência das substâncias húmicas nas plantas, melhorando o enraizamento (CAVALCANTE et al., 2013), o crescimento e o desenvolvimento das raízes e estruturas aéreas, o que resultou em aumento de produtividade e qualidade da cultura (BORCIONI et al., 2016).

Um sistema radicular bem desenvolvido é sempre desejável para qualquer cultura. Raízes são de suma importância para a fixação da planta no solo, absorção de nutrientes e água e síntese hormonal. Alguns dos efeitos mais notáveis dos ácidos húmicos e fúlvicos na planta se observa nas raízes, onde promovem efeito positivo no crescimento, seja pelo aumento das ramificações laterais, ou pelo incremento de sua biomassa. Uma vez que a presença dos ácidos húmicos no solo estimula a síntese de auxina ou age de forma semelhante a ela, já que resulta em expansão e alongação das células, promovendo um grande crescimento das raízes

(CANELLAS et al., 2005). Quando sintetizada, a auxina sinaliza para as células do periciclo começarem a divisão celular e dar origem às raízes laterais (CASIMIRO et al., 2001).

No milho, foi mostrado que o estímulo para se modificar a arquitetura radicular, principalmente o surgimento de raízes laterais, envolve a produção de óxido nítrico, depois da aplicação de ácidos húmicos (ZANDONADI et al., 2010).

Corroborando com o presente estudo, outros trabalhos demonstram que os ácidos húmicos e fúlvicos além de ajudar no crescimento do sistema radicular em praticamente todas as culturas, incrementam também a biomassa da parte aérea. Isso se deve a uma ativação das ATPases bombeadoras de prótons presentes na membrana celular, que resultaram em uma maior troca de íons e, assim, aumentando a absorção de nutrientes, como nitratos, os quais ajudam no crescimento vegetativo (MORA et al., 2010). Estes resultados também foram encontrados em estudos com milho (CANELLAS et al., 2002; QUAGGIOTTI et al., 2004).

Os resultados obtidos nesse experimento evidenciam os efeitos positivos do uso de condicionador de solo. No entanto, sugere-se que novos trabalhos sejam conduzidos em solos com nível mais baixo de potássio, pois pode ser que as doses de potássio não tenham apresentado diferença devido ao solo já ter o teor suficiente para uma maior produtividade.

#### **4 CONCLUSÃO**

Nas condições testadas pode-se concluir que:

O uso de diferentes doses de potássio não interfere na eficiência do condicionador de solo.

A adubação potássica na dose de 150 kg.ha<sup>-1</sup> aumenta a estatura de plantas de milho.

O potássio não interfere na produtividade de milho em solos com altas concentrações do nutriente.

O condicionador de solo aumenta a produtividade de matéria fresca e seca da cultura do milho.

#### **REFERÊNCIAS**

ALVARENGA, R. C.; CABEZAS, W. A. L.; CRUZ, J. C.; SANTANA, D. P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.22, n.208, p.25-36. 2001. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/485005>. Acesso em: 10/05/2023.

BALIGAR, VC; FAGERIA, NK; HE, ZL Eficiência do uso de nutrientes nas plantas. **Comunicações em ciência do solo e análise de plantas**, v. 32, n. 7-8, pág. 921-950, 2001. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1081/CSS-100104098>. Acesso em: 16/05/2023.

BARBER, S.A. **Soil nutrient bioavailability**: a mechanistic approach. New York, John Wiley.1984. Disponível em: <https://www.wiley.com/en-us/Soil+Nutrient+Bioavailability%3A+A+Mechanistic+Approach%2C+2nd+Edition-p-9780471587477>. Acesso em: 15/05/2023.

BORCIONI, E.; MÓGOR; Á.F. AND PINTO, F. Aplicação de ácido fúlvico em mudas influenciando o crescimento radicular e produtividade de alface americana. **Revista de Ciência Agronômica**, v.47, p.509-515,2016. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/rac/article/view/1117>. Acesso em: 10/05/2023.

BOWDEN. Soil carbon and physiological responses of corn and soybean to organic amendments. **Compost Science and Utilization**, v. 18, p. 162-173, 2010. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/1065657X.2010.10736952>. Acesso em: 05/05/2023.

CANELLAS, L.P.; OLIVARES, F.L.; FAÇANHA, A.L.O.; FAÇANHA, A.R. Humic acids isolated from earthworm compost enhance root elongation, lateral root emergence, and plasma membrane H<sup>+</sup> ATPase activity in maize roots. **Journal of Plant Physiology**, Jena, v. 130, p. 1951-1957, 2002. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12481077/>. Acesso em: 10/05/2023

CANELLAS, L.P.; ZANDONADI, D.B.; MÉDICI, L.O.; PERES, L.E.P.; OLIVARES, F.L.; FAÇANHA, A.R. Bioatividade de substâncias húmicas: ação sobre desenvolvimento e metabolismo das plantas. In: CANELLAS, L.P. e SANTOS, G.A. (Ed.). **Humosfera: tratado preliminar sobre a química das substâncias húmicas**. Campos dos Goytacazes: CCTA, UENF, 2005. p. 224-243. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/publicacoes-fertilizantes/humosfera.pdf>. Acesso em: 10/05/2023

CARON, Vanessa C.; GRAÇAS, J. Pereira; CASTRO, Paulo Roberto de Camargo. **Condicionadores do solo**: ácidos húmicos e fúlvicos. Piracicaba: ESALQ/USP, 2015. Disponível em: <https://www.esalq.usp.br/biblioteca/sites/default/files/publicacoes-a-venda/pdf/SPR58.pdf>. Acesso em 16/05/2023.

CARVALHO, O.S.; SILVA, O.R.R.F. da.; MEDEIROS, J.C da. Adubação e calagem. In: BELTRÃO, N.E.M de. O Agronegócio do algodão no Brasil. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília: **Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia**, v.1 p.175-210. 1999. Disponível em: <http://journal.unoeste.br/suplementos/agrariae/vol13nr2/REVIS%C3%83O%20EFEITO%20DA%20ADUBA%C3%87%C3%83O%20POT%C3%81SSICA%20NA%20CULTURA%20DO%20MILHETO.pdf>. Acesso em: 16/05/2023.

CASIMIRO, I.; MARCHANT, A.; BHALERAO, R.P.; BERCKMAM, T.; DHOOGHE, S.; SWARUP, R.; GRAHAM, N.; INZÉ, D.; SANPBERG, O.; CASERO, P.S.; BENNETT, M. Auxin transport promotes Arabidopsis lateral root initiation. **The Plant Cell**. Rockville, v. 13,

n. 4, p. 843-852, 2001. Disponível em:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC135543/>. Acesso em: 10/05/2023.

CATUCHI, T. A.; PERES, V. J. S.; BRESSAN, F. V.; ARANDA, E. A.; SILVA, A. P. L. Desempenho produtivo da cultura da soja em razão da aplicação ácido húmico e fúlvico na semeadura e via foliar. **Colloquium Agrariae**, v.12, n. Especial, p.36-42, 2016. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/rac/article/view/1117/1303>. Acesso em: 15/05/2023.

CAVALCANTE, I.H.L.; SILVA-MATOS, R.R.S.; ALBANO, F.G.; SILVA JÚNIOR, G.B.; SILVA, A.M.; COSTA, L.S. Foliar Spray of Humic Substances on Seedling Production of Yellow Passion Fruit. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, v.11, p.301-304, 2013. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/rac/article/view/1117>. Acesso em: 10/05/2023.

COSTA, N.L.; SILVA FILHO, G.N.; SENA, J.O.A.; RODRIGUES, A.N.A.; ANGHINONI, I. Mecanismos de suprimento e eficiência de absorção de potássio em soja, milho, milheto, colza e lab-lab. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.23. n.5. p.463-468, 1988. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/tBZ96mWhMGSTzQy98L4zyNw/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 15/05/2023.

CQFS-RS/SC (COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC). **Manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 11. ed. [S. l.]: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Regional Sul, 2016. Disponível em [https://www.sbcnsrs.org.br/docs/Manual\\_de\\_Calagem\\_e\\_Adubacao\\_para\\_os\\_Estados\\_do\\_RS\\_e\\_de\\_SC-2016.pdf](https://www.sbcnsrs.org.br/docs/Manual_de_Calagem_e_Adubacao_para_os_Estados_do_RS_e_de_SC-2016.pdf). Acesso em: 20/10/2022.

CURI, N.; KÄMPF, N.; MARQUES, J.J. Mineralogia e formas de potássio em solos brasileiros. In: YAMADA, T. e ROBERTS, T.L. **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato, p.91-122. 2005. Disponível em: <http://journal.unoeste.br/suplementos/agrariae/vol13nr2/REVIS%C3%83O%20EFEITO%20DA%20ADUBA%C3%87%C3%83O%20POT%C3%81SSICA%20NA%20CULTURA%20DO%20MILHETO.pdf>. Acesso em 16/05/2023.

D'OLIVEIRA, Pérsio Sandir; TARDIN, Flávio Dessaune; DE ASSIS MACHADO, Jane Rodrigues. **BRS 1501, BRS 1502 e BRS 1503**: cultivares de milho para uso forrageiro, produção de grãos e de palha em plantio direto. 2022. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1141554/1/COT-94-Cultivares-de-milho-para-uso-forrageiro-producao-graos-e-palha.pdf>. Acesso em: 08/05/2023.

DEBAEKE, P., ROUET, P., JUSTES, E. 2006. Relationship between the normalized SPAD index and the nitrogen nutrition index: application to durum wheat. **Journal of Plant Nutrition** 29(1):75–92. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01904160500416471>. Acesso em: 16/05/2023.

EMBRAPA MILHO E SORGO. **Sistema de Produção**, 3. 5 edição. Abr/2016. Disponível em: [https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p\\_p\\_id=conteudoportlet\\_WAR\\_sistemasdeproducaoalf6\\_1galceportlet&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-2&p\\_p\\_col\\_count=1&p\\_r\\_p\\_-76293187\\_sistemaProducaoId=8101&p\\_r\\_p\\_-996514994\\_topicoId=9018](https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaoalf6_1galceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=8101&p_r_p_-996514994_topicoId=9018). Acesso em: 25/05/2023.

ERNANI, P.R.; ALMEIDA, J.A de.; SANTOS, F.C. Potássio. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.; BARROS, N.F. de.; et al., de 1º edição **Fertilidade do solo**. Viçosa MG, p.551-594. 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/pJCKpGy5ppBkFbDZhzfgfws/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 15/05/2023.

ERTANI, A.; FRANCIOSO, O.; TUGNOLI, V.; RIGHI, V.; NARDI, S.A. Effect of commercial lignosulfonate-humate on *Zea mays* L. metabolism. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 59, n. 22, p. 11940-11948, 2011. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21999168/>. Acesso em: 27/05/2023.

EVANS, H.J.; SORGER, G.J. Role of mineral elements with emphasis on the univalent ions. **Annual Review of Plant Physiology**, v.17, p.47-76. 1966. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev.pp.17.060166.000403>. Acesso em: 16/05/2023.

FERREIRA, M.M.M., FERREIRA, G.B., FONTES, P.C.R., DANTAS, J.P. 2006. Índice SPAD e teor de clorofila no limbo foliar do tomateiro em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica, em duas épocas de cultivo. **Revista Ceres** 53(305): 83–92. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=305226787012>. Acesso em: 16/05/2023.

FRIZZO FILHO, O. **Produtividade e composição química de variedades de milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R. BR.) em diferentes idades de corte visando a fenação**. Brasília: Universidade de Brasília, 2004. 38p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade de Brasília, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/MZSdVDRPMqgddXTdJXrVMvn/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 19/05/2023.

GONZAGA, R. L. Efeito de sistemas de preparo e manejo do solo, culturas de cobertura e rotação nas propriedades físico-químicas do solo e na cultura do milho. 2009. **Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira**. Disponível em: [https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/98741/gonzaga\\_rl\\_me\\_ilha.pdf?sequence=1](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/98741/gonzaga_rl_me_ilha.pdf?sequence=1). Acesso em: 01/05/2023.

GRIMME, H. Development of K-fertilizer recommendation. In: **COLLOQUIUM OF THE INTERNATIONAL POTASH INSTITUTE**, 22., Soligorsk, 1990. Proceedings. Soligorsk, IPI, p.117-131. 1990. Disponível em: <http://www.clubeamigosdocampo.com.br/artigo/utilizacao-do-milheto-para-alimentacaoanimal-no-periodo-de-inverno-1363>. Acesso em: 15/05/2023.

KICHEL, Armindo Neivo; MIRANDA, Cesar H. Behling. **Uso do milho como planta forrageira**. Embrapa: Gado de Corte divulga, Campo Grande-MS, n. 46, 2000. Disponível em: <http://old.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/divulga/GCD46>. Acesso em: 16/05/2023.

LOPES, A. S. **Manual Internacional de Fertilidade do Solo. Instituto da Potassa & Fosfato**. 2 ed. 177 p. Piracicaba, 1998. Disponível em: <https://www.ufjf.br/baccan/files/2019/04/Manual-Internacional-de-Fertilidade-do-Solo.pdf>. Acesso em: 01/05/2023.

LUPATINI, C.C., MOOJEN, E.L., RESTLE, J. et al. Resposta do milho (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke) sob pastejo à adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária**

**Brasileira**, v.31, n.10, p.715-720, 1996. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Joao-Restle/publication/296459728\\_Evaluation\\_of\\_pearl\\_millet\\_Pennisetum\\_americanum\\_L\\_Leek\\_e\\_under\\_grazing\\_with\\_nitrogen\\_levels/links/5702677608ae47378f664e11/Evaluation-of-pearl-millet-Pennisetum-americanum-L-Leeke-under-grazing-with-nitrogen-levels.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Joao-Restle/publication/296459728_Evaluation_of_pearl_millet_Pennisetum_americanum_L_Leek_e_under_grazing_with_nitrogen_levels/links/5702677608ae47378f664e11/Evaluation-of-pearl-millet-Pennisetum-americanum-L-Leeke-under-grazing-with-nitrogen-levels.pdf). Acesso em: 10/05/2023.

MALAVOLTA, E. **Elementos de Nutrição Mineral de Plantas**. Editora Agronômica Ceres. São Paulo, 1980. Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/busca?b=ad&id=4541&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22MALAVOLTA,%20E.%22&qFacets=autoria:%22MALAVOLTA,%20E.%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1>. Acesso em: 03/05/2023.

MANNING, D.A.C. **Mineral sources of potassium for plant nutrition**. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 30(2):281-94, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1051/agro/2009023>. Acesso em: 15/05/2023.

MEIRELLES, A.F.M.; BALDOTTO, M.A.; BALDOTTO, L.E.B. Produtividade de alface (*Lactuca sativa* L.) em resposta à aplicação de ácidos húmicos e bactérias diazotróficas, em condições de campo. **Revista Ceres**, v.64, n.5, p. 553-556, 2017. Disponível em: <http://www.ceres.ufv.br/ojs/index.php/ceres/article/view/4271>. Acesso em: 14/05/2023.

MORA, V.; BACAICOA, E.; ZAMARREÑO, A.M.; AGUIRRE, E.; GARNICA, M.; FUENTES, M.; GARCÍA-MINA, J.M. Action of humic acid on promotion of cucumber shoot growth involves nitrate-related changes associated with the root-to-shoot distribution of cytokinins, polyamines and mineral nutrients. **Journal of Plant Physiology**, Jena, v. 167, p. 633-642, 2010. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20185204/>. Acesso em: 10/05/2023.

NANNIPIERI, P.; MUCCINI, L.; CIARDI, C. Microbial biomass and enzyme activities: production and persistence. **Soil Biology and Biochemistry**, 15:679- 685, 1983. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0038071783900329>. Acesso em: 27/05/2023.

NASCIMENTO, E.C do; MATOS, T.S. de; CORDEIRO, D.H.; GENUNCIO, G.da C. **Utilização de adubos orgânicos, condicionadores de solo e bioestimulantes**. 2019. *Campo&Negócio on line*. Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/utilizacao-de-adubos-organicos-condicionadores-de-solo-e-bioestimulantes/#respond>. Acesso em: 26/10/2022.

PIRES, C.R.F.; LIMA, L.C.O.; VILAS BOAS, E.V.B.; ALVES, R.R. Qualidade textural de tomates cultivados em substratos orgânicos submetidos à aplicação de substâncias húmicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 11, p. 1467-1472, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/ryMc6nPvt9fGr7rBhxQhYYb/?lang=pt>. Acesso em 05/05/2023.

PRADO, R. de M.; VIDAL, A. de A. Efeito da omissão de macronutrientes em solução nutritiva sobre o crescimento e nutrição do milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. v. 38, n. 3, p. 208-214. Goiânia, 2008. Disponível em: <file:///C:/Users/Usu%C3%A1rio/Downloads/4845-Texto%20do%20artigo-17598-18482-10-20080929.pdf>. Acesso em: 02/05/2023.

QUAGGIOTTI, S.; RUPERTI, B.; PIZZEGUELLO, D.; FRANCIOSO, O.; TUGNOLLI, V.; MARDI, S. Effect of low molecular size humic substances on nitrate uptake and expression of genes involved in nitrate transport in maize (*Zea mays* L.). **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 55, p. 803-813, 2004. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15020644/>. Acesso em: 10/05/2023.

ROSOLEM, C.A.; ESTEVES, J.A.F.; SILVA, R.H. Significance of mass flow and diffusion in supplying K to cotton roots as affected by liming and: K rates. In: **International Symposium On Plant-Soil Interactions At Low pH, 5.**, South Africa, 2001. Programme. África do Sul, p.48. 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/tBZ96mWhMGSTzQy98L4zyNw/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 15/05/2023.

RUWER, Pedro Henrique. **Efeito de substâncias húmicas na produtividade da soja**. Disponível em: <https://home.unicruz.edu.br/wp-content/uploads/2020/06/Pedro-Ruwer-EFEITO-DE-SUBST%C3%82NCIAS-H%C3%9AMICAS-NA-PRODUTIVIDADE-DA-SOJA.pdf>. Acesso em: 15/05/2023.

SALMAN, A. K. D. Método do quadrado para estimar a capacidade de suporte de pastagens. **Embrapa Rondônia-Fôlder/Folheto/Cartilha (INFOTECA-E)**, 2006. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/710748/1/foldermetododoquadropastagens.pdf>. Acesso em: 10/04/2023.

SOUSA, J.V., RODRIGUES, C.R., LUZ, J.M.Q., CARVALHO, P.C., RODRIGUES, T.M., BRITO C.H. 2010. Silicato de potássio via foliar no milho: fotossíntese, crescimento e produtividade. **Bioscience Journal** 26(4): 502–513. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/7148>. Acesso em: 16/05/2023.

STAUT, L.A.; ATHAYDE, M.L.F. Efeitos do fósforo e potássio no rendimento e em outras características agronômicas do algodoeiro herbáceo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.10, p.1839-1843, 1999. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X1999001000010>. Acesso em: 15/05/2023.

STAUT, L.A.; KURIHARA, C.H. Calagem, nutrição e adubação. In: Embrapa. Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste. **Algodão: informações técnicas**. Dourados: Embrapa - CPAO, p.51-70. 1998. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X1999001000010>. Acesso em: 15/05/2023.

TAN, K.H. **Principles of soil chemistry**. 2nd ed. New York: Marcel Dekker, 1993. 362 p. Disponível em: <https://www.esalq.usp.br/biblioteca/sites/default/files/publicacoes-a-venda/pdf/SPR58.pdf>. Acesso em: 15/05/2023.

UEMURA, Y.; URBEN FILHO, G.; NETTO, D.A.M. Pearl millet as a cover crop for no-till soybean production in Brazil. In: **International Sorghum and Millets Newsletter**, n.38, p. 141-143, 1997. Disponível em: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US1997083336>. Acesso em: 17/05/2023.

VERLINDEN, D.; PYCKE, B.; MERTENS, J.; DEBERSAQUES, F.; VERHEYEN, K.; BAERT, G.; BRIES, J.; HAESAERT, G. Application of humic substances results in consistent increases in crop yield and nutrient uptake. **Journal of Plant Nutrition**, New

York, v. 32, p. 1407-1426, 2009. Disponível em: <https://andersonshumates.com/wp-content/uploads/2012/09/Humic-Substances-Increase-Crop-Yield.pdf>. Acesso em: 05/05/2023.

VIANA, E.M., KIEHL, J.C. 2010. **Doses de nitrogênio e potássio no crescimento do trigo. *Bragantia*** 69(4): 975–982. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/gtxzJgV7rBhDFHhDVMk7Bwk/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 16/05/2023.

VILELA, L.; SOUSA, D.M.G.; SILVA, J.E. Adubação potássica. In: SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina: Embrapa Cerrados, p.169-183. 2004. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/39307/1/documentos46.pdf>. Acesso em: 16/05/2023.

YILDIRIM, E. **Foliar and soil fertilization of humic acid affect productivity and quality of tomato**. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B- Soil and Plant Science, Stockholm, v. 57, p. 182-186, 2007. Disponível em: <https://scirp.org/reference/referencespapers.aspx?referenceid=1371117>. Acesso em 05/05/2023.