



## **Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal**

### **ADUBAÇÃO POTÁSSICA E BIOATIVADORES SOBRE MICROBIOTA DO SOLO E PRODUTIVIDADE DA SOJA**

**LAYANARA OLIVEIRA FARIA**

**MESTRADO**

**Ipameri-GO  
2020**

LAYANARA OLIVEIRA FARIA

**ADUBAÇÃO POTÁSSICA E BIOATIVADORES SOBRE MICROBIOTA DO  
SOLO E PRODUTIVIDADE DA SOJA**

Orientador: Prof. Dra. Mariana Pina da Silva Berti

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Goiás – UEG, Unidade Universitária de Ipameri como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Produção Vegetal para obtenção do título de MESTRE.

Ipameri  
2020

## CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO:** “ADUBAÇÃO POTÁSSICA E BIOATIVADORES SOBRE MICROBIOTA DO

SOLO E PRODUTIVIDADE DA SOJA”

**AUTOR(A):** Layanara Oliveira Faria

**ORIENTADOR(A):** Mariana Pina da Silva Berti

Aprovado(a) como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE(A) EM PRODUÇÃO VEGETAL, pela comissão Examinadora:

*Mariana Pina da Silva Berti*

Prof. Dr<sup>a</sup>. Mariana Pina da Silva Berti (Orientadora)  
Universidade Estadual de Goiás/Unidade Universitária Ipameri-GO

*Mariana Pina da Silva Berti*

Prof. Dr. Nei Peixoto  
Universidade Estadual de Goiás/Unidade Universitária Ipameri-GO

*Nei Peixoto*

Prof. Dr. Adilson Pelá  
Universidade Estadual de Goiás/Unidade Universitária Ipameri-GO

Registro de Declaração

Número:069

Livro: R-01      Folhas: 02

Data: 06/11/2020

Assinatura:

*Adilson Pelá*

Data da realização: 06 de Novembro de 2020.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela proteção, bênçãos e força, por me conceder o dom de enxergar beleza e alegria em pequenas coisas, e me fortalecer com o pensamento de que Tudo tem seu lado bom.

Ao Matheus Correa de Mello, dedico. E agradeço por exatamente tudo, por me dar força em vários momentos dessa caminhada, por ser não só o meu braço e auxiliar de todas as formas, do começo ao fim.

A todos da família, que de uma forma ou outra sempre estiveram ao meu lado e torceram pelo meu crescimento.

À professora Dra. Mariana Pina da Silva Berti, por me orientar nesta jornada, contribuir com meu crescimento, estando sempre disposta a atender as necessidades e propor soluções, sempre de forma carinhosa e paciente.

A todos os colegas de mestrado pelos bons momentos vividos, conhecimentos compartilhados e pelo apoio dado durante nossa jornada. Em especial ao nosso grupo “Família e Pesquisa”, onde eu, Ane Gabriele, Osmany, Westefann, Thiago e Pedro, dividimos experiências profissionais e pessoais, trabalhamos e brincamos. À Ane Gabriele em particular, que novamente esteve comigo em mais uma jornada, pela amizade, pelas conversas, caronas, compartilhamento de vida e conhecimento, auxílio nas avaliações e análises, por tudo.

A Priscila e Daniela pela amizade, pelas contribuições, por todos momentos divertidos, almoços e jantas, churrascos no sítio Sucupira, pela adedonha, pedaladas, banho de chuva e por todos outros momentos familiares. À Ana Luísa Cardeal, pela amizade, por dispor de sair do seu cantinho para que morássemos juntas, e mais ainda, por ter compreendido quando tive que lhe deixar. Pelo conforto, colo, pelas risadas e todos os momentos.

Ao Felisberto, que participou da morte do meu primeiro experimento, mas que cuidou do segundo na medida do possível e como se fosse dele, me auxiliou sempre que podia e se tornou um grande amigo. Ao meu amigo Geovani, mesmo longe ainda esteve presente e ao final me auxiliou em algumas etapas do projeto. E ao João Paulo que foi mais um enviado iluminado, sempre companheiro, das pamonhas as caminhadas, das imitações as orações, sempre muito alegre, positivo e acolhedor.

Aos membros da banca, pelas correções e contribuições para aperfeiçoamento deste trabalho e da minha formação. Ao programa de pós-graduação em Produção Vegetal e todos professores e funcionários da Universidade Estadual de Goiás, unidade de Ipameri, pelo apoio e disponibilidade.

À todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para esta realização, meu muito obrigada, serei sempre imensamente grata.

“A satisfação está no esforço e não apenas na realização final.”

Mahatma Gandhi

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	vii
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	8
<b>2. OBJETIVO</b> .....	11
2.1. OBJETIVO GERAL.....	11
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	12
3.1. LOCAL E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	12
3.2. DELINEAMENTO E CONDUÇÃO EXPERIMENTAL .....	12
3.3. VARIÁVEIS ANALISADAS.....	13
3.3.1. Variáveis morfofisiológicas.....	13
3.3.2. Variáveis microbiológicas .....	13
3.3.3. Variável química do solo.....	14
3.3.4. Variável nutricional.....	14
3.3.5. Variáveis de produtividade.....	14
3.4. PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS.....	15
<b>4. RESULTADOS</b> .....	16
<b>5. DISCUSSÃO</b> .....	22
<b>6. CONCLUSÕES</b> .....	27
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	28

## RESUMO

A atual agricultura tem demandado a adoção de sistemas sustentáveis de produção, sendo necessárias pesquisas que avaliem as diversas interações possíveis dentro destes sistemas e suas influências nos vários fatores, incluindo os de produção agrícola, os ambientais e os socioeconômicos. Objetivou-se avaliar o efeito das doses de cloreto de potássio associadas a duas fontes bioativadoras sobre atividade microbiana do solo e produtividade da soja. O experimento foi conduzido no campo experimental da Universidade Estadual de Goiás, Unidade Universitária de Ipameri, sendo o solo da área classificado como LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico com textura argilosa, já cultivada por 15 anos. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 5x2, com quatro repetições. O primeiro fator foi constituído por doses de potássio (0, 30, 60, 90, 120 Kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O), utilizando cloreto de potássio como fonte. O segundo fator foi composto pelos produtos bioativadores de solo: Penergetic® Kompost e Pflanzen (250 g ha<sup>-1</sup>) e EM•1® (1:250) 250 L ha<sup>-1</sup> de calda. Realizou-se, o plantio da soja Monsoy 98Y21 IPRO, sendo a adubação e os tratos culturais realizados de acordo com recomendações técnicas para a cultura. As variáveis analisadas foram: índice de clorofila; número de nódulos; altura das plantas; teor de potássio foliar; número de vagens por planta; número de grãos por vagem; produtividade; respiração microbiana; carbono da biomassa microbiana; quociente metabólico e condutividade elétrica. Os componentes morfofisiológicos, nutricionais e de produtividade da soja não apresentaram resultados significativos para as doses de potássio, para as fontes bioativadoras de solo, bem como para a interação entre ambas. As demais variáveis, microbiológicas e de condutividade elétrica, revelou-se significativa para interação dos fatores, onde o bioativo EM associado a maior dose (120 kg ha<sup>-1</sup>) de cloreto de potássio apresentou interferência negativa na biomassa microbiana do solo, melhor desempenho foi encontrado quando na dose 60 kg ha<sup>-1</sup>. Portanto, o bioativador EM demonstrou-se promissor para microbiota do solo associado a dose potássica apenas de manutenção.

**Palavras-chave:** *Glycine max*; Potássio; Ativadores; Microrganismos eficientes; Rendimento de grãos; Biomassa microbiana

## ABSTRACT

Current agriculture has demanded the adoption of sustainable production systems, and research is needed to assess the various possible interactions within these systems and their influence on various factors, including agricultural production, environmental and socioeconomic factors. The objective was to evaluate the effect of potassium chloride doses associated a bioactivating sources on soil microbial activity and soybean productivity. The experiment was carried out in the experimental field of the State University of Goiás, Ipameri University Unit, the soil of the area being classified as a dystrophic Red-Yellow Latosol with clay texture, already cultivated for 15 years. The experimental design used was in randomized blocks, in a 5x2 factorial scheme, with four replications. The first factor consisted of potassium doses (0, 30, 60, 90, 120 Kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O), using potassium chloride as a source. The second factor was composed of the soil bioactivating products: PENERGETIC® Kompost and Pflanzen (250 g ha<sup>-1</sup>) and EM • 1® (1: 250) 250 L ha<sup>-1</sup> of syrup. Monsoy 98Y21 IPRO soy was planted, with fertilization and crop treatments carried out in accordance with technical recommendations for the crop. The variables analyzed were: chlorophyll index; number of nodules; plant height; leaf potassium content; number of pods per plant; number of grains per pod; productivity; microbial respiration; carbon from microbial biomass; metabolic quotient and electrical conductivity. The morphophysiological, nutritional and productivity components of soy did not show significant results for potassium doses, for the bioactive sources of soil, as well as for the interaction between both. The other variables, microbiological and electrical conductivity, proved to be significant for the interaction of factors, where the bioactive MS associated with a higher dose (120 kg ha<sup>-1</sup>) of potassium chloride showed negative interference in the microbial biomass of the soil, better performance was found when the dose was 60 kg ha<sup>-1</sup>. Therefore, the EM bioactivator has shown promise for soil microbiota associated with maintenance-only potassium dose.

**Key-words:** *Glycine max*; Potassium; Activators; Efficient microorganisms; Grain yield; Microbial biomass

## 1. INTRODUÇÃO

A agricultura brasileira se desenvolve tendendo a ganhos de produtividade. Em busca de aumentar a produção de grãos, além do aumento de áreas se faz crescente o uso de insumos químicos (CAPORAL, 2016), sendo a soja (*Glycine max* L. Merrill) a cultura protagonista no aumento de área e a que mais consome fertilizantes no país. O cultivo desta oleaginosa vem aumentando anualmente, devido suas distintas formas de uso e ao aumento da demanda global por alimentos (CONAB, 2019).

A produção de alimentos ainda enfrentará grandes desafios no século XXI, dentre eles o impacto das mudanças climáticas sobre as condições de produção, sustentabilidade da produção de alimentos, as inovações na agricultura, além da expansão de áreas, pois poucos países são capazes de expandir sua área de agricultura, sendo o Brasil um dos contemplados (BUAINAIN et al., 2014; FREITAS; MENDONÇA, 2016). De acordo com o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento a área de soja deve aumentar 9,5 milhões de hectares nos próximos 10 anos, chegando em 2029 a 45,3 milhões de hectares, um acréscimo de 26,6% sobre a área de soja em 2018/19. (BRASIL/MAPA, 2019).

A planta de soja necessita de vários nutrientes para se desenvolver, sendo o potássio (K) o segundo elemento mais absorvido e exportado pela cultura (KORBER et al., 2017). Este é essencial em quase todos os processos necessários à vida da planta, desempenhando funções vitais como regulação de abertura e fechamento dos estômatos, no controle osmótico, atua na ativação de enzimas envolvidas na respiração e na fotossíntese (MALAVOLTA, 2006; TAIZ; ZEIGER, 2012). Ainda, é essencial na síntese e no transporte de óleo e influencia no transporte de fotoassimilados para as sementes, desempenhando efeito positivo sobre o teor de óleo (ZAMBIAZZI et al., 2017).

Dentre os principais fertilizantes potássicos, a fonte mais utilizada nas culturas é o cloreto de potássio, possuindo alto índice salino (KAWAVATA et al., 2017). O índice salino é o valor que indica o aumento da pressão osmótica da solução do solo produzida por determinado fertilizante, podendo ser determinado por meio da condutividade elétrica, assim sendo, a utilização de fertilizantes de alta salinidade, pode acarretar excessiva concentração de sais e alterar de forma negativa as propriedades do solo (MELO et al., 2020).

Atualmente o desenvolvimento de novas pesquisas e inovações tem surgido incentivada pela necessidade de uma produção agropecuária mais sustentável, eficiente, rentável (SANTOS; RIBEIRO, 2019) e que ainda colabore com a redução da expansão de áreas cultivadas. Dessa forma, o contínuo avanço tecnológico da agricultura brasileira

fundamenta-se na adoção de sistemas sustentáveis de produção (BORGES et al., 2017), visando produtividade aliada ao equilíbrio ambiental e a ganhos socioeconômicos.

Entre as práticas ou técnicas que apoiam o sistema sustentável de produção agropecuária, surgem tecnologias que visam bioativar a vida do solo. Nesse sentido, a bioativação natural através da tecnologia Penergetic® visa ativar a vida do solo e da planta. Brito et al., (2012), citam que os produtos são formulados a partir de argila bentonita submetida a aplicação de campos elétricos e magnéticos.

A tecnologia é composta por dois produtos, sendo (Penergetic® P (Pflanzen) que tem como principal função auxiliar na capacidade fotossintética da planta (AZAMBUJA JUNIOR, 2011) e Penergetic® K (Kompost) que visa acelerar a decomposição de matéria orgânica, aumentar e equilibrar as atividades microbiológicas no solo, disparando metabolismo da biomassa do solo e facilitando a interação entre plantas e microrganismos benéficos (COBUCCI et al., 2015).

O produto Penergetic® K demonstra em resultados de campo aumento da disponibilidade dos macronutrientes fósforo e potássio, pelo fato de aumentar a disponibilidade dos nutrientes através das reações que as cargas eletromagnéticas ocasionam no sistema, que acabam alterando as formas indisponíveis dos nutrientes que já se encontram no solo, e assim, reduz o uso de fertilizantes minerais (WOLFAARDT; KORBER, 2012). No entanto, Souza et al. (2017) acrescentam que a prática não substitui a fertilização com macros e micros, somente complementa a nutrição das culturas, por tornar disponível na solução do solo os nutrientes previamente imobilizados, assim possibilitando alcançar agrossistemas mais sustentáveis e produtivos.

A bioativação de solo é uma tecnologia que busca ativar e proporcionar condições ideais aos microrganismos no solo, o que possibilita um melhor aproveitamento dos nutrientes disponíveis e imobilizados (FERREIRA et al., 2008). Outra tecnologia de bioativo são os Microrganismos Eficientes, que tem como objetivo melhorar a utilização da matéria orgânica na produção agrícola (BONFIM et al., 2011). O EM (Effective Microorganisms) foi desenvolvido por Teruo Higa, na Universidade de Ryukyus, Okinawa, Japão, na década de 1970 e consiste de culturas mistas de microrganismos benéficos (HIGA; WIDIDANA, 1989).

O EM•1® é um produto natural probiótico que contém microrganismos altamente eficientes, sendo constituído por leveduras, bactérias ácido-lácticas e bactérias fotossintéticas, que acelera a decomposição da matéria orgânica e promove equilíbrio da flora microbiana no solo e nas plantas (AOYAGUI, 2019). Ainda, a tecnologia melhora as condições físicas, químicas e biológicas do solo, aumentando a capacidade de resistência das plantas à

patógenos, liberando nutrientes às plantas, ácido láctico e utilizando os exsudados de plantas na produção de vitaminas, que junto com outros compostos orgânicos ativam outros organismos eficazes naturalmente presentes no solo, como exemplo as bactérias fixadoras de nitrogênio (PUGAS et al., 2013).

Dentre as características biológicas do solo, a biomassa microbiana é definida como componente vivo, atuando no processo de decomposição, ciclagem de nutrientes e fluxo de energia. As alterações na sua comunidade e atividade interferem nos processos bioquímicos do solo, na produtividade agrícola e na sustentabilidade dos ecossistemas (AGOSTINHO et al., 2017). A utilização de indicadores é essencial para apresentar o impacto do manejo do solo e das culturas na atividade dos microrganismos (GONÇALVES et al., 2019). A atividade microbiana, sua biomassa e o quociente metabólico, são os principais indicadores microbiológicos, pois apresentam características sensíveis as variações climáticas e fatores antropogênicos, proporcionando respostas rápidas às mudanças no meio (ROCHA et al., 2020).

Dessa forma, o acúmulo de íons no solo devido à aplicação de fertilizantes pode resultar em grandes aumentos de salinização, prejudicando plantas e microrganismos que participam de processos biológicos que ocorrem no solo (MEGDA et al., 2014). Segundo Moraes et al. (2015), estudos demonstram que a contribuição de carbono lábil melhora a capacidade dos microrganismos em tolerar a salinidade e a sodicidade do solo, assim sugerem que a aplicação de insumos orgânicos aumente a tolerância da microbiota do solo ao estresse salino/sódico.

Ainda, a ativação dos microrganismos através de estimuladores biológicos pode auxiliar em diversos processos microbiológicos capazes de influenciar na disponibilização e absorção de nutrientes e a produtividade das culturas. Diante o exposto, considerando a importância dos microrganismos e o rendimento dos cultivos, se faz importante avaliar a associação do cloreto de potássio com fontes bioativadoras de solo, sua influência na microbiota do solo e na produtividade das culturas.

## **2. OBJETIVO**

### **2.1. OBJETIVO GERAL**

O presente trabalho objetivou avaliar o efeito das doses de cloreto de potássio associadas a diferentes fontes bioativadoras sobre atividade microbiana do solo e produtividade da soja.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Avaliar componentes morfofisiológicos, nutricionais e de produtividade da soja sob associação de doses de potássio com duas fontes de biovadores de solo;
- Determinar atividade microbiana do solo e avaliar influência de diferentes doses de potássio associada aos bioativadores de solo;
- Determinar condutividade elétrica do solo afim de avaliar possível interferencia na atividade microbiana do solo e na produtividade da soja.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. LOCAL E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido no campo experimental da Universidade Estadual de Goiás, Unidade Universitária de Ipameri, no ano agrícola 2019/20, localizada no município de Ipameri-GO (latitude 17° 43' 04'' Sul, longitude 48° 08' 43'' Oeste e altitude de 794 m). O clima da região é definido como clima tropical Semi-úmido (Aw) constando médias anuais de 20 a 24 °C e 1300 a 1700 mm de precipitação pluvial, com chuvas no verão e seca no inverno (ALVARES et al., 2013).

O solo da área é classificado como LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico com textura argilosa (SANTOS et al., 2018) já cultivada por 15 anos. A coleta de solo foi realizada no primeiro semestre de 2019, coletando 10 amostras simples, na profundidade de 0-20 cm, com auxílio do trado holandês, formou-se a amostra composta e desta uma amostra representativa que em seguida foi levada para análise química em laboratório. Os resultados da análise apresentou os seguintes valores: 370, 90 e 540 g.kg<sup>-1</sup> de argila, silte e areia, respectivamente; pH= 5,2; H+Al= 1,8 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>; Ca= 1,9 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>; Mg= 0,6 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>; Al= 0,0 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>; P(Mehlich<sup>-1</sup>) = 10,4; K= 52,3 mg.dm<sup>-3</sup>; Matéria orgânica= 20,0 g.dm<sup>-3</sup>; V%= 59,37 e Zn= 1,5 mg.dm<sup>-3</sup>.

#### 3.2. DELINEAMENTO E CONDUÇÃO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 5x2, com quatro repetições. O primeiro fator foi constituído por doses de potássio (0, 30, 60, 90, 120 Kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O), utilizando cloreto de potássio como fonte. O segundo fator foi composto pelos produtos bioativadores de solo: Penergetic® e EM•1®.

Após demarcação das parcelas da área experimental, 5 dias antes da semeadura foi aplicado o cloreto de potássio nos tratamentos delimitados com as dosagens. Foi aplicado no solo, nas parcelas delimitadas, 250 g ha<sup>-1</sup> de Penergetic® Kompost e (1:250) 250 L ha<sup>-1</sup> de calda do EM•1®. Realizou-se, o plantio da soja Monsoy 98Y21 IPRO, com apenas adubação fostatada de base (120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), tendo o superfosfato simples como fonte. Em R1 foi aplicado via foliar o 250 g ha<sup>-1</sup> Penergetic® Pflanzen e novamente (1:250) 250 L ha<sup>-1</sup> de calda do produto EM•1®. As parcelas experimentais foram constituídas por 7 linhas com

espaçamento de 0,50m entre linhas e 4m de comprimento, considerando área útil as 3 linhas centrais e descartando 0,5 m em cada extremidade.

Os tratos culturais realizados na condução da cultura inclui a aplicação de herbicida Glizmax Prime com princípio ativo Glifosato ( $2 \text{ L ha}^{-1}$ ), sendo adicionado a calda micronutriente Master manganês 11% ( $0,3 \text{ L ha}^{-1}$ ), 20 dias após emergência. Foram realizadas 3 aplicações de fungicida Elatus ( $200 \text{ g ha}^{-1}$ ) e Score flex ( $150\text{ml ha}^{-1}$ ), 4 aplicações de inseticidas, sendo Galil ( $300 \text{ ml ha}^{-1}$ ), Belt ( $50 \text{ ml ha}^{-1}$ ) e Engeo Pleno ( $200 \text{ ml ha}^{-1}$ ) aplicados em nível de controle das pragas, tendo tido incidência de vaquinhas, lagartas e percevejos.

Logo, em plena floração da soja foram coletadas amostras de solo para análises microbiológicas e folhas da cultura para análise nutricional. Por ocasião da maturação fisiológica foram colhidas as plantas da área útil de cada parcela e logo feitas avaliações de produtividade.

### 3.3. VARIÁVEIS ANALISADAS

#### 3.3.1. Variáveis morfofisiológicas

- **Índice de clorofila (IC)**, foi avaliado o teor de clorofila em três folhas intactas, na região mediana de cada planta, no estágio de pleno florescimento (R2), utilizando um clorofilômetro que estima o índice de clorofila Falker.
- **Número de nódulos (NN)**, no estágio de pleno florescimento (R2) coletou-se amostras de quatro plantas por parcela, tomando cuidado para não danificar o sistema radicular, após realizou-se a contagem dos nódulos.
- **Altura das plantas (AP)**, avaliada no estágio R8, foi mensurada a distância entre o colo e o ápice da haste principal, medindo-se 5 plantas ao acaso, com auxílio de uma régua graduada, expressada em cm.

#### 3.3.2. Variáveis microbiológicas

Em pleno florescimento da cultura da soja, foram coletadas amostras de solo de cada unidade experimental, na camada de 0-10 cm, afim de analisar as seguintes variáveis:

- **Respiração microbiana (RM)**, obtida pela incubação das amostras com captura de  $\text{CO}_2$  em NaOH, durante sete dias, pela adaptação do método da fumigação-incubação, proposto por Anderson e Domsch (1990);

- **Carbono da biomassa microbiana (CBM)**, foi obtido pelo método da irradiação-extração o qual consiste no uso de energia eletromagnética, causando efeito na transferência de energia e temperatura, levando a um rompimento celular com liberação dos compostos intracelulares (MENDONÇA E MATOS, 2005).
- **Quociente metabólico ( $qCO_2$ )**, representa a quantidade de  $CO_2$  liberada por unidade de biomassa microbiana, foi obtido a partir da relação  $(C-CO_2/CBM)$ , dividindo-se respiração basal do solo pelo carbono da biomassa microbiana do solo (ANDERSON; DOMSCH, 1993).

### 3.3.3. Variável química do solo

- **Condutividade elétrica (CE)**, para determinação utilizou a relação solo:água de 1:2 (10 cm<sup>3</sup> de solo seco: 20 mL de água). A mistura solo-água foi agitada por 30 min em mesa agitadora, mantida em repouso por 30 min e agitada por 30 s, em seguida procedeu a leitura, determinada em condutivímetro.

### 3.3.4. Variável nutricional

- **Teor de potássio foliar (TK)**, foram coletadas 10 folhas de forma aleatória em cada unidade experimental, na época de pleno florescimento (R2), sendo a terceira folha completamente desenvolvida destacada, no sentido do ápice da haste para a base. Posteriormente, o material foi colocado para secar em estufa com circulação forçada de ar, com temperatura de 65 °C, até massa constante. Depois de seco, o material foi moído em moinho tipo Willey e acondicionado em saquinhos, após procedeu a análise feito a leitura por técnica de espectrometria de emissão atômica.

### 3.3.5. Variáveis de produtividade

Por ocasião da maturação fisiológica (R9), 10 plantas foram coletadas ao acaso na área útil de cada parcela, identificadas e levadas ao laboratório para as seguintes avaliações:

- **Número de vagens por planta (NV)**, foram contadas todas as vagens que continham grãos cheios, e posteriormente, o valor obtido dividido pelo número de plantas amostradas.
- **Número de grãos por vagem (NG)**, estimado pela contagem do número de grãos cheios por vagem.

- **Produtividade (PD)**, avaliada por meio da colheita manual da área útil de cada parcela experimental, as quais foram trilhadas mecanicamente e posteriormente realizada à pesagem dos grãos. Em seguida, os dados obtidos foram transformados para  $\text{kg ha}^{-1}$ , sendo esta produtividade corrigida para teor de água de 13%.

#### 3.4. PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, o efeito dos tratamentos sobre as variáveis analisadas foram estudados e quando significativos realizou-se o teste de comparação de médias Scott-Knott a 5% de probabilidade, para as doses foi feita análise de regressão, sendo que para o processamento dos dados utilizou-se o programa de análise estatística SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2019). A relação entre as variáveis microbiológicas e condutividade elétrica foram determinadas por análise de correlação de Pearson a 5 % de probabilidade, utilizando o software R (R CORE TEAM, 2020).

#### 4. RESULTADOS

A análise de variância das variáveis analisadas encontram-se nas Tabelas 1, 2 e 3. O teste de F apresenta que as variáveis morfofisiológicas e de produtividade da soja (Tabela 1 e 2) não demonstraram resultados significativos para as doses crescentes de potássio, para as fontes bioativadoras de solo, bem como para a interação entre ambas. A interação dos fatores revelou-se significativa para a variável condutividade elétrica (CE ( $p < 0,01$ )) e para todas as variáveis microbiológicas (RM ( $p < 0,05$ ), CB ( $p < 0,01$ ) e  $q\text{CO}_2$  ( $p < 0,01$ )) (Tabelas 3).

**Tabela 1.** Resumo da ANOVA das variáveis NN (número de nódulos), ICF (índice de clorofila Falker) e AP (altura de plantas), UEG, Ipameri-GO, 2020.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios		
		NN	ICF	AP
Doses	4	189.529000 <sup>NS</sup>	2.256729 <sup>NS</sup>	17.312500 <sup>NS</sup>
Bioativadores	1	436.921000 <sup>NS</sup>	0.087423 <sup>NS</sup>	0.225000 <sup>NS</sup>
DxB	4	400.341000 <sup>NS</sup>	2.018716 <sup>NS</sup>	23.662500 <sup>NS</sup>
Resíduo	27	284.072111	3.082039	15.910185 <sup>NS</sup>
<b>CV%</b>	-	<b>24.52</b>	<b>3.90</b>	<b>4.50</b>

<sup>NS</sup> não significativo pelo teste F.

**Tabela 2.** Resumo da ANOVA das variáveis TK (teor de potássio foliar), NV (número de vagens), NG (número de grãos) e PD (produtividade), UEG, Ipameri-GO, 2020.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		TK	NV	NG	PD
Doses	4	1.974204 <sup>NS</sup>	34.600000 <sup>NS</sup>	137.525000 <sup>NS</sup>	0.227405 <sup>NS</sup>
Bioativadores	1	1.764000 <sup>NS</sup>	0.100000 <sup>NS</sup>	60.025000 <sup>NS</sup>	0.018749 <sup>NS</sup>
DxB	4	1.989969 <sup>NS</sup>	34.350000 <sup>NS</sup>	130.525000 <sup>NS</sup>	0.393311 <sup>NS</sup>
Resíduo	27	1.291706	60.218519	725.054630	0.156232
<b>CV%</b>	-	<b>5.71</b>	<b>14.06</b>	<b>18.14</b>	<b>11.81</b>

\* Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro; <sup>NS</sup> não significativo pelo teste F.

**Tabela 3.** Resumo da ANOVA das variáveis CE (condutividade elétrica), RM (respiração microbiana), CB (carbono da biomassa microbiana) e  $qCO_2$  (quociente metabólico), UEG, Ipameri-GO, 2020.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		CE	RM	CB	$qCO_2$
Doses	4	2822.557125 <sup>NS</sup>	17.933352 <sup>NS</sup>	19925.462500**	0.030166**
Bioativadores	1	2043.470250 <sup>NS</sup>	2.751003 <sup>NS</sup>	2220.100000 <sup>NS</sup>	0.015210*
DxB	4	3818.064625*	30.647915*	34560.412500**	0.031379**
Resíduo	27	1147.164509	9.565504	716.644444	0.000895
<b>CV%</b>	-	<b>27.95</b>	<b>17.70</b>	<b>14.42</b>	<b>24.83</b>

\* Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro; \*\* Significativo pelo teste F a 1% de probabilidade de erro; <sup>NS</sup> não significativo pelo teste F.

A Tabela 4 apresenta as médias das variáveis que não expressaram significância, demonstrando que os fatores não interferiram nas variáveis morfofisiológicas e de produtividade da soja.

**Tabela 4.** Médias da análise de regressão para o fator doses e média de teste Scott Knott para fator bioativadores para as variáveis NN (número de nódulos), ICF (índice de clorofila Falker), TK (teor de potássio foliar g.kg), AP (altura de plantas), NV (número de vagens), NG (número de grãos) e PD (produtividade em kg.ha) e UEG, Ipameri-GO, 2020.

Fatores		Variáveis						
		NN	ICF	TK	AP	NV	NG	PD
<b>Doses de K (Kg ha<sup>-1</sup>)</b>	0	72	45,59	19.36	89	54	148	3.325
	30	68	44,24	19.53	87	55	145	3.277
	60	69	44,47	20.60	87	53	145	3.369
	90	73	45,22	20.15	91	57	150	3.607
	120	61	45,65	19.93	90	57	154	3.147
F		0,66 <sup>NS</sup>	0,73 <sup>NS</sup>	1,52 <sup>NS</sup>	1,08 <sup>NS</sup>	0,57 <sup>NS</sup>	0,19 <sup>NS</sup>	1,45 <sup>NS</sup>
<b>Bioativadores</b>	PN®	72	45,06	20.12	89	55	149	3.323
	EM•1®	65	44,96	19.70	88	55	147	3.367
F		1,53 <sup>NS</sup>	0,02 <sup>NS</sup>	1,36 <sup>NS</sup>	0,01 <sup>NS</sup>	0,002 <sup>NS</sup>	0,08 <sup>NS</sup>	0,12 <sup>NS</sup>
<b>CV%</b>		<b>24.52</b>	<b>3.90</b>	<b>5.71</b>	<b>4.50</b>	<b>14.06</b>	<b>18.14</b>	<b>11.81</b>

<sup>NS</sup>: não significativo; PN®: Penergetic; EM•1®: Microrganismos eficazes.

Ao realizar o desdobramento da interação dos fatores, observa-se na tabela 5 que os valores de CE com aplicação de EM nas doses de 30 e 90 kg ha<sup>-1</sup> apresentaram valores

semelhantes e superiores em relação as demais doses que foram inferiores e estatisticamente iguais. Ainda, a dose de 90 kg ha<sup>-1</sup> com aplicação de EM obteve resultado superior em relação a mesma dose com aplicação de PN, que também não apresentou diferença entre as doses. Assim, a associação de 90 kg ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio com o EM, alcançou maior valor de condutividade elétrica, já o menor valor foi obtido quando relacionando a mesma dose ao PN.

**Tabela 5.** Valores médios de condutividade elétrica (CE) em função de diferentes doses de potássio e duas fontes de bioativadores de solo. UEG, Ipameri-GO, 2020.

<b>Condutividade elétrica (CE) (uS cm<sup>-1</sup>)</b>						
Fonte de bioativador	Doses de K (kg ha <sup>-1</sup> )					Médias
	0	30	60	90	120	
PN	124.32	135.70	102.97	86.97 b	120.15	114.02
EM	105.72 B	151.97 A	84.02 B	174.50 aA	125.37 B	128.32
Médias	115.02	143.83	93.5	130.737	122.762	-

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. PN: Penergetic®; EM: EM•1®.

Para variável RM (Tabela 6) a aplicação de EM nas doses de 30, 60 e 90 kg ha<sup>-1</sup> mostraram-se semelhantes e superiores as demais que foram inferiores e semelhantes entre si. Já com aplicação de Penergetic os valores foram semelhantes entre as doses, não expressando diferença estatística, porém a ausência de adubação potássica (0 kg ha<sup>-1</sup>) demonstrou-se superior à aplicação de EM, já na presença das doses os bioativadores foram iguais estatisticamente, apesar de demonstrar tendência de estímulo da taxa respiratória na dose de 60 kg ha<sup>-1</sup> com EM. Deste modo, a maior taxa respiratória foi expressa na ausência da adubação potássica com aplicação do Penergetic, já a menor foi observada na ausência com EM.

**Tabela 6.** Valores médios de respiração microbiana (RM) em função de diferentes doses de potássio e duas fontes de bioativadores de solo. UEG, Ipameri-GO, 2020.

<b>Respiração Microbiana (RM) (mg C-CO<sub>2</sub>.kg<sup>-1</sup> de solo.dia<sup>-1</sup>)</b>						
Fonte de bioativador	Doses de K (kg ha <sup>-1</sup> )					Médias
	0	30	60	90	120	
PN	19,42 a	19,69	14,94	16,64	18,00	17,73
EM	14,00 bB	20,44 A	19,31 A	17,81 A	14,50 B	17,21
Médias	16,71	20,06	17,12	17,22	16,25	-

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. PN: Penergetic®; EM: EM•1®.

Os valores de CBM (Tabela 7) variou significativamente entre as doses, apenas com a aplicação de EM, correspondendo 87,66% a variação percentual entre o maior (344,50) e o menor (42,50) valor obtido, referenciando o valor superior a dose de 60 kg ha<sup>-1</sup> e o inferior a 120 kg ha<sup>-1</sup>. Na ausência de adubação potássica os bioativadores foram semelhantes não demonstrando influência, já as doses de 30 e 60 kg ha<sup>-1</sup> expressaram superioridade com a aplicação do bioativador EM, distinguindo-se das doses 90 e 120 kg ha<sup>-1</sup> que demonstraram superiores com o bioativador Penergetic. Nota-se que, o maior valor de carbono da biomassa microbiana foi alcançado na associação do bioativador EM com 60 kg ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio, já o menor valor foi obtido associando o mesmo bioativador com a dose de 120 kg ha<sup>-1</sup>.

**Tabela 7.** Valores médios de carbono da biomassa microbiana (CBM) em função de diferentes doses de potássio e duas fontes de bioativadores de solo. UEG, Ipameri-GO, 2020.

<b>Carbono da biomassa microbiana (CBM) (mg C.Kg<sup>-1</sup>de solo)</b>						
Fonte de bioativador	Doses de K (kg ha <sup>-1</sup> )					Média
	0	30	60	90	120	
PN	205,50	165,50 b	149,00 b	179,00 a	192,00 a	178,2
EM	192,25 C	252,00 aB	344,50 aA	134,25 bD	42,50 bE	193,1
Média	198,89	208,75	246,75	156,62	117,25	-

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 1% de probabilidade. PN: Penergetic®; EM: EM•1®.

As médias referentes ao  $qCO_2$  (Tabela 8), para aplicação de bioativadores, exibiram diferença estatística somente para EM, onde a maior dose (120 kg ha<sup>-1</sup>) obteve resultado superior, 90 kg ha<sup>-1</sup> demonstrou-se inferior a maior dose porém superior as demais que foram estatisticamente semelhantes. Para doses, 60 kg ha<sup>-1</sup> exibiu maior valor de  $qCO_2$  com a aplicação de Penergetic, diferindo da dose de 120 kg ha<sup>-1</sup> que expressou maior valor com uso do bioativador EM, as demais doses apresentaram valores estatisticamente iguais. Dessa forma, o menor índice de  $qCO_2$  foi obtido associando a dose de 60 kg ha<sup>-1</sup> de cloreto com o bioativador de solo EM.

**Tabela 8.** Valores médios de quociente metabólico ( $qCO_2$ ), em função de diferentes doses de potássio e duas fontes de bioativadores de solo. UEG, Ipameri-GO, 2020.

<b>Quociente metabólico (<math>qCO_2</math>) (mg C-CO<sub>2</sub>.kg<sup>-1</sup> Cmic.dia<sup>-1</sup>)</b>						
Fonte de bioativador	Doses de K (kg ha <sup>-1</sup> )					Médias
	0	30	60	90	120	
PN	0,09	0,12	0,10 a	0,09	0,10 b	0,10

EM	0,07 C	0,08 C	0,05 bC	0,13 B	0,35 aA	0,38
Médias	0,08	0,10	0,07	0,11	0,22	-

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 1% de probabilidade. PN: Pengergetic®; EM: EM•1®.

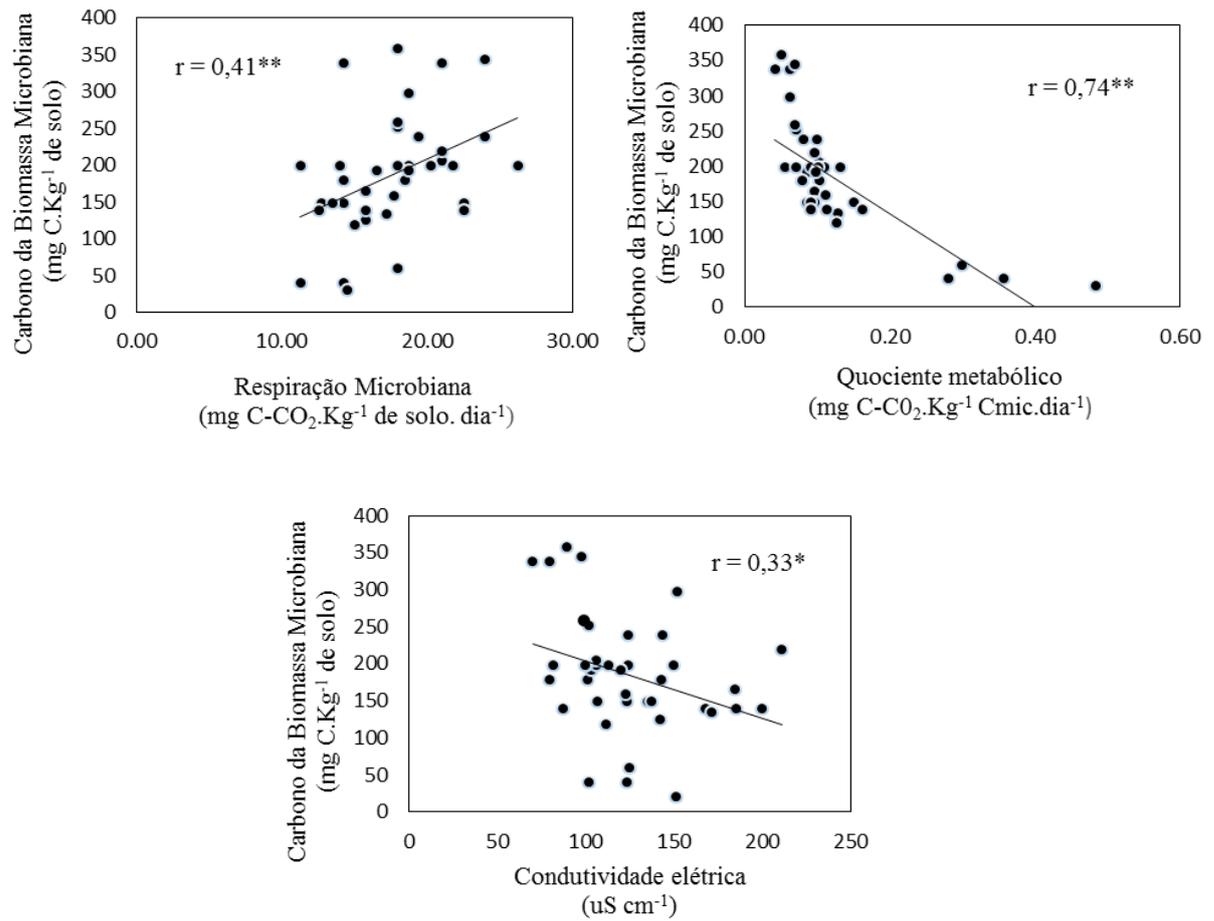
A análise de correlação entre atributos microbiológicos do solo e condutividade elétrica demonstrou associações significativas (Tabela 9). O CBM correlacionou-se positivamente com RM ( $r=0,41$ ,  $p<0,01$ ), já com  $qCO_2$  e CE apresentou correlação negativa, ( $r=-0,74$ ,  $p<0,05$ ), ( $r=-0,33$ ,  $p<0,05$ ), respectivamente. As demais relações não expressaram significância.

**Tabela 9.** Coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis microbiológicas e condutividade elétrica sob doses de potássio e diferentes bioativadores de solo. UEG, Ipameri-GO, 2020.

Variável	CBM	$qCO_2$	CE
RM	0,41**	-0,15 <sup>NS</sup>	0,09 <sup>NS</sup>
CBM	-	-0,74**	-0,33*
$qCO_2$	-	-	0,18 <sup>NS</sup>

\*\* Significativo pelo teste F a 1% de probabilidade de erro; \* Significativo a 5% de probabilidade de erro; <sup>NS</sup> não significativo pelo teste F; RM (respiração microbiana); CB (carbono da biomassa microbiana);  $qCO_2$  (quociente metabólico) e CE (condutividade elétrica).

Os resultados expõem a relação positiva entre RM e CBM, sendo que o aumento da respiração ocasionou maiores teores de carbono da biomassa microbiana do solo. Houve alta relação negativa entre CBM e  $qCO_2$ , demonstrando que quanto maior o valor de CBM menor o índice de  $qCO_2$ . Ainda, relacionando-se com a média da interação dos fatores nota-se que, o maior índice de  $qCO_2$  foi obtido na dose de 120 kg ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio (Tabela 8), assim como o menor valor de CBM (Tabela 7). Logo, a correlação entre CBM e CE apresenta-se baixa, porem com maior nível de significância, demonstrando que quanto maior CE menor CMB.



**Figura 2.** Correlação entre Carbono da Biomassa Microbiana e as variáveis de Respiração Microbiana, Quociente metabólico e Condutividade elétrica em função de doses de potássio e diferentes bioativadores de solo.

## 5. DISCUSSÃO

O presente estudo não expressou efeito nos componentes de produção e nutricional da soja, apesar de a literatura relatar efeito de doses do potássio sobre essas variáveis. Nota-se que as médias de todas as variáveis na ausência de dose se assemelham a presença de dosagens de K, demonstrando que a cultura se desenvolveu de forma plausível sem a aplicação de potássio e sob as condições do experimento, que evidenciou teor de K satisfatório para suprir a necessidade da cultura.

Jones et al. (1997), observaram acréscimos no número de nódulos por planta e por unidade de volume de solo com a aplicação de potássio, entretanto relataram que o aumento no número e tamanho de nódulos e na fixação do nitrogênio não podiam ser inteiramente atribuídos ao tratamento com potássio. Souza et al. (2017), avaliando efeito da aplicação Penergetic no crescimento e produtividade da soja, não observaram diferença significativa no número de nódulos.

Hungria et al. (2007), cita que na fase inicial, entre 10 e 15 dias pós emergência, devem ser encontrados cerca de 4 a 8 nódulos por planta e nos estádios de florescimento (R1 e R2), em plantas bem noduladas, devem apresentar de 15 a 30 nódulos por planta. As plantas avaliadas no estudo encontravam-se no estágio de florescimento pleno, apresentando número médio de nódulos por planta igual a 68 (n° de nódulos pl<sup>-1</sup>).

Pinto e Araújo (2019), encontram resultado médio de 18 para número de nódulos em soja cultivada com biofertilizante. Já Silva et al. (2019), alcançou valor médio de número de nódulos igual a 7, em análise de nodulação em soja submetida a diferentes adubações. Brandelero et al. (2009), avaliando nodulação de cultivares de soja e seus efeitos no rendimento de grãos, alcançaram valor médio de 60 nódulos por planta. Ainda, Bohrer e Hungria (1998), destacam que o número de nódulos se relaciona a caracteres intrínsecos (genéticos) das cultivares.

O componente morfológico ICF apresentou resultado e valores médios semelhantes aos encontrados por Petter et al. (2012), que em análise do desempenho agrônômico da soja a doses e épocas de aplicação de potássio, verificou que doses crescentes de K<sub>2</sub>O incrementou as concentrações de K nas folhas de soja, porém esse aumento de concentração não influenciou o teor relativo de clorofila total, indicando não haver correlação direta entre níveis de K nas folhas e síntese de clorofila. Ainda, Souza et al. (2017), não encontraram diferença significativa para índice de clorofila, estudando efeito da aplicação de Penergetic na cultura da soja.

O ICF é uma característica relacionada ao teor de N, elemento que participa diretamente na síntese de clorofila, atualmente a leitura do teor de clorofila tem-se tornado importante na condução das culturas, podendo detectar a deficiência de nitrogênio (SOUSA et al., 2015). Já o potássio, segundo Venkatesan e Ganapathy (2004), pode contribuir de forma indireta para os teores relativos de clorofila nas folhas, agindo na melhoria da eficiência no uso do N, em função do incremento na atividade da enzima redutase do nitrato, atuando como ativador enzimático.

Os teores foliares de K encontrados no presente estudo mostraram-se dentro dos limites considerados adequados a cultura, sendo entre 17 e 25 g kg<sup>-1</sup> de acordo com Malavolta et al. (1997). Ainda, segundo Borkert et al. (1997), os sintomas de deficiências severas de potássio e queda de produtividade estão associados a teores de K inferiores a 12,5 g kg<sup>-1</sup>.

Corroborando com o resultado alcançado, Silva e Lazarini (2014), em estudo de doses e épocas de aplicação de potássio na cultura da soja em sucessão a plantas de cobertura, verificaram para as doses de K<sub>2</sub>O, valores semelhantes na concentração de potássio foliar. Dessa forma, os teores de K estatisticamente iguais, em particular na ausência de adubação potássica, associa-se a presença de K no solo em concentração suficiente para suprir a necessidade da cultura, de acordo com recomendações de correção e adubação de Sousa e Lobato (1996). Não se espera respostas positivas a adubações potássicas quando teores de K estão adequados a altos, porém é necessário repor o que é extraído pelas culturas, considerando a produtividade esperada, sendo 20 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O para cada tonelada de grãos. Com relação a maior dosagem não ter apresentado maior teor de K-foliar, sugere-se a possível lixiviação do elemento.

A difusão é o principal mecanismo de movimentação do potássio no solo, quanto maior a concentração de potássio no solo, maior será a taxa de difusão, e logo, mais potássio será absorvido pela planta (BARBER, 1995). Ainda, conforme Sanzonowicz e Mielniczuk (1985), considerando as condições de solo e clima, o K pode ser levado para profundidades superiores a ocupadas pelas raízes, perdendo-se por lixiviação. Assim, Ernani et al. (2007) salienta que, a mobilidade do potássio relaciona-se com quantidade de água que percolada e concentração do nutriente na solução do solo.

Uma das características agrônômicas desejáveis e de interesse na cultura da soja é a altura de plantas, uma vez que se relaciona com o rendimento, controle de plantas daninhas e também com as perdas durante a operação de colheita mecânica (ZAMBIAZZI et al., 2017). Lambert et al. (2007), ressalta que esta característica dependente do genótipo, fatores ambientais, fertilidade do solo, clima, ano agrícola, umidade, dentre outros.

No presente estudo, a altura de plantas não expressou diferença significativa, porem encontrou-se em médias consideradas adequadas para a cultura. As cultivares comerciais normalmente apresentam altura média de 60 a 120 cm (BORÉM, 2000). Complementando, Shigihara e Hamawaki (2005) preconiza altura de planta entre 60 a 110,0 cm para as cultivares de soja modernas, não apenas para se obter alto rendimento, mas também para otimizar o ganho operacional durante a colheita.

Os resultados alcançados sobre números de vagens por plantas e número de grãos por vagem, expressam insensibilidade aos tratamentos, contudo dentro das médias observadas na literatura. Silva e Lazarinii (2014), trabalhando com doses e épocas de aplicação de potássio na cultura da soja, observaram que não houve significância entre as médias de vagens por planta e número de grão para as doses aplicadas. Corroborando, Zuffo et al. (2019) não observaram influência das doses de potássio no número de vagens por planta, relacionando o resultado ao alto teor de potássio existente no solo, tornando a lavoura homogênea no que diz respeito ao número de vagens, mesmo com variação de doses de potássio.

O componente mais importante quando se busca aumentos no rendimento da cultura da soja é o número de vagens por planta, devido à grande faixa de variação obtida, o qual é dependente da quantidade de flores produzidas e fixadas durante o estágio reprodutivo, em que há uma grande porcentagem de abortamento, girando em torno de 70%. Já os demais componentes, como o número de grãos por vagem, é o que apresenta menor variação entre diferentes cultivos, com média de dois grãos por vagem, e infrequentes vezes quatro grãos são observados (MUNDSTOCK; THOMAS, 2005).

A variável produtividade apresentou resultados dentro da média nacional de produtividade da soja ( $3.379 \text{ kg ha}^{-1}$ ), sendo a produtividade média do estado de Goiás de 4.535 quilos por hectare (CONAB, 2019). Embora não tenha expressado diferença significativa, nota-se que a maior média de produtividade ( $3.607 \text{ kg ha}^{-1}$ ) foi obtida na dose de  $90 \text{ kg ha}^{-1}$ . Lana et al. (2002), avaliando resposta da soja a doses e modos de aplicação de potássio em solo de cerrado, encontraram as maiores produtividades na dose de  $90 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ . Contrastando, Martins et al. (2013), trabalhando com doses de cloreto de potássio em diferentes épocas, alcançaram máxima produtividade ( $3.169 \text{ kg ha}^{-1}$ ) na dose de  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ , independentemente da época de aplicação.

Alovisi et al. (2017), avaliando os atributos químicos do solo e a produtividade da soja em resposta a adição de pó de basalto associados ou não ao bioativo Penergetic, observaram influência do fator bioativador isolado na produtividade, sendo os maiores valores obtidos em sua aplicação. Souza et al. (2017), ressaltam que utilização do Penergetic-K proporcionou um

incremento na produtividade da soja, com aumento de até 20% em relação à adição de somente macros e micronutrientes ao solo. Contrastando, Ceribolla (2015), avaliando o efeito de Penergetic P e K em comparativo com adubação convencional, observou que os tratamentos com o bioestimulante Penergetic e adubação, não apresentou significância para a produção de grãos e para os demais componentes de rendimento.

Cobucci et al. (2015), determinando componentes de produção e produtividade do feijoeiro comum afetados pela adubação fosfatada e pela aplicação de Penergetic, observaram que o uso de Penergetic independente da dose de fósforo proporcionou maior produtividade de grãos. Ronzelli Junior et al. (1999), avaliando a eficiência do produto microrganismos eficazes em relação à adubação química na produtividade do feijoeiro, observaram que não houve significância nos componentes de rendimento, já a maior produtividade alcançada foi obtida com a adubação NPK, completaram considerando que os resultados obtidos não mostraram consistência para recomendação substitutiva do produto EM pela adubação química NPK tradicional.

Com relação a condutividade elétrica, apesar da condutividade elétrica não ter atingido valores prejudiciais no desenvolvimento e produtividade da soja, nota-se que 90 kg ha<sup>-1</sup> de cloreto com aplicação do Penergetic apresentou menor média de CE comparado com EM na mesma dose, demonstrando que essa fonte pode ser mais propícia quando associada ao KCl. Pereira (1998), destaca que o comportamento das plantas é diferentemente em relação à salinidade, a tolerância varia não só com a concentração salina, mas, também, com práticas de manejo, clima e proporções relativas dos diversos íons na solução do solo. Colocando ainda que, para condutividade elétrica entre 4,0 e 8,0 dS m<sup>-1</sup> a produtividade da soja é reduzida. No presente estudo, os tratamentos mostraram médias bem inferiores a faixa referida, sendo 0,1745 dS m<sup>-1</sup> (174,50 uS cm<sup>-1</sup>) o máximo de CE observado.

Antonilli et al. (2016), avaliando efeito de Penergetic na atividade dos microrganismos do solo, ressaltaram que mesmo sem apresentar diferença significativa, a aplicação do bioativador comparada a testemunha expressou aumento no C da biomassa microbiana do solo, destacando que a utilização da tecnologia instiga a atividade microbiana do solo. De acordo com Islam e Weil (2000), a respiração basal expressa o estado em que se encontra o metabolismo microbiano no solo, onde quanto mais CO<sub>2</sub> liberado para o ambiente, maior será a atividade microbiana. Desse modo, altas taxas de respiração podem indicar tanto uma condição adversa, como níveis adequados de atividade microbiana no solo.

O tratamento com Penergetic na ausência de doses apresentou maior produção de C-CO<sub>2</sub>, apesar de não significativo observou-se que houve estímulo da taxa respiratória na dose

de 60 com EM, onde foi expresso menor valor de  $q\text{CO}_2$  e maior taxa de carbono incorporado, pressupondo economia na utilização de energia. Cunha et al. (2011), destaca que a medida que a biomassa microbiana se torna mais eficiente na utilização de recursos do ecossistema, menos  $\text{CO}_2$  é perdido pela respiração e maior proporção de carbono é incorporada aos tecidos microbianos, o que resulta em diminuição do  $q\text{CO}_2$ , e conseqüentemente, agroecossistemas mais estáveis.

O maior valor de  $q\text{CO}_2$  observado demonstra que a maior dose associada ao EM favoreceu maior perda de carbono na forma de  $\text{C-CO}_2$  para a atmosfera, expressando baixa eficiência microbiana. Anderson e Domsch (1993) e Guimarães (2017), completam que o  $q\text{CO}_2$  é um importante indicador da eficiência dos microrganismos em incorporar o C em sua biomassa, correspondendo à respiração basal por unidade de biomassa microbiana. Elevados valores de  $q\text{CO}_2$ , estão associados a ecossistemas menos estáveis, devido a uma situação de estresse ou distúrbio, possivelmente determinada pelo manejo intensivo do solo e pelo frequente uso de agrotóxicos. Indica que pode estar ocorrendo maior gasto de energia, aumento da respiração, para a manutenção da comunidade microbiana, ou seja, implicam em menor eficiência do C-BMS.

Valarini et al. (2003), avaliando as propriedades do solo após a incorporação da matéria orgânica e microrganismos-EM, concluíram a partir dos resultados que a qualidade do solo com a incorporação de EM potencializou a atividade biológica. Diante o exposto, observa-se que a associação do EM com a dose mediana de KCL utilizada (60) exerce influência de estímulo a atividade microbiana do solo, com suposição de um ambiente próximo do seu estado de equilíbrio, porém elevadas doses podem interferir de forma negativa na dinâmica dos microrganismos, induzindo redução da eficiência microbiana.

Morais et al. (2015), avaliando influência em curto prazo da aplicação de fertilizante organomineral e irrigação com água salina sobre a comunidade microbiana, apresentam que o carbono da comunidade microbiana foi indicador sensíveis do aumento da salinidade. Pereira et al. (2019), implicam que o excesso de  $\text{Cl}^-$ , quando adicionado ao solo por meio da fertilização potássica com KCl tem efeito biocida, reduzindo a atividade microbiana do solo.

A partir dos resultados observados na correlação, é presumível que a estimativa de salinidade do solo, tida como condutividade elétrica, exerce influência no carbono da biomassa microbiana do solo, e concomitantemente, adversidade aos microrganismos. Entretanto, outros estudos devem ser desenvolvidos, afim de confirmar as hipóteses existentes, sobre o uso das tecnologias de bioativação de solo associados as fontes diversas de fertilizantes e seus efeitos na produtividade dos cultivos e na microbiota do solo.

## 6. CONCLUSÃO

A associação das doses de cloreto de potássio com fontes biovadoras de solo não apresentou-se significativa para os componentes morfofisiológicos, nutricionais e de produtividade da soja.

O bioativo EM associado a maior dose ( $120 \text{ kg ha}^{-1}$ ) de cloreto de potássio apresentou interferência negativa na biomassa microbiana do solo, melhor desempenho foi encontrado na dose  $60 \text{ kg ha}^{-1}$ . Portanto, o bioativador EM demonstrou-se promissor para microbiota do solo associado a dose potássica apenas de manutenção para a cultura da soja.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINHO, P. R.; GOMES, S. S.; GALLO, A. S.; GUIMARÃES, N. F.; GOMES, M. S.; SILVA, R. F. Biomassa microbiana em solo adubado com vinhaça e cultivado com milho safrinha em sucessão a leguminosas. **Acta Iguazu**, Cascavel, v.6, n.3, p.31-43, 2017.

ALOVISI, A. M. T.; FRANCO, D.; ALOVISI, A. A.; HARTMANN, C. F.; TOKURA, L. K.; SILVA, R. S. Atributos de fertilidade do solo e produtividade de milho e soja influenciados pela rochagem. **Acta Iguazu**, [s. l.], v.6, n.5, p.57-68, 2017.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v.22, n.6, p.711-728, 2013.

ANDERSON, J. P. E.; DOMSCH, K. H. The metabolic quotient of CO<sub>2</sub> (q CO<sub>2</sub>) as a specific activity parameter to assess the effects of environmental condition, such as pH, on the microbial of forest soil. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.25, n.3, p.393-395, 1993.

ANDERSON, T. H.; DOMSCH, K. H. Application of e co-physiological quotients (qCO<sub>2</sub> and qD) on microbial biomasses from soils of different cropping histories. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 22, n.2, p.251-255, 1990.

ANTONIOLLI, Z. I.; JACQUES, R. J.; STEFFEN, R. B.; STEFFEN, G. P. K.; TRENTIN, E.; SCHIMIT, J.; BASSACO, A. C. Efeito do Penergetic Pflanzen e Penergetic Kompost na atividade dos microrganismos do solo de uma lavoura de trigo. **Resultados Oficiais - 2ª Edição - Tecnologia em Bioativação - Penergetic®**. [s. l.], p.74-78, 2016.

AOYAGUI, R. M. Tecnologia EM-1 Microorganismos eficazes – Probióticos. **Emagritec Biotecnologia Agrícola**, 41p, 2019.

AZAMBUJA JUNIOR, J. R. **Penergetic**. 2011. Disponível em: <https://issuu.com/azambujadesigner/docs/folderpenergetic> Acesso em: 08 agosto 2020.

BARBER S. A. **Soil nutriente bioavailability: a mechanistic approach**. 2. ed. New York: John Wiley e Sons, 1995. 414 p.

BOHRER, T. R. J.; HUNGRIA, M. Avaliação de cultivares de soja quanto à fixação biológica do nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.6, p.937-953, 1998.

BONFIM, F. P. G.; HONÓRIO, I. C. G.; REIS, I. L.; PEREIRA, A. J.; SOUZA, D. B. **Caderno dos Microrganismos Eficientes (EM): Instruções práticas sobre o uso ecológico e social do EM**. 2. ed., 2011.

BORÉM, A. Escape gênico: os riscos do escape gênico da soja no Brasil. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, [s. l.], v.10, p.101-107, 2000.

BORGES, W. L. B.; MATEUS, G. P.; FREITAS, R. S.; HIPÓLITO, J. L.; FILHO, G. C.; TOKUDA, F. S.; CASTELETI, M. L.; GASPARINO, A. C.; TOMAZINI, N. R.; TORNELI, I. M. B. Desempenho de cultivares de soja em sistema agropastoril no noroeste paulista. **Nucleus**, Ituverava, Edição Especial, p.75-82, 2017.

BORKERT, C. M.; FARIAS, J. R. B.; SFREDO, G. J.; TUTIDA, F.; SPOLADORI, C. L. Resposta da soja à adubação e disponibilidade de potássio em latossolo roxo distrófico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [s. l.], v.32, n.12, p.1235-1249, 1997.

BRANDELERO, E. M.; PEIXOTO, C. P.; RALISCH, R. R. Nodulação de cultivares de soja e seus efeitos no rendimento de grãos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.30, n.3, p.581-588, 2009.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Projeções do Agronegócio: Brasil 2018/19 a 2028/29 projeções de longo prazo / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Política Agrícola. – Brasília: MAPA/ACE, 2019. 126 p.

BRITO, R.O.; DEQUECH, F. K.; BRITO, R. M. Use of penergetic products P and K in the snap bean production. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, [s. l.], v.55, p.277-278, 2012.

BUAINAIN, A. M.; ALVES, E.; SILVEIRA, J. M.; NAVARRO, Z. O mundo rural no Brasil do século 21: a formação de um novo padrão agrário e agrícola. Brasília: Embrapa, 2014.

CAPORAL, F. R. Poderá a Agroecologia responder aos cinco axiomas da sustentabilidade? **Revista Brasileira de Agroecologia**, Pelotas, v.11, n.4, p.390-402, 2016.

CERIBOLLA, E. C. **Bioestimulante na cultura da soja (*Glycine max* L.)**. 2015. 23f. Monografia (Graduação em Agronomia). Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí. 2015.

COBUCCI, T.; NASCENTE, A. S.; LIMA, D. P. Adubação fosfatada e aplicação de Penergetic na produtividade do feijoeiro comum. **Revista Agrarian**, Dourados, v.8, n.30, p.358-368, 2015.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira grãos**. CONAB. Brasília, v.6, n.7, p. 1-119, 2019.

CUNHA, E. Q.; STONE, L. F.; FERREIRA, E. P. B.; DIDONET, A. D.; MOREIRA, J. A. A.; LEANDRO, W. M. Sistemas de preparo do solo e culturas de cobertura na produção de feijão e milho. II Atributos biológicos do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [s. l.], v.35, n.2, p.603-611, 2011.

ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A.; SANTOS, F. C. Potássio. In: NOVAIS, R. F. et al. (ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS, 2007. p. 551-594.

FERREIRA, A. S.; OLIVEIRA, R. S.; SANTOS, M. A.; BORGES, E. N. Atividade respiratória da microbiota e conteúdo de glicose em resposta à adição de fósforo em solo de Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [s. l.], v.32, n.5, p.1891-1897, 2008.

FERREIRA, D. F. SISVAR: Um sistema de análise de computador para projetos de tipo de plotagem dividida de efeitos fixos. **Revista Brasileira de Biometria**, [SI], v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

FREITAS, R. E.; MENDONÇA, M. A. A. Expansão Agrícola no Brasil e a Participação da Soja: 20 anos. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v.54, n.3, p.497-516, 2016.

GONÇALVES, V. A.; MELO, C. A. D.; ASSIS, I. R.; FERREIRA, L. R.; SARAIVA, D. T. Biomassa e atividade microbiana de solo sob diferentes sistemas de plantio e sucessões de culturas. **Revista de Ciências Agrárias**, [s. l.], v. 62, p. 1-8, 2019.

GUIMARÃES, N. F.; GALLO, A. S.; FONTANETTI, A.; MENEGHIN, S. P.; SOUZA, M. D. B.; MORINIGO, K. P. G.; SILVA, R. F. Biomassa e atividade microbiana do solo em diferentes sistemas de cultivo do cafeeiro. **Revista de Ciências Agrárias**. Lisboa, v.40, n.1, 2017.

HIGA, T.; WIDIDANA, G. N. Concept and theories of effective microorganisms. In: **International Conference On Kyusei Nature Farming**, Khon Kaen. Proceedings... Washington: s.n., 1991b. p.118-24, 1989.

HUNGRIA, M; MENDES, I. C; CAMPO, R. J. **A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 80 p. (Embrapa Soja. Documentos, 283).

ISLAM, K. R.; WEIL, R. R. Land use effects on soil quality in a tropical forest ecosystem of Bangladesh. **Agriculture Ecosystems and Environment**, v.79, n.1, p.9-16, 2000.

JONES, G. D.; LUTZ, J. A.; SMITH, T. J. Effects of phosphorus and on soybean nodules and seed yield. **Agronomy Journal**, Madison, v.69, p.1003-1006, 1997.

KAWAVATA, C. K. H.; FOIS, D. A. F.; COPPOLY, J. C.; NETO, A. A. Influência de doses e de duas fontes de potássio no sistema radicular do milho e na condutividade elétrica no solo. **Investigación Agraria**, [s. l.], v.19, n.1, p.28-34, 2017.

KORBER, A. H. C.; PINTO, L. P.; PIVETTA, L. A.; ALBRECHT, L. P.; FRIGO, K. D. A. Adubação nitrogenada e potássica em soja sob sistemas de semeadura. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v.4, n.4, p.38-45, 2017.

LAMBERT, E.S.; MEYER, M.C. E KLEPKER, D. (2007) - **Cultivares de soja 2007/2008 Região Norte e Nordeste**. Embrapa Soja, Documento 284, 36 p.

LANA, R. M. Q.; HAMAWAKI, O. T., LIMA, L. M. L.; ZANAO JUNIOR, L. A. Resposta da soja a doses e modos de aplicação de potássio em solo de Cerrado. **Bioscience Journal**, [s. l.], v.18, n.2, p.17-23, 2002.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. 2. ed. São Paulo-SP: Ceres, 638 p. 2006.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A (1997) – **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.<sup>a</sup> ed. Piracicaba, POTAFÓS, 319 p.

MARTINS, I. S.; HANAUER, R.; SANTOS, A. S.; MARTINS, I. S.; FERREIRA, I. Produtividade de soja sob aplicação de cloreto de potássio em pré-plantio e pós-plantio. **Nucleos**, [s. l.], v.10, n.2, p. 275- 280, 2013.

- MEGDA, M. X. V.; MARIANO, E.; LEITE, J. M.; MEGDA, M. M.; TRIVELIN, P. C. O. O íon cloreto como inibidor da nitrificação e seu potencial biocida em solos. **Soil Biology and Biochemistry**, [s. l.], v.72, p.84-87, 2014.
- MELO, R. R.; GONÇALVES, S. L. S.; BACCARIN, F. J. B.; VASCONCELOS, W. A.; MIRANDA, S. C. Influência de altas dosagens de cloreto de potássio no desenvolvimento de espécies em cultivo hidropônico. **PUBVET**, Maringá, v.14, n.14, p.1-9, 2020.
- MENDONÇA, E. S.; MATOS, E. S. **Matéria Orgânica do Solo: Métodos de Análises**. Viçosa: UFV, 2005. 107 p.
- MORAIS, F. A.; GATIBONI, L. C.; CUNHA, G. O. M.; HEBERLE, D. A.; ARAÚJO, B. M. Resposta da microbiota do solo após aplicação de fertilizante organomineral e irrigação com água salina. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.21, ns.1/2, p. 42-48, 2015.
- MUNDSTOCK, C. M.; THOMAS, A. L. **Soja: fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos**. Porto Alegre: Evangraf, 2005. 31 p.
- PEREIRA, D. G. C.; SANTANA, I. A.; MEGDA, M. M.; MEGDA, M. X. V. Cloreto de potássio: impactos na atividade microbiana do solo e na mineralização de nitrogênio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 49, n. 5, e20180556, 2019.
- PEREIRA, J. R. Solos afetados por sais. In: Cavalcanti, F.J.A. (coord). **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: 2ª aproximação**. 2 ed. Recife: IPA, 1998. p. 76-82.
- PETTER, F. A.; SILVA, J. A.; PACHECO, L. P.; ALMEIDA, F. A. de; ALCÂNTARA NETO, F.; ZUFFO, A. M.; LIMA, L. B. Desempenho agrônômico da soja a doses e épocas de aplicação de potássio no cerrado piauiense. **Revista de Ciências Agrárias**, [s. l.], v.55, n.3, p.190-196, 2012.
- PINTO, L. E. V.; ARAUJO, F. F. Uso de vinhaça como biofertilizante: efeito na nodulação, crescimento e acúmulo de nutrientes no cultivo da soja. **Colloquium Agrariae**, [s. l.], v.15, n.5, p.97-109, 2019.
- PUGAS, A. S.; GOMES, S. S.; DUARTE, A. P. R.; SANTOS, T. E. M.; ROCHA, F. C. Efeito dos Microrganismos Eficientes na taxa de germinação e no crescimento da Abobrinha (*Curcubita pepo* L.). **Cadernos de Agroecologia**, [s. l.], v. 8, p. 1-5, 2013.
- R CORE TEAM, R. **A Language and Environment for Statistical Computing (Version 3.5.2, R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria, 2020). Disponível em: <https://www.Rproject.org/>. Acesso em: 28 maio 2020.
- ROCHA, M. F.; MATOS, F. S.; PINHO, E. F. M.; GUIMARÃES, N. F. Influência do inseticida Metomil sobre a população microbiana do solo. **Brazilian Journal of Development**. Curitiba, v.6, n.8, p.59307-5932, 2020.
- RONZELLI JUNIOR, P; BUFF, M. T. C.; KOEHLER, H. S. Microrganismos eficazes na produção da cultura do feijoeiro. **Brazilian archives of biology and technology**. Curitiba, v.42, n.4, 1999.
- SANTOS, C. A.; RIBEIRO, J. C. **Os desafios para a agronomia no século XXI**. Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A.; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA, J.B. 2013. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa. 353p.

SANZONOWICZ, C.; MIELNICZUK, J. Fontes, doses e métodos de aplicação de potássio no solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, p.189-195, 1985.

SHIGIHARA, D.; HAMAWAKI, O.T. Seleção de genótipos para juvenilidade em progênies de soja. **Revista Horizonte Científico**, [s. l.], v.4, n.1, p.1-26, 2005.

SILVA, A. F.; LAZARINI, E. Doses e épocas de aplicação de potássio na cultura da soja em sucessão a plantas de cobertura. **Semina: Agrarian Sciences**, [s. l.], v.35, n.1, p. 179-192, 2014.

SILVA, D. F.; RAIMUNDO, E. K. M.; FORTI, V. A. Nodulação em plantas de soja (*Glycine max* L. Merrill) submetidas a diferentes adubações. **Revista Verde**, Pombal, v.14, n.3, p.470-475, 2019.

SOUZA, A. A.; ALMEIDA, F. Z.; ALBERTON, O. Efeito da aplicação Penergetic no crescimento e produtividade da soja. **Revista Scientia Agraria**. Curitiba, v.18, n.4, p. 95-98, 2017.

SOUSA, R.; CARVALHO, M.; SILVA M. D.; SULIMARY G.; GUIMARAES W.; ARAUJO, A. Leituras de clorofila e teores de N em fases fenológicas do milho. **Colloquium Agrariae**, Piauí, v.11, n.1, p.57-63, 2015.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Correção do solo e adubação da cultura da soja. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1996. 30 p. (EMBRAPA-CPAC. Circular Técnica, 33).

TAIZ, L; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5. ed. Porto AlegreRS: Artmed, 2012, 720 p.

VALARINI, P. J.; ALVAREZ, M. C. D.; GASCÓ, J. M.; GUERRERO, F.; TOKESHI, H. Assessment of soil properties by organic matter and EM-microorganism incorporation. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**. v.27, p.519-525, 2003.

VENKATESAN, S.; GANAPATHY, M. N. K. Nitrate reductase activity in tea as influenced by various levels of nitrogen and potassium fertilizers. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, [s. l.], v.35, p.1283-1291, 2004.

WOLFAARDT, G. M.; KORBER, D. R. **Near-field microbiological considerations relevant to a deep geological repository for used nuclear fuel - state of science review**. NWMO, Toronto, Ontario, Canada, 2012. p.98.

ZAMBIAZZI, E. V.; BRUZI, A. T.; ZUFFO, A. M.; SOARES, I. O.; MENDES, A. E. S.; TERESANI, A. L. R; GWINNER, R; CARVALHO, J. P. S.; MOREIRA, S. G. Desempenho agronômico e qualidade sanitária de sementes de soja em resposta à adubação potássica. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v.40, n.3, p.543-553, 2017.

ZUFFO, D. H.; RENNER, S.; SORDI, A.; CERICATO, A.; FIOREZE, K.; LAJÚS, C. R. Mobilidade de potássio em solos sob diferentes doses e formas de aplicação e potencial de

rendimento da cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill.). **Unoesc & Ciência**, Joaçaba, v.10, n.1, p.25-30, 2019.