

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA
CÂMPUS CANOINHAS
AGRONOMIA

Matheus Ruchinski dos Santos
Vitor Ferreira Pascoal

Canoinhas – SC 2024

Matheus Ruchinski dos Santos

Vitor Ferreira Pascoal

**EFICIÊNCIA DO PRODUTO COMERCIAL SPIN ® NO DESENVOLVIMENTO DO
FEIJOEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Bacharelado em Agronomia do
Câmpus Canoinhas do Instituto Federal de
Santa Catarina como requisito parcial à
obtenção do título de **Engenheiro(a)
agrônomo(a)**

Orientador
Luís Carlos Vieira

Canoinhas SC 2024

Matheus Ruchinski dos Santos
Vitor Ferreira Pascoal

**EFICIÊNCIA DO PRODUTO COMERCIAL SPIN ® NO DESENVOLVIMENTO DO
FEIJOEIRO**

Este trabalho foi aprovado pela Banca examinadora composta por (Engenheiro Agrônomo
Professor Dr, Luis Carlos Vieira, Engenheiro Florestal

Professor Msc Lauro William Petrenchuk e Médica Veterinária Professora Dr, Sandra
Tavares) na data (21/08/2024), cujas notas e assinaturas constam em Ata de Defesa/Ficha de
Avaliação. Por fim, as considerações propostas pela Banca foram incorporadas no trabalho,
estando esse apto para arquivamento.



Luis Carlos Vieira, Dr Orientador Instituto Federal de Santa Catarina.

21 de agosto de 2024

Canoinhas - SC

RESUMO

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris*), da família Fabaceae, é uma cultura de extrema importância econômica em todo o mundo. Amplamente cultivado, o feijão desempenha um papel fundamental na alimentação humana, sendo um dos principais alimentos na dieta de muitas populações. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência do uso do produto comercial Spin[®], no desenvolvimento radicular de uma cultivar de feijão preto (variedade SCS 204 Predileto). Um bom desenvolvimento radicular pode favorecer a absorção de água, de nutrientes e o vigor da planta. A eficiência e a viabilidade do uso do produto pode ser de grande importância para melhorar a estratégia de uso e manejo sustentável da nutrição das plantas de feijão, com o objetivo de maximizar a produtividade e reduzir o uso de fertilizantes. O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Instituto Federal de Santa Catarina - Campus Canoinhas, com 4 tratamentos, representando doses do produto comercial: T1: Testemunha (0 ml); T2: dose recomendada (200 ml/ha), T3: metade da dose recomendada (100ml/ha), e T4: dobro da dose (400ml/ha). As plantas foram conduzidas em vasos de tamanho 20cm x 30cm contendo com 12 litros, com solo homogeneizado e corrigido de acordo com a técnica de terra fina seca ao ar. As variáveis analisadas foram: comprimento do sistema radicular, a massa fresca do sistema radicular, a massa seca, o número de vagens por planta, o número médio de grãos por planta e o peso de mil sementes. Os resultados obtidos mostraram que o produto aplicado na dose recomendada tem eficácia em todos os testes realizados, porém a aplicação de uma dosagem incorreta do produto pode não surtir efeito se comparado à testemunha, ou ter um desempenho inferior a mesma. Mostrando assim a importância de uma dosagem correta para a aplicação.

Palavras-chave: *desenvolvimento, dose, nutrição, Phaseolus vulgaris, radicular*

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 6 |
| 2. OBJETIVOS | 8 |
| 3. HIPÓTESES | 9 |
| 4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... | 10 |
| 4.1 Importância do enraizamento..... | 11 |
| 4.2 Uso de auxinas no enraizamento..... | 13 |
| 5. MATERIAL E MÉTODOS..... | 15 |
| 6. RESULTADOS | 20 |
| 7. CONCLUSÃO..... | 26 |
| 8. REFERÊNCIAS..... | 27 |
| 9. ANEXOS..... | 31 |

1. INTRODUÇÃO

Os feijões estão entre os alimentos mais antigos do mundo. Com muitos relatos de sua presença nas civilizações do antigo Egito e na Grécia. Em Roma já era utilizado em festas gastronômicas e como moeda de pagamento em apostas. A cultura não perdeu sua importância, muito pelo contrário ganhou muita, sendo base de alimento para grande parte da população mundial (POMPEU, 1987).

No Mercosul, segundo dados da *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO, 2023) o Brasil é o maior produtor de feijão. Essa cultura tem grande importância para a agricultura brasileira, não somente econômica mas também social, visto que o feijão é uma fonte de proteína mais acessível para os menos favorecidos economicamente.

De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA 2018) o feijoeiro-comum é uma cultura que pode-se obter três safras anuais. A safra das "águas" ou "1ª safra" é plantada nas Regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Bahia, Tocantins e Rondônia, sendo cultivada entre os meses de agosto a novembro. A safra da "seca" ou 2ª safra ocorre nas Regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. Na região Norte é plantada juntamente com o milho entre os meses de dezembro a abril. A safra de 3ª época, conhecida como safra irrigada, é cultivada no Centro-Sul do Brasil entre os meses de abril a julho.

A produção de feijão no Brasil tem evoluído significativamente. A agricultura de subsistência cedeu espaço a práticas mais tecnificadas, resultando em maior produtividade. O melhoramento genético trouxe variedades mais adaptadas e produtivas. A adubação e a irrigação são aplicadas de forma mais precisa, mitigando déficits hídricos em fases críticas. O controle de plantas daninhas, pragas e doenças tornou-se mais eficaz, e as perdas durante a colheita e o armazenamento foram minimizadas. Essas mudanças, no entanto, variam conforme o tipo de feijão e a região produtora.(VILHORDO, 1988).

O tratamento de sementes com bioestimulantes, micronutrientes e aminoácidos tem como objetivo facilitar a emergência e o crescimento inicial das plantas, tornando-as menos vulneráveis aos estresses durante esta fase inicial de estabelecimento da cultura. O

bioestimulante é uma combinação de biorreguladores e micronutrientes (BINSFELD, J. A. et al., 2014).

As auxinas são hormônios vegetais ou sintéticos que desempenham papel fundamental no crescimento e desenvolvimento das plantas, incluindo a formação de raízes (TAIZ; ZEIGER, 2013). O ácido indolacético (AIA) é uma das principais auxinas produzidas (ANA) são exemplos de auxinas amplamente utilizadas na propagação vegetativa de diversas naturalmente pelas plantas, enquanto que os ácidos indolbutírico (AIB) e naftalenoacético culturas agrícolas (JUNIOR et al., 2017).

No contexto do feijão (*Phaseolus vulgaris L.*), o enraizamento é um processo crítico que influencia diretamente o estabelecimento e a produtividade da cultura no campo (MENEZES JÚNIOR et al., 2018). A aplicação de auxinas tem sido utilizada com sucesso para estimular o enraizamento de mudas de feijão e aumentar a sobrevivência das plantas no campo (WYLOT et al., 2018).

Vários estudos foram conduzidos com o objetivo de examinar o impacto de bioestimulantes e nutrientes aplicados no tratamento de sementes. No entanto, os resultados continuam a ser contraditórios, uma vez que foram observados efeitos positivos em alguns casos, enquanto em outros não se detectou nenhum efeito. Essa disparidade nos resultados depende da cultura analisada, da qualidade das sementes, das variáveis investigadas, bem como dos produtos e das doses empregadas (FERREIRA, L. A. et al., 2007).

2. OBJETIVOS

Objetivo Geral:

Avaliar a eficiência do produto comercial Spin ® no desenvolvimento da cultura do feijão.

Objetivos Específicos:

- Avaliar o efeito de diferentes doses do produto comercial Spin® em plantas de feijão, considerando o comprimento radicular, a massa fresca do sistema radicular, a massa seca, o número de vagens por planta, o número médio de grãos por planta e o peso de mil sementes.

3. HIPÓTESES

1. As aplicações do produto a base de auxinas surtirão efeito significativo no desenvolvimento da cultura do feijão;
2. As aplicações do produto a base de auxinas não surtirão efeito significativo no desenvolvimento da cultura do feijão.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O mercado global de grãos secos, comuns em regiões tropicais e que inclui os legumes como feijão, ervilha, grão-de-bico e fava, está em expansão devido ao aumento da conscientização sobre seus benefícios para a saúde. Esses alimentos são ricos em micronutrientes, como potássio, magnésio, folato, ferro e zinco, e representam importantes fontes de proteína para dietas vegetarianas. Esse crescimento também está impulsionando a produção de feijão seco. Os principais países produtores de feijão são: Mianmar, Índia, Brasil, China, Tanzânia, Uganda, Estados Unidos, México, Quênia e Burundi (FAOSTAT, 2021).

A espécie de feijão mais cultivada no mundo é *Phaseolus vulgaris* L., planta herbácea da família Fabaceae, amplamente cultivada por suas sementes nutritivas. Possui um sistema radicular com raízes principais e laterais, que facilitam a absorção de água e nutrientes e contribuem para a fixação de nitrogênio no solo. O caule pode ser ereto ou trepador, dependendo da variedade, e fornece suporte para o crescimento da planta. As folhas são compostas e geralmente trifoliadas, desempenhando um papel crucial na fotossíntese. As flores são pequenas e podem variar em cor, agrupadas em racemos ou cachos, e são polinizadas principalmente por insetos. Os frutos são vagens que contêm sementes, variando em forma e cor, e podem ser lisos ou rugosos.

O ciclo de vida do feijão começa com a germinação da semente, passa pelo desenvolvimento vegetativo com o crescimento das folhas, caules e raízes, e culmina na fase reprodutiva com a formação e maturação das vagens e sementes (BENDER et al., 2004). O ciclo biológico das plantas de feijão é dividido em duas fases principais: vegetativa e reprodutiva. Cada uma dessas fases é composta por cinco estágios distintos. A fase vegetativa (V) inclui os estágios V0, V1, V2, V3 e V4, enquanto a fase reprodutiva (R) abrange os estágios R5, R6, R7, R8 e R9 (OLIVEIRA, L.F.C et al., 2018).

O Brasil é o terceiro maior produtor, sendo o feijão tipo carioca o mais produzido, mas há anos em que a safra brasileira não é suficiente para suprir a demanda, sendo assim a importação necessária. O feijão preto é originário da América do Sul e era chamado pelos guaranis de “comanda”, “comaná” ou “cumaná”. O feijão preto ganhou grande destaque na história do Brasil desde o tempo da colonização, onde era uma das principais fontes de

vitaminas dos escravos, e segue presente até hoje na alimentação de grande parte da população brasileira (PINTO, 2022).

No Brasil, a produção de feijão em 2022/2023 enfrentou desafios significativos devido a condições climáticas desfavoráveis e ao aumento dos custos de insumos. A estimativa para a produção nacional foi de cerca de 3,2 milhões de toneladas. Essa diminuição em comparação ao ano anterior foi causada por irregularidades nas precipitações e pelo aumento nos preços de fertilizantes e defensivos agrícolas. Apesar dessas adversidades, a demanda interna permaneceu sólida, refletindo a importância do feijão na alimentação brasileira (CONAB, 2023).

Os principais estados produtores de feijão são Minas Gerais, que ocupa a liderança na produção, Goiás, Paraná, São Paulo e Mato Grosso. Esses estados oferecem condições ideais para o cultivo de feijão, como solo fértil e práticas agrícolas bem estabelecidas (CONAB, 2023).

4.1 Importância do enraizamento

A importância de um bom enraizamento é imprescindível para que haja retorno em sua produção, visto que o feijão é muito sensível no seu desenvolvimento a danos climáticos e nutricionais. O ciclo biológico das plantas de feijão é dividido em duas fases principais: vegetativa e reprodutiva.

Além da evolução natural, o feijão-comum tem passado por processos de aprimoramento realizados por melhoristas, que buscam cultivares com maior rendimento, estabilidade na produção, resistência a doenças, adaptação a mudanças climáticas e aumento do valor nutricional, entre outras características. As principais técnicas utilizadas incluem a introdução de novas variedades, seleção em massa, seleção genealógica, seleção descendente a partir de uma única semente, seleção recorrente, retrocruzamentos e hibridação (TSUTSUMI et al., 2015).

O sistema radicular do feijão é do tipo pivotante, com a maior parte das suas raízes bem próximas à superfície do solo, na camada de 0 a 20 cm, mas também já foram vistas raízes de até 60 cm de profundidade (PIRES, 1991). O desenvolvimento efetivo do sistema radicular em boa profundidade e densidade favorece uma maior tolerância a condições de

déficit hídrico, assim um bom desenvolvimento da raiz é um fator chave para uma produção sadia e satisfatória (DOURADO et al., 2000)

Um bom enraizamento é fundamental para a absorção eficiente de nutrientes pelas plantas. As raízes são responsáveis pela exploração do solo em busca de nutrientes e água. Um sistema radicular bem desenvolvido permite que as raízes se ramifiquem e se estendam, aumentando a área de absorção e melhorando a capacidade de captar nutrientes essenciais, como nitrogênio, fósforo e potássio. Essa absorção eficiente de nutrientes é crucial para o crescimento saudável das plantas e sua produtividade. (LIMA, L. B. et al. 2017)

Além disso, um enraizamento adequado desempenha um papel importante na resistência ao estresse hídrico. Durante períodos de seca ou escassez de água, um sistema radicular bem desenvolvido permite que as raízes alcancem camadas mais profundas do solo, onde a água está disponível em maior quantidade e é menos suscetível à evaporação. (KOECH, P. K. et al., 2019)

Os bioestimulantes são substâncias derivadas de uma combinação de reguladores vegetais, aminoácidos, vitaminas, nutrientes e microrganismos (Santos et al., 2017). Conforme indicado por Silva et al. (2016), esses compostos podem trazer diversos benefícios para as culturas. Eles ajudam na absorção e na eficiência dos nutrientes, além de promover o equilíbrio dos hormônios vegetais. Os bioestimulantes favorecem o desenvolvimento das raízes e a expressão do potencial genético das plantas, também melhorando a quebra das reservas presentes nas sementes. Isso resulta em uma melhora na germinação, diferenciação, divisão e alongamento das células (Ramos et al., 2015).

De acordo com Santos et al. (2017), alguns bioestimulantes contêm reguladores como auxinas, giberelinas, citocininas e etileno. As auxinas são essenciais para a regulação do crescimento e do enraizamento. As giberelinas estimulam principalmente a divisão e o alongamento das células, enquanto as citocininas incentivam a divisão celular.

A utilização de produtos por meio de aplicação foliar e tratamento de sementes está se tornando uma prática comum na agricultura, com destaque para a aplicação de substâncias como fungicidas, inseticidas, inoculantes, antibióticos, reguladores de crescimento, entre outras (COBUCCI et al., 2004).

4.2 Uso de auxinas no enraizamento

Os fertilizantes utilizados para suprir as necessidades nutricionais das plantas representam uma parcela considerável do custo de produção agrícola, nesse sentido, estratégias que visam reduzir tais custos têm importância significativa para a sustentabilidade do sistema agrícola. O uso de hormônios de origem natural (como auxinas vegetais) quanto sintéticos podem ser utilizados na agricultura e aplicados diretamente em plantas, como folhas, frutos e sementes. Esses hormônios agem como intermediários em processos fisiológicos e podem provocar alterações nos processos vitais e estruturais, visando aumentar a produção, melhorar a qualidade e facilitar a colheita das culturas (CASTRO; VIEIRA, 2001). O impacto dessas substâncias nas plantas cultivadas foi objeto de pesquisa, visando aprimorar tanto a qualidade quanto a quantidade de produção das culturas (ALLEONI et al. 2000).

A auxina é sintetizada nos tecidos meristemáticos localizados nas pontas dos caules e nas extremidades dos coleóptilo. Seu transporte ocorre numa direção única, sempre em direção à base da planta, onde regula o crescimento do caule, principalmente estimulando o alongamento das células. Além disso, a auxina desempenha um papel crucial na formação dos tecidos vasculares e no início da divisão celular no câmbio vascular. Frequentemente, ela inibe o desenvolvimento das gemas laterais, mantendo a dominância apical. A mesma quantidade de auxina que estimula o crescimento do caule também inibe o crescimento do sistema radicular principal (RAVEN et al., 2001). Para além das suas funções no crescimento e nos tropismos, a auxina também está envolvida na regulação da dominância apical, no surgimento das raízes laterais, na absorção foliar, na diferenciação vascular, na formação de gemas florais e no desenvolvimento do fruto. As aplicações comerciais das auxinas incluem compostos para enraizamento e herbicidas (TAIZ; ZEIGER, 2004).

A auxina Ácido Indolbutírico (AIB) é um hormônio vegetal responsável pelo desenvolvimento e crescimento de raízes em plantas. A sua aplicação é utilizada em diferentes técnicas de propagação vegetativa, como estaquia, alporquia e mergulhia, para induzir o enraizamento. De acordo com Koech e Kariuki (2019), o AIB auxilia na formação de raízes adventícias, que são essenciais para a sobrevivência das plantas e o aumento da produção. Além disso, estudos realizados por Lima et al. (2017) destacam que a utilização

desse hormônio no feijão aumentou a taxa de sobrevivência das plântulas, bem como a produção de raízes e folhas, o que pode refletir em um aumento na produção de grãos.

O uso deste hormônio na agricultura tem se mostrado uma técnica eficaz para o enraizamento de culturas, especialmente em condições adversas de clima e solo. Segundo Mahajan e Tuteja (2005), a aplicação dele pode melhorar a tolerância das plantas a estresses ambientais, como a seca e a salinidade, já que o hormônio estimula o crescimento das raízes e aumenta a capacidade de absorção de água e nutrientes. Além disso, Malavolta et al. (2011) afirmam que o uso pode melhorar o estado nutricional das plantas, uma vez que a raiz é o principal órgão responsável pela absorção de nutrientes.

A aplicação desses hormônios tem sido amplamente estudada com o objetivo de aumentar a produção e a qualidade dos grãos, portanto, a aplicação de AIB pode ser uma estratégia viável e eficiente na cultura do feijão e em outras culturas, uma vez que o hormônio pode induzir o enraizamento, aumentar a absorção de água e nutrientes pelas raízes, melhorar a tolerância das plantas a estresses ambientais e contribuir para o aumento da produção e da qualidade dos grãos.

5. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado nas dependências do IFSC - Canoinhas, dentro de uma casa de vegetação com clima controlado.

O produto comercial utilizado foi Spin® desenvolvido pela empresa Giro Agro, com a seguinte composição; Ureia, molibdato de sódio, Hidróxido de potássio, ácido fosfórico, estabilizante 0,15%, conservante 0,10%, espessante tixotrópico 0,10%, um agente complexante do grupo dos compostos naturais e água. Não constam no rótulo do produto as porcentagens dos demais compostos. De acordo com o fabricante, esse produto tem por objetivo auxiliar os produtores com um manejo eficaz para o desenvolvimento radicular de diversas culturas, possibilitando assim um melhor desenvolvimento e desencadeando melhores resultados em produção.

Para este trabalho foi utilizado o esquema de DIC ou Delineamento Inteiramente Casualizado, composto por 4 blocos, 4 tratamentos e 3 plantas por tratamento.

Sendo os tratamentos:

T1 - Testemunha (0 ml/ha)

T2 - Dose 100% (dose de 200 ml/ha recomendação técnica do produto)

T3 - Dose 50% (dose de 100 ml/ha)

T4 - Dose 200% (dose de 400 ml/ha)

Esquema 1: Delineamento Inteiramente Casualizado do experimento.

| | | | | | | | | |
|------|------|------|------|--|------|------|------|------|
| T4B1 | T1B1 | T2B1 | T3B1 | | T1B2 | T2B2 | T3B2 | T3B2 |
| T3B1 | T2B1 | T1B1 | T4B1 | | T1B2 | T4B2 | T4B2 | T3B2 |
| T1B1 | T2B1 | T3B1 | T4B1 | | T1B2 | T4B2 | T2B2 | T2B2 |
| | | | | | | | | |
| T4B3 | T4B3 | T1B3 | T1B3 | | T1B4 | T2B4 | T4B4 | T4B4 |
| T4B3 | T3B3 | T2B3 | T3B3 | | T1B4 | T3B4 | T3B4 | T4B4 |
| T1B3 | T2B3 | T2B3 | T2B3 | | T3B4 | T2B4 | T2B4 | T1B4 |

A semeadura foi realizada na data de 04/03/2024. As sementes da variedade SCS 204 Predileto foram dispostas em vasos, 3 sementes por vaso para garantir a germinação de pelo menos uma delas. Após a germinação da primeira, as demais foram eliminadas do vaso. A água foi disponibilizada por aspersão em dois momentos ao decorrer do dia, durante o horário

da manhã por volta das 8:00 e o final da tarde por volta das 17:00. O solo utilizado foi retirado da área experimental, e previamente corrigido de acordo com a análise de solo (Anexo nº 1). A correção de acidez do solo, com calcário, foi realizada 4 meses antes do experimento ser iniciado, assim como a correção de fósforo com adubo superfosfato triplo e nitrogênio com ureia 46%.

Seguindo as recomendações técnicas do produto comercial as aplicações foram feitas em duas fases distintas, sendo elas V2 (inicia-se com a abertura das folhas primárias e termina com a abertura da primeira folha trifoliada) e R8 (fase de enchimento de grãos), nas datas de 12/03/2024 e 06/05/2024, respectivamente nas imagens 2,3 e figura 1.

As aplicações foram feitas com o auxílio de um borrifador com pressão, a dose foi diluída em 1L de água e distribuída sobre as plantas de forma mais uniforme possível. Como o fabricante não alega risco de toxicidade do produto para seres humanos, a aplicação foi feita sem o uso de EPI.

Imagem 3: Feijoeiro em estágio V2.



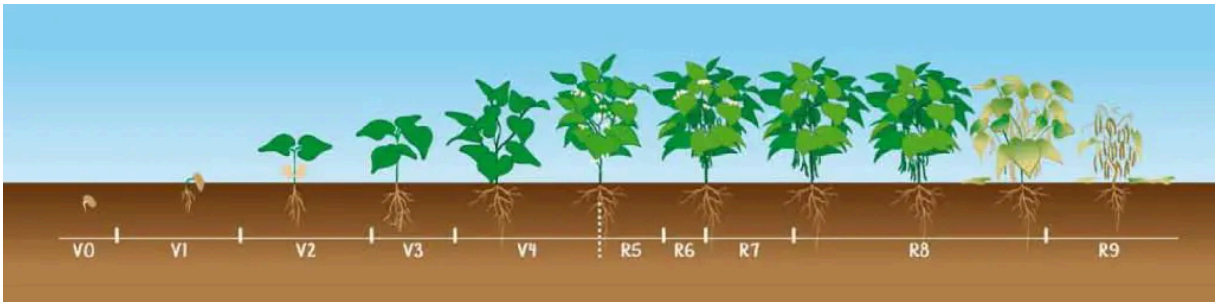
Fonte. - Os autores, 2024

Imagem 4: Primeira aplicação em V2.



Fonte. - Os autores, 2024

Figura 1: Ciclo fenológico do feijoeiro



Fonte. - Embrapa, 2018.

As plantas foram conduzidas até o final do ciclo, com controle de plantas daninhas de forma manual, e não foi constatada a presença de insetos praga, não sendo necessário o seu controle.

As vagens de cada tratamento foram coletadas, (Imagem 5), e encaminhadas ao laboratório para realização de separação e contagem das vagens, número de grãos por vagem e peso de mil sementes.

Imagem 5: Colheita e armazenamento de vagens em sacos de papel..



Fonte - Os autores, 2024.

Os grãos coletados por tratamento foram colocados em estufa de circulação de ar por 24 horas na temperatura de 60°C, e após a secagem foram pesados em balança de precisão,

sendo o seu resultado anotado para seguir com análises estatísticas, utilizando o software SISVAR, no teste de regressão quadrática a 5% de variância.

Para a obtenção do resultado de tamanho de raiz, os vasos foram colocados numa caixa d'água (Imagem 6), e com o auxílio de uma pazinha de jardinagem o solo mais grosseiro foi solto. Para se obter destorroamento mais preciso e preservando o sistema radicular as amostras foram mergulhadas dentro da caixa d 'água e o sistema radicular lavado. Após a lavagem, o sistema radicular foi medido com régua, de forma que as raízes foram dispostas sobre uma superfície reta e a régua posicionada ao seu lado, a fim de se obter o comprimento das mesmas.

Imagem 6: Lavagem do sistema radicular.



Fonte - Os autores, 2024.

A fim de obter-se a massa fresca de raiz, o sistema radicular foi pesado na balança de precisão e seu valor anotado. Para o resultado de massa seca de raiz, o sistema radicular foi inserido dentro de sacos de papel para serem secas em estufa de ar circulado por 24 horas a 60°C. Após esse período, o sistema radicular dos tratamentos foi pesado com a balança de precisão.

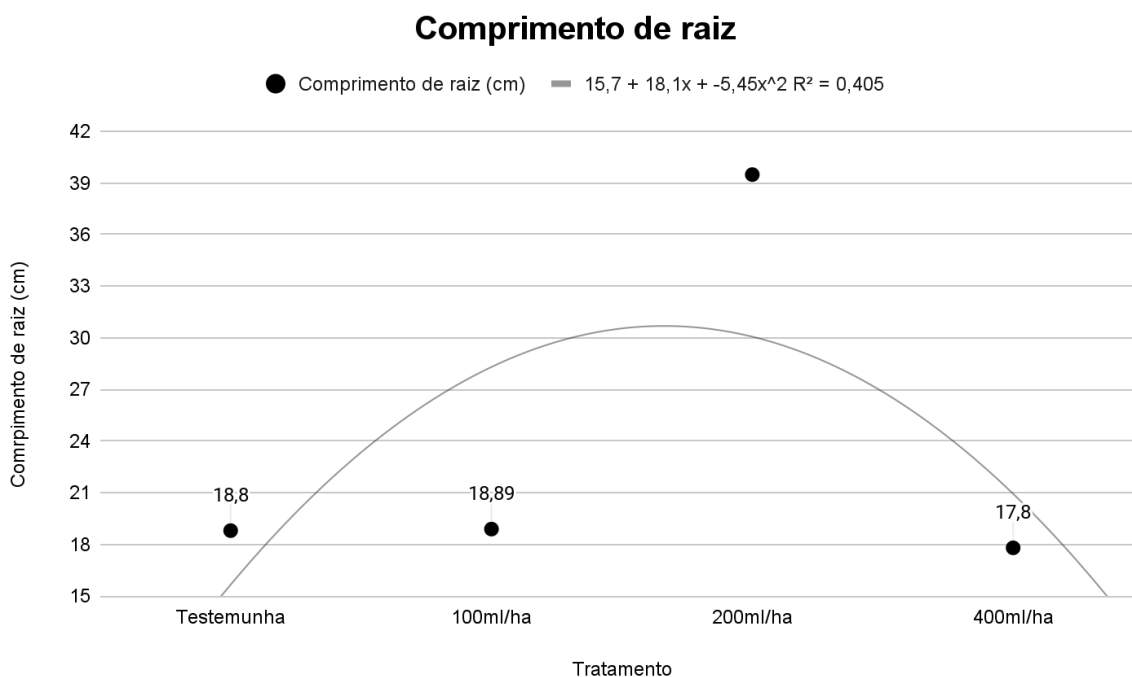
6. RESULTADOS

Observou-se que durante os meses que ocorreram o experimento não houve baixas temperaturas, comparadas as temperaturas de anos anteriores no mesmo período, onde mesmo tendo sido executado em casa de vegetação, pode ter favorecido para um crescimento mais uniforme das plantas.

O gráfico 1 apresenta comprimento médio do sistema radicular das plantas de feijão tratadas com diferentes doses do produto comercial Spin® comparado ao Tratamento 1 (testemunha). O eixo X representa as diferentes doses aplicadas (testemunha, meia dose, dose recomendada, dobro da dose) e o eixo Y representa o comprimento médio do sistema radicular em centímetros.

Nota-se que a dose recomendada (Tratamento 2) teve um aumento significativo em relação aos demais tratamentos. Os resultados mostram que o uso do produto auxilia significativamente no desenvolvimento radicular do feijão, sendo a dose recomendada a mais eficaz, fazendo um bom equilíbrio entre custo e benefício. Entretanto doses mais altas se mostraram ineficazes, mostrando uma possível saturação do produto.

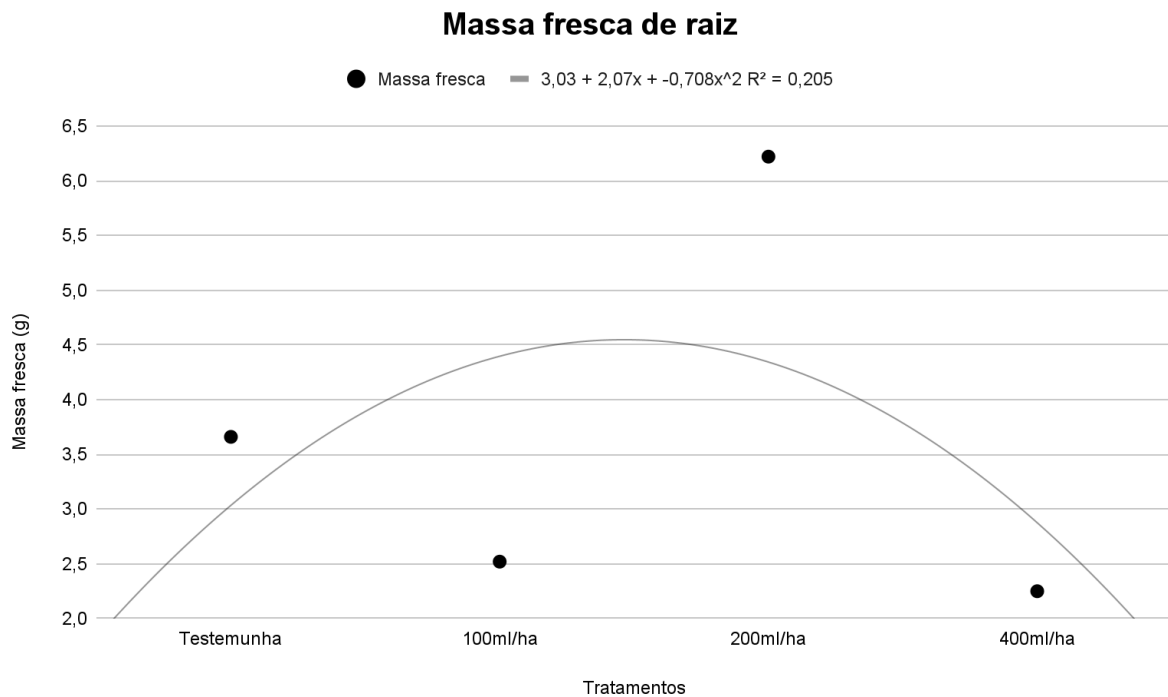
Gráfico 1: Gráfico de resultados comparativos de comprimento radicular.



O gráfico 2 mostra a massa fresca média das plantas de feijão tratadas com diferentes doses do produto comercial Spin®, comparado ao Tratamento 1, (Testemunha). Pode-se observar que a massa fresca das plantas aumentou significativamente com a aplicação da dose recomendada (Tratamento 2), porém nas metade da dose recomendada (T4) e no dobro da dose recomendada (T3) houve um decréscimo na massa fresca se comparado à testemunha.

Esses resultados mostram que há uma vantagem na aplicação do produto em relação à testemunha, porém uma dosagem errada, sendo que tanto uma dosagem maior quanto menor, pode trazer efeitos negativos para o crescimento radicular.

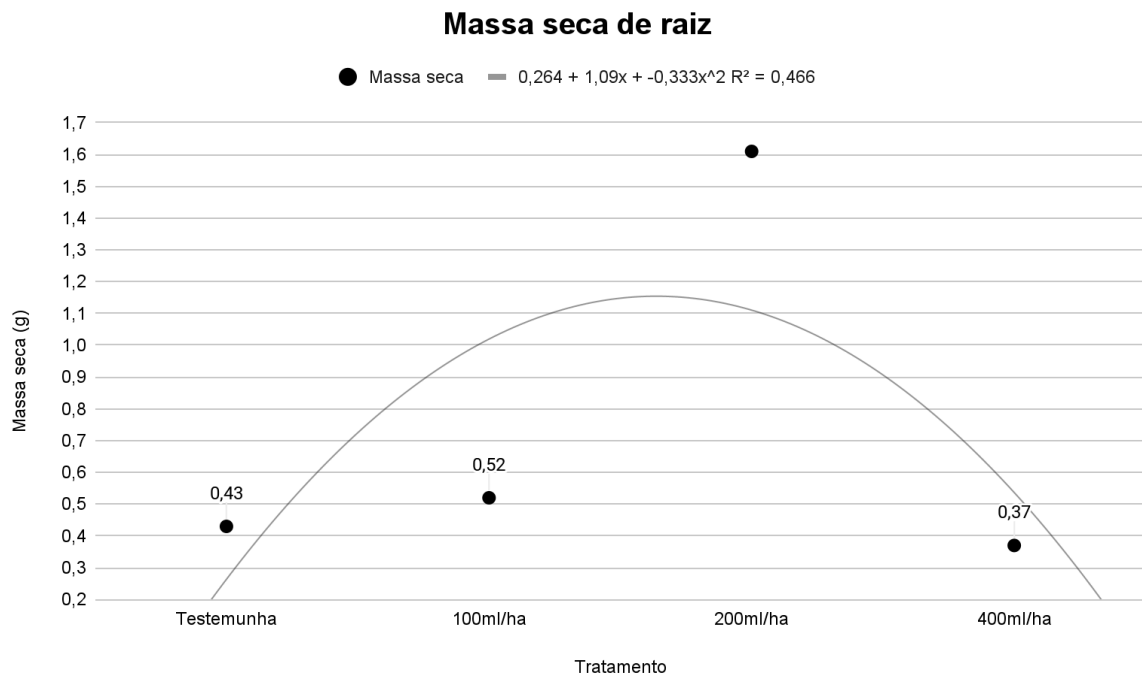
Gráfico 2: Gráfico de resultados comparativos de massa fresca radicular.



O gráfico 3 mostra a massa seca média das plantas de feijão tratadas com diferentes doses do produto comercial Spin®, comparado ao Tratamento 1, (Testemunha). Pode-se observar que a massa seca das plantas aumentou significativamente com a aplicação da dose recomendada (Tratamento 2), porém na metade da dose recomendada (T4) houve um decréscimo na massa fresca se comparado à testemunha. Já no dobro da dose recomendada (T3) houve um pequeno aumento se comparado à testemunha, mas nada muito significativo.

Esses resultados mostram que há uma vantagem na aplicação do produto em relação à testemunha, porém uma dosagem errada, sendo uma dosagem maior ou menor, podem trazer efeitos negativos para o crescimento radicular.

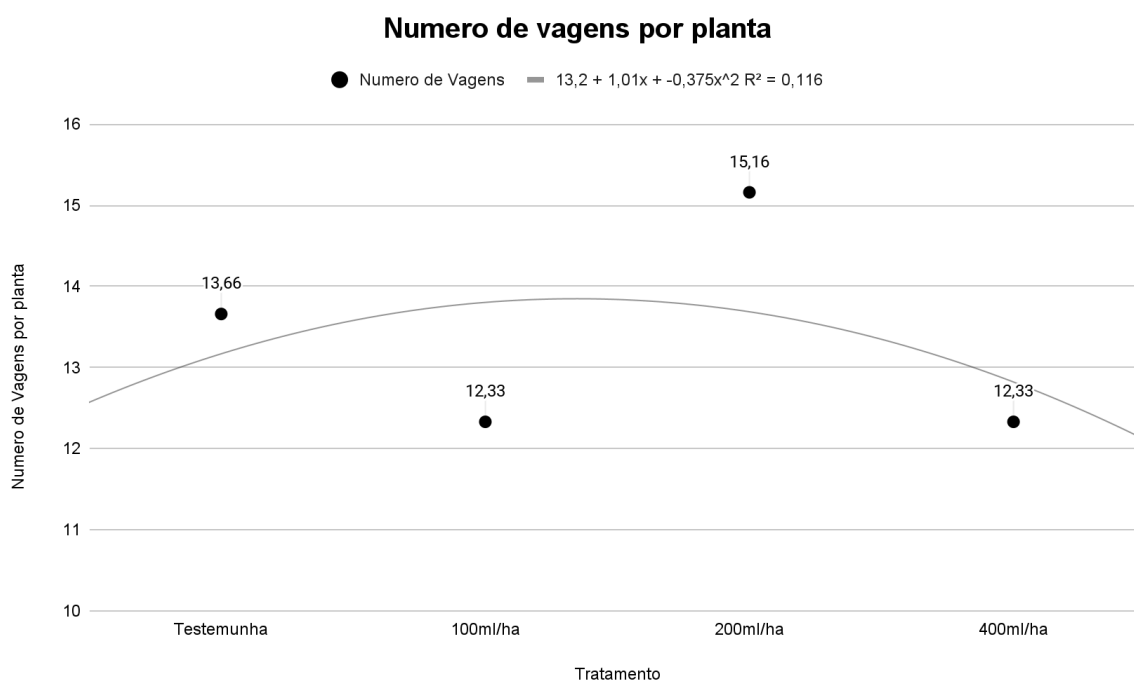
Gráfico 3: Gráfico de resultados comparativos de massa seca radicular.



Já para os testes de número de vagens por planta, número de grãos por planta e peso de mil sementes, os resultados obtidos estão apresentados nos gráficos a seguir.

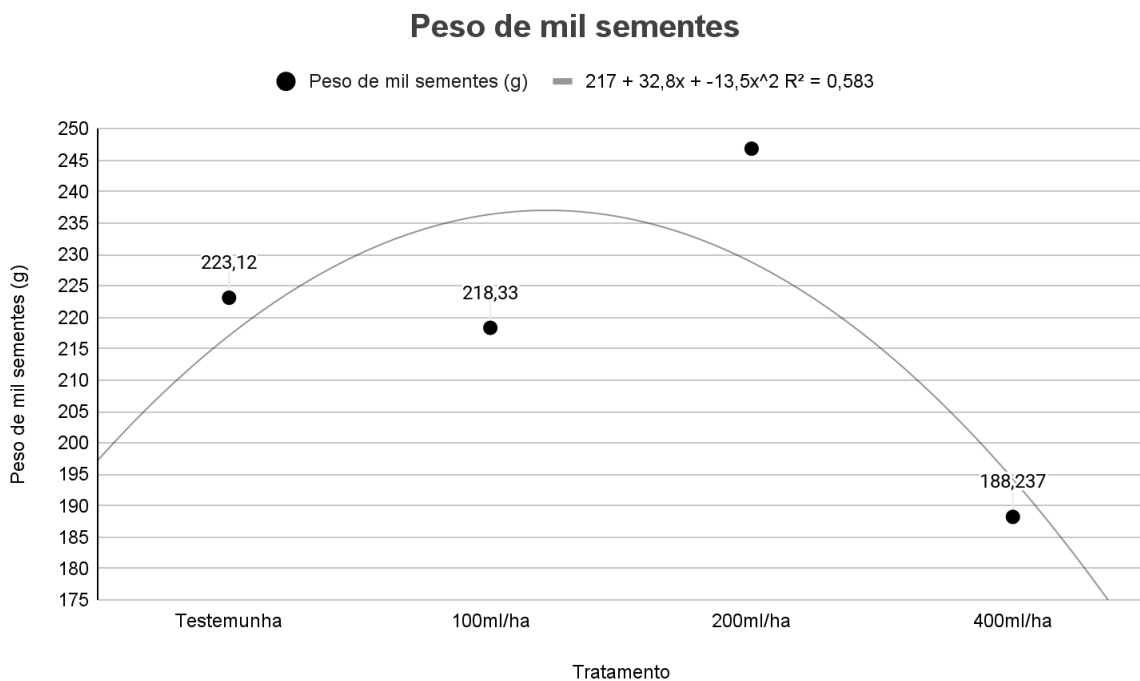
É possível observar que o número de vagens por planta (Gráfico 4) aumentou com o incremento das aplicação do produto. A dose recomendada (200 ml/ha) resultou em um aumento significativo no número de vagens em comparação com a testemunha. A dose dupla T3 e a metade da dose (T4) tiveram médias piores que a própria testemunha. Mostrando que a dose recomendada é a mais eficaz e doses superiores podem não mostrar um aumento proporcional no número de vagens, talvez pela planta estar no limite de absorção do produto.

Gráfico 4: Gráfico de resultados comparativos de número de vagens por planta de feijão.



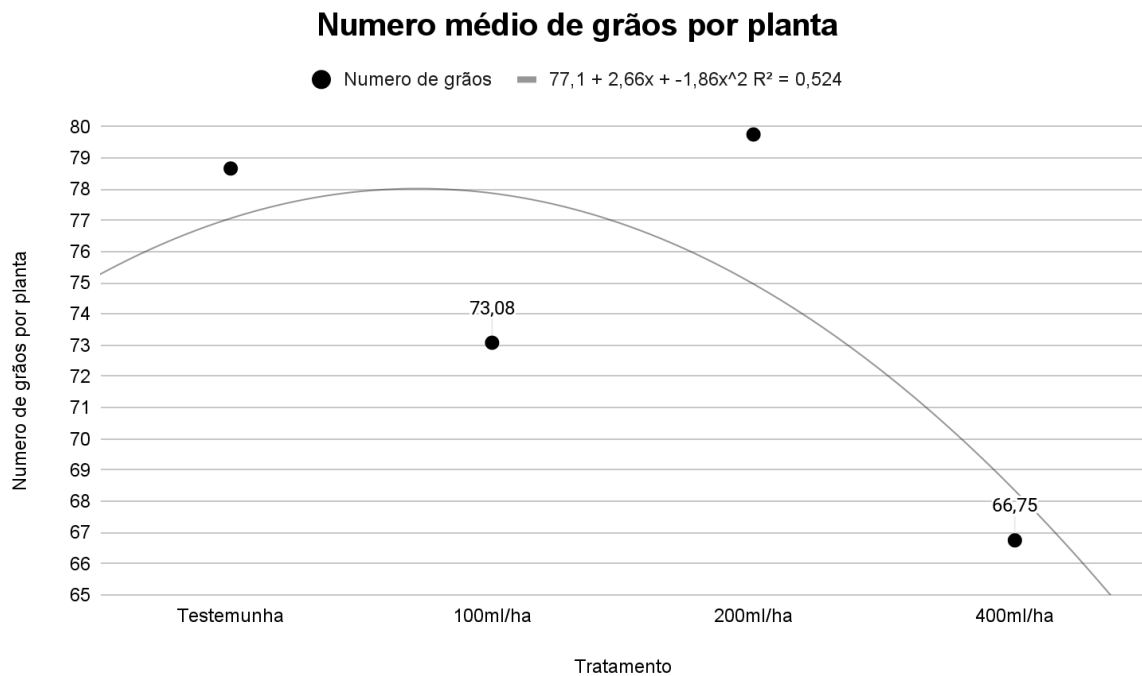
O gráfico 5 apresenta o peso médio de mil sementes de feijão tratadas com diferentes doses do produto comercial Spin®, comparado ao grupo controle (testemunha). Foi observado que o peso de mil sementes aumentou com o incremento das doses do produto. A dose recomendada (Tratamento 2) resultou em um aumento significativo no peso das sementes em comparação com a testemunha. A dose dupla (Tratamento 3) apresentou um peso de mil sementes semelhante à testemunha, e a metade da dose (Tratamento 4) apresentou peso inferior à testemunha. Assim mostrando que uma aplicação inferior a recomendada pode trazer prejuízos na colheita, e caso seja superior a recomendada pode acabar não trazendo benefício algum em peso de grãos, além do custo da aplicação do produto em si.

Gráfico 5: Gráfico de resultados comparativos de peso de mil sementes entre tratamentos.



O gráfico 6 apresenta o número médio de grãos por planta de feijão tratadas com diferentes doses do produto comercial Spin®, comparado ao grupo controle (testemunha). Foi observado que o número de grãos aumentou com o incremento da dose do produto. A dose recomendada (Tratamento 2) resultou em um aumento pequeno no número de grãos em comparação com a testemunha. A dose dupla (Tratamento 3), e a metade da dose (Tratamento 4) apresentaram resultados inferiores à testemunha. Assim mostrando que uma aplicação, tanto inferior quanto superior a recomendada pode trazer prejuízos na colheita. Sendo que afeta diretamente a produtividade por hectare.

Gráfico 6: Gráfico de resultados comparativos de número médio de grãos por planta.



7. CONCLUSÃO;

Os resultados indicaram que a aplicação de Spin ® promove um aumento significativo na profundidade do sistema radicular, massa fresca de raiz e massa seca da raiz. O que pode melhorar a capacidade das plantas de absorver água e nutrientes, principalmente em solos mais pobres nutricionalmente, ou em locais com histórico de estiagem. A dose recomendada (200 ml/ha) revelou-se a mais eficaz, oferecendo um bom equilíbrio entre custo e benefício. No entanto, doses superiores não resultaram em aumento proporcional na profundidade das raízes, sugerindo um limite na resposta das plantas ao tratamento.

Quanto ao peso de mil sementes, número de vagens por planta e número de grãos por planta, a aplicação de Spin ® também trouxe benefícios, com a dose recomendada novamente se destacando. Porém nesse caso, doses diferentes da recomendada tiveram resultados inferiores à própria testemunha, mostrando que uma menor dose, quanto uma maior dose trarão resultados inferiores. Necessitando assim de muito cuidado no momento da preparação da calda, reforçando assim a eficiência da dose recomendada para maximizar os benefícios sem desperdício de recursos.

Com base nos experimentos realizados concluimos que é possível recomendar o produto Spin ® para produtores que buscam melhorar a sua produtividade por hectare com base em peso de grãos e sacas por hectare. Todavia esse produto mostra um grande potencial para produtores que sofrem com períodos de seca em suas áreas, ou até mesmo para aqueles que tiveram problemas em corrigir o solo antes do plantio, pois devido a grande diferença no crescimento radicular, pode vir a auxiliar em buscar água no solo mais profundo, quanto buscar nutrientes que foram lixiviados.

8. REFERÊNCIAS

ALLEONI, B. et al. Efeito dos reguladores vegetais de Stimulate no desenvolvimento e produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Publ. UEPG, Ponta Grossa, v. 6, n. 1, p. 23-35, 2000. Disponível em: <https://shre.ink/loQv>. Acesso em 15/05/2023.

BAYS, R. et al. O Recobrimento de sementes de soja com micronutrientes, fungicida e polímero. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.2, p.60-67, 2007. Disponível em: <https://shre.ink/loQk>. Acesso em 20/04/2023

BENDER, T.J.K.; EVANS, M.C.A. *Common Bean (Phaseolus vulgaris L.)*. Purdue University, 2004. Disponível em: <https://www.extension.purdue.edu/extmedia/ho/ho-238.html>. Acesso em: 13 ago. 2024.

BERTOLDO, J.G. et al. Efeito de diferentes concentrações salinas na redução do tempo de cocção de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Biotemas*, v.21, p.39-44, 2008. Disponível em : <https://bit.ly/440g35T>. Acesso em 25/04/23.

BINSFELD, J. A. et al. Uso de bioativador, bioestimulante e complexo de nutrientes em sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.44, n. 1, p.88-94, 2014.

BOLETIM DA SAFRA DE GRÃOS CONAB.

Disponível em:

<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em 26/07/24.

CASTRO, P.R.C. et al. Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical. Guaíba: Agropecuária, 2001. 132p. Disponível em: <https://bit.ly/3puU73x>. Acesso em 14/05/2023.

CIRAN. Climatologia. Epagri 2001. Disponível em: <https://bit.ly/3poloVo>. Acesso em: 25/04/23.

COBUCCI, T. et al. Manejo e controle de plantas daninhas em feijão. Manual de manejo e controle de plantas daninhas. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 453-480. Disponível em: <https://bit.ly/3CQD4w3>. Acesso em 20/04/2023

CONAB, Companhia nacional de abastecimento. Feijão, 2020. Disponível em: <https://bit.ly/430HPhk>. Acesso em 15/04/2023.

DOURADO, N. et al. Produção de feijão. Guaíba: Agropecuária, 2000. Acesso em: 30/04/2023.

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. Dados conjunturais da produção de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e caupi (*Vigna unguiculata* L.) no Brasil (1985 a 2011): área, produção e rendimento). Disponível em: <https://bit.ly/46CaWum>. Acesso em: 28/02/2023.

FAO. Food and Agriculture Organization. Statistical Databases. Disponível em: www.fao.org/home/en/. Acesso em 28/02/2023.

FAOSTAT. Crops. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em 25/07/2024

FERREIRA, L. A. et al. Bioestimulante e fertilizante associados ao tratamento de sementes de milho. Revista Brasileira de Sementes, Pelotas, v. 29, n. 2, p. 80-89, 2007.

FURLAN, R.S. et al. Efeito de auxinas em feijão. Cultura Agronômica, V-18, N. 01, 2009. Disponível em: <https://bit.ly/3NQ2nol>. Acesso em: 15/04/23

JUNIOR, F. J. S. et al. Ácido indolbutírico e ácido naftalenoacético no enraizamento de estacas de hibisco. Revista Ciência Agronômica, v. 48, n. 3, p. 510-516, 2017. Disponível em <https://bit.ly/4381YBP>. Acesso em 20/04/2023

KOECH, P. K. et al (2019). Papeis das auxinas no desenvolvimento das raízes em plantas: uma revisão. Journal of Plant Interactions, 14(1), 243-250. Disponível em: <https://bit.ly/3XrEqH0>. Acesso em 20/04/2023

LIMA, L. B. et al. Efeito de diferentes concentrações de ácido indolbutírico no crescimento inicial de plântulas de feijão. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, 2017. 12(1), 109-113. Disponível em <https://bit.ly/442HcoL>. Acesso em 30/04/2023

LOPES, A.S. et al. E.C.A. de. Filosofias e Eficiência de Aplicação de Micronutrientes e Elementos Tóxicos na Agricultura. Jaboticabal: 2001. Cap11. p.272.

MAHAJAN, S. et al.. Cold, salinity and drought stresses: an overview. Archives of Biochemistry and Biophysics, 2005, 444(2), 139-158. Disponível em <https://shre.ink/lo3S> . Acesso em 30/04/2023

MALAVOLTA, E. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 2011. Disponível em <https://shre.ink/lo3l> . Acesso em 30/04/2023

MENEZES JÚNIOR, F. O. et al. Análise do sistema radicular de genótipos de feijão em diferentes épocas de semeadura. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 22, n. 10, p. 671-677, 2018.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento(MAPA). Plano Nacional De Desenvolvimento da Cadeia do Feijão Pulses Brasília - DF . 2018 Disponível em: <http://www.feijaoepulses.agr.br/assets/plano-nacional-feijao-e-pulses-pdf-finapdf>. Acesso em: 15/04/2023.

TSUTSUMI,C.Y.; BULEGON,L.G. ;PIANO,J.T. Melhoramento Genético do feijoeiro : Avanços , perspectivas novos estudos,no âmbito nacional.Revista Nativa,v.03,n.03,p.217-223.2015

OLIVEIRA, L.F.C et al. Conhecendo a fenologia do feijoeiro e seus aspectos fitotécnicos. Embrapa arroz e feijão, 2ª edição revista e ampliada, 2018. Disponível em: <https://shre.ink/lo3d> . Acesso em 15/04/2023.

PINTO, Tales dos Santos. "História da feijoada"; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://shre.ink/loLE> . Acesso em 26 de junho de 2023.

PIRES, R. C. M, et al. Profundidade do sistema radicular das culturas de feijão e trigo sob pivô central. Bragantina, Campinas 50 (1) : 153-162, 1991. Disponível em: <https://shre.ink/loLy> . Acesso em 15/04/2023.

POMPEU, A. S. et al. Melhoramento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*). Feijão: fatores de produção e qualidade. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 1-28. Disponível em <https://shre.ink/loLj> . Acesso em 30/04/2023

RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. Biologia Vegetal. Tradução de Antonio Salatino et al. 6.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. p. 648-675.

RAMOS, A. R. BINOTTI, F. F. S.; SILVA, T. R.; SILVA, U. R. Bioestimulante no condicionamento fisiológico e tratamento de sementes de feijão.Revista Biociências, Taubaté, v.21, n.1, p. 76-88, 2015.

ROSOLEM, C. A. et al. Adubação foliar do feijoeiro. Botucatu, .Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 449-512. Disponível em <https://shre.ink/loLL> . Acesso em 30/04/2023

SANTOS, J. P.; BORGES, T. S.; SILVA, N. T.; ALCANTARA, E.; REZENDE, R. M.; FREITAS, A. S. Efeito de bioestimulante no desenvolvimento do feijoeiro. Revista da Universidade Vale do Rio Verde, Três Corações, v. 15, n. 1, p. 815 -824, 2017.

VILHORDO, B.W.O. (Ed). Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Potafós, 1988. 589 p.

WYLOT, E. et al. Avaliação da germinação de feijão submetido a diferentes tratamentos com bioestimulante. Universidade Federal de Fronteira Sul. 2018. Disponível em <https://shre.ink/loLq> . Acesso em 20/04/2023

SILVA, L. V.. Efeito do ácido indolbutírico (AIB) no enraizamento de estacas de mirtilo. Enciclopédia Biosfera, 15(28), 98-105, 2018. Disponível em: <https://shre.ink/loL8> . Acesso em 20/04/2023

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia Vegetal. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. Disponível em: <https://shre.ink/loLI> . Acesso em: 25/04/23

9 ANEXOS;

Anexo 1: Análise de solo.

| DIAGNÓSTICO PARA ACIDEZ DO SOLO E CALAGEM | | | | | | | | | | | |
|--|------------------------------------|----------|----------|------|---|---|---|---|---|---|----|
| ENSAIO | Unidade | GLEBA | | | | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| pH em Água | 1:1 | 5,0 | 5,3 | | | | | | | | |
| pH SMP | Adimensional | 5,1 | 5,4 | | | | | | | | |
| Cálcio (Ca) | cmol _c dm ⁻³ | 6,1 | 3,3 | | | | | | | | |
| Magnésio (Mg) | | 1,7 | 0,9 | | | | | | | | |
| Alumínio (Al) | | 1,4 | 0,9 | | | | | | | | |
| Acidez Potencial (H+Al) | | 12,1 | 8,5 | | | | | | | | |
| CTC Efetiva | | 9,8 | 5,1 | | | | | | | | |
| SATURAÇÃO POR CTC pH 7,0 | | | | | | | | | | | |
| Alumínio (Al) | m% | 7,0 | 6,7 | | | | | | | | |
| Cálcio (Ca) | % | 29,8 | 25,5 | | | | | | | | |
| Magnésio (Mg) | | 8,2 | 6,7 | | | | | | | | |
| Potássio (K) | | 2,8 | 1,3 | | | | | | | | |
| Bases | | V% | 40,8 | 33,5 | | | | | | | |
| SATURAÇÃO POR CTC EFETIVA | | | | | | | | | | | |
| Alumínio (Al) | m% | 14,7 | 16,6 | | | | | | | | |
| Cálcio (Ca) | % | 62,3 | 63,5 | | | | | | | | |
| Magnésio (Mg) | | 17,1 | 16,7 | | | | | | | | |
| Potássio (K) | | 5,9 | 3,2 | | | | | | | | |
| DIAGNÓSTICO PARA MACRONUTRIENTES, RELAÇÕES MOLARES E RECOMENDAÇÕES DE ADUBAÇÃO | | | | | | | | | | | |
| ENSAIO | Unidade | GLEBA | | | | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Matéria Orgânica | % | 4,8 | 3,1 | | | | | | | | |
| Teor de Argila | | 34 | 50 | | | | | | | | |
| CLASSE (ROLAS) | | CLASSE 3 | CLASSE 2 | | | | | | | | |
| TEXTURA | | MÉDIA | ARGILOSA | | | | | | | | |
| Potássio (K) | mg dm ⁻³ | 224,1 | 64,9 | | | | | | | | |
| Fósforo (P-Mehlich 1) | | 1,7 | 0,4 | | | | | | | | |
| Potássio (K) | cmol _c dm ⁻³ | 0,6 | 0,2 | | | | | | | | |
| CTC _{pH 7,0} | | 20,4 | 12,8 | | | | | | | | |
| RELAÇÕES MOLARES | | | | | | | | | | | |
| Ca/Mg | Adimensional | 3,7 | 3,8 | | | | | | | | |
| Ca/K | | 10,6 | 19,6 | | | | | | | | |
| Mg/K | | 2,9 | 5,1 | | | | | | | | |
| (Ca + Mg)/K | | 13,5 | 24,8 | | | | | | | | |
| K/(Ca + Mg) ^{1/2} | | 0,2 | 0,1 | | | | | | | | |