



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS II LAGOA SECA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
CURSO BACHARELADO EM AGROECOLOGIA**

MARIA ANDRÉIA LOPES DA SILVA

**QUALIDADE SANITÁRIA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE FEIJÃO
INOCULADAS COM MICROORGANISMOS EFICIENTES**

LAGOA SECA- PB

2023

UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS II LAGOA SECA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS

MARIA ANDRÉIA LOPES DA SILVA

QUALIDADE SANITARIA E FISIOLOGICA DE SEMENTES DE FEIJÃO
INOCULADAS COM MICROORGANISMOS EFICIENTES

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao Curso Bacharelado em Agroecologia do Centro Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Agroecóloga.

Orientador: Prof. Dr. Dalmo Marcello de Brito Primo

LAGOA SECA
2023

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S586q Silva, Maria Andreia Lopes da.
Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de feijão
inoculados com microrganismos eficientes. [manuscrito] / Maria
Andreia Lopes da Silva. - 2023.
33 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em
Agroecologia) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de
Ciências Agrárias e Ambientais, 2024.

"Orientação : Prof. Dr. Dalmo Marcello de Brito Primo,
Coordenação do Curso de Agroecologia - CCAA. "

1. Patógenos. 2. Sustentabilidade . 3. Microrganismos. 4. ,
Phaseolus vulgaris. I. Título

21. ed. CDD 664.7

MARIA ANDRÉIA LOPES DA SILVA

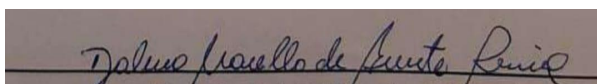
**QUALIDADE SANITARIA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE FEIJÃO
INOCULADAS COM MICROORGANISMOS EFICIENTES**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao Curso Bacharelado em Agroecologia curso do Centro Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Agroecologia.

Área de concentração: Ciências Agrárias.

Aprovado em: 01/12/2023.

BANCA EXAMINADORA



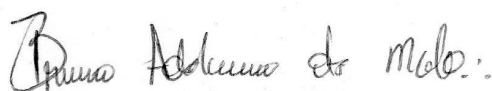
Prof. Dr. Dalmo Marcello de Brito Primo (Orientador)

Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dra. Jessica Karina da S. Pachu (Examinador)

Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Dr. Bruno Adelino de Melo (Examinador)

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

“ Há uma força motriz mais poderosa que o vapor, a eletricidade e a energia atômica: a vontade”- Albert Einstein.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me permitir vivenciar e vencer as batalhas que apareceram nesta jornada, e por conceder-me sabedoria e força nos momentos desafiadores, iluminando meu caminho quando as dificuldades pareciam insuperáveis.

Agradeço aos meus pais Marcos e Adriana, meus irmãos Henrique e Gabriel por serem fontes inesgotáveis de incentivo, paciência e amor. Suas palavras de encorajamento foram meu combustível nos momentos desafiadores. Vocês são a base sólida sobre a qual construí não apenas neste trabalho, mas em toda a minha trajetória. Gostaria de expressar minhas sinceras gratidão aos meus tios Renate e Eduardo Luciano, por seu apoio contínuo e acolhimento ao longo desta jornada acadêmica. À medida que trilhei este caminho desafiador, a orientação e encorajamento que recebi de vocês foram verdadeiramente inestimáveis.

Ao meu orientador Dalmo Brito, por ter me guiado, por toda compreensão, puxões de orelhas essenciais para o meu desenvolvimento profissional e pessoal. Muito obrigado, por compartilhar seu vasto conhecimento, de modo em que sou profundamente agradecida. Este trabalho não teria sido possível sem sua orientação dedicada, e estou imensamente grata por ter tido a oportunidade de aprender e crescer sob sua supervisão.

Aos meus amigos desejo agradecer por todo apoio e companheirismo ao longo destes anos de curso, cada interação com vocês tem sido enriquecedora e memorável, em especial quero agradecer a Jailma Cardoso, Danilo Eneas e Valdeane Silva por sempre motivarem-me a não desistir, e por tornarem essa jornada acadêmica mais leve. Vocês foram luz nos momentos mais solicitados, e eu não poderia ter pedido pessoas mais que especiais ao meu lado. A vida acadêmica pode ser desafiadora, mas com amigos como vocês, os desafios se transformam em oportunidades de crescimento e aprendizado. Obrigado por fazerem parte desta conquista.

Também quero expressar minha gratidão à UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA e aos professores do curso Bacharelado em Agroecologia, pelo suporte e conhecimentos compartilhados na universidade, em que foram fundamentais para o desenvolvimento das habilidades necessárias durante o curso. Sou grato pela formação sólida e abrangente que recebi.

De modo geral, agradeço aqueles que de uma forma ou outra contribuíram para o meu crescimento pessoal e profissional durante a jornada acadêmica.

QUALIDADE SANITARIA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE FEIJÃO INOCULADAS COM MICROORGANISMOS EFICIENTES

Maria Andreia Lopes da Silva¹

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar quais os efeitos da inoculação de microrganismos eficientes em sementes de feijão na germinação e sanidade das plântulas de feijão. O experimento foi conduzido no Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, Campus II, Lagoa Seca-PB. O ensaio foi conduzido no laboratório de Fitopatologia - FITOLAB e Biologia - BIOLAB em câmara de germinação (B.O.D), para tanto, foram utilizadas sementes sadias de dois tipos de feijão, o 'Preto' e o 'Carioca', oriundos de uma área de produção de agricultor do município de Lagoa Seca-PB. As sementes foram selecionadas de acordo com sua homogeneidade e sanidade visual, descartando sementes que apresentavam alguma deformidade, entre elas sementes anormais e não germinadas. Já nos parâmetros de germinação utilizando a testemunha com e sem o inoculante para serem feitas as comparações. O inoculante utilizado foi coletado na região do Brejo e do Sertão, na qual foram trazidos para o laboratório após sua fermentação.

Palavras-chave: Patógenos, Sustentabilidade, Microorganismos, *Phaseolus vulgaris*.

¹ Estudante de Bacharelado em Agroecologia pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effects of inoculation of efficient microorganisms in bean seeds on the germination and health of bean seedlings. The experiment was conducted at the Center for Agrarian and Environmental Sciences, Campus II, Lagoa Seca-PB. The seeds were selected according to their homogeneity and visual health, discarding seeds that presented some deformity, including abnormal and non-germinated seeds. The experiment was carried out in the laboratory of Phytopathology - FITOLAB and Biology - BIOLAB in a germination chamber (B.O.D), for this purpose, healthy seeds of two types of beans, 'Preto' and 'Carioca', from a farmer's production area in the municipality of Lagoa Seca-PB were used. On the germination parameters, using the control with and without the inoculant to make comparisons. The inoculant used was collected in the region of Brejo and Sertão, where they were brought to the laboratory after fermentation.

Keywords: Pathogens, Sustainability, Microorganisms, Agriculture, *Phaseolus vulgaris*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 e 2: Montagem da isca para coleta dos microrganismos eficientes.....	26
Figura 3 e 4: E.M coletado.....	27
Figura 4 e 5: E.M armazenado em seu processo de fermentação.....	27
Figura 6 e 7: Inoculação de E.M na variedade carioca.....	27
Figura 8: Inoculação de E.M na variedade preto.....	28.
Figura 9 e 10: Germinações entre as variedades Carioca e Preto.....	28
Figura 11 e 12: Germinação completa das variedades Carioca e Preto.....	28

LISTA DE TABELAS

Figura 1 :Análise de do desdobramento da germinação de cada dose de inoculação com a variedade de Feijão Preto.....	23
Figura 2 : Análise de desdobramento da germinação de cada dose de inoculação com a variedade de Feijão Carioca.....	23
Quadro 1: Análise de presença dos fungos nas sementes	25
Tabela 1: Resumo da análise para as variáveis Germinação (GERM), Índice de Velocidade de Germinação (IVG).....	25
Tabela 2: Análise de desdobramento dos microrganismos dentre de cada variedade	26
Tabela 3: Análise de desdobramento da variedade em cada nível de microrganismo.....	26
Tabela 4: Análise do Teste de Médias.....	26

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1		
2.2	MICRORGANISMOS EFICIENTES.....	14
2.3	PATÓGENOS.....	15
2.4	QUALIDADE DE SEMENTES.....	16
2.5	INOCULAÇÃO DE SEMENTES.....	17
3	OBJETIVOS	18
3.1	OBJETIVOS GERAL.....	18
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	
4.1	LOCAL.....	19
4.2	OBTENÇÃO DOS MICRORGANISMOS.....	19
4.3	DETERMINAÇÃO DA QUALIDADE SANITÁRIA DE SEMENTES	20
4.4	TESTE DE GERMINAÇÃO E VIGOR.....	21
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
6	ANEXOS.....	26
7	REFERÊNCIAS.....	29

1 INTRODUÇÃO

Uma determinada importância da agricultura é possuída pela qualidade sanitária e fisiológica das sementes, na qual tem um impacto direto no progresso do cultivo. No contexto do feijão, a mesma é uma das principais culturas alimentares bastante utilizadas em grande parte do mundo. A inoculação com Microrganismos Eficientes tornou-se uma prática significativa para melhorar o desempenho das sementes. Os microrganismos podem incluir bactérias fixadoras de nitrogênio e microrganismos benéficos que estimulam o crescimento das plantas.

A qualidade sanitária e fisiológica das sementes de feijão é um aspecto crucial no processo de cultivo, uma vez que esses fatores desempenham um papel significativo no sucesso da germinação, no desenvolvimento das plantas e na produtividade geral da safra. Quando se trata da melhoria desses aspectos, a inoculação de sementes de feijão com microrganismos eficientes (E.M.) surge como uma prática promissora. A inoculação com E.M como bactérias fixadoras de nitrogênio, pode atuar como uma estratégia preventiva, reduzindo a incidência de patógenos e promovendo um ambiente mais saudável para as sementes germinarem.

Os testes são elaborados em laboratórios, sendo um procedimento de fundamental importância para o setor agrícola, devido permitir a identificação de problemas com a perda de qualidade de sementes e auxiliar na tomada de decisão para a correção das anormalidades (CÂMARA, 2016). Portanto, os testes laboratoriais se tornam ferramentas essenciais para avaliar a vitalidade, a germinação e outros atributos cruciais das sementes. Essas análises proporcionam uma compreensão abrangente da saúde das sementes, permitindo a detecção precoce de possíveis problemas que poderiam resultar em perdas substanciais.

A pesquisa e implementação de práticas que visam melhorar a qualidade sanitária e fisiológica das sementes de feijão através da inoculação com microrganismos eficientes representam uma abordagem inovadora e sustentável na agricultura. Além de contribuir para a segurança alimentar, essas práticas também podem ter benefícios ambientais, tal como reduzindo a necessidade de insumos químicos e promovendo sistemas agrícolas mais equilibrados e resilientes. Portanto, a compreensão aprofundada da interação entre sementes de feijão e microrganismos eficientes é essencial para otimizar a produção agrícola de maneira sustentável e eficaz.

Os bons resultados obtidos, inferem efeito inibitório dos produtos à base de EM, com o aumento das concentrações, demonstrando resultados satisfatórios sob a ocorrência das espécies fúngicas *Alternaria sp*, *Penicillium sp.* e *Bipolaris sp.* Resultado positivo também foi relatado por Dourado (2018), ao utilizar tanto o produto comercial e convencional à base de EM no tratamento de sementes de milho, constatando que os microrganismos eficientes melhoraram a qualidade sanitária das sementes de milho, reduzindo a incidência de fungos causadores de doenças nas sementes. As espécies patogênicas supracitadas, associadas às sementes de trigo no presente trabalho, apresentam grande importância agrônômica à triticultura, por ocasionar danos diretos à semente, ao diminuir a sua qualidade fisiológica (Lasca et al., 2001).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Origem histórica e importância econômica

O feijão-comum está entre os alimentos mais antigos do mundo. Seus registros estão diretamente associados à história da humanidade. Documentações também apontam que, na Suíça, durante a Idade do Bronze (cerca de 1.000 a.C.), já existiam registros do cultivo dessa leguminosa. Na antiga Tróia, evidências mostram que o feijão era o prato favorito dos robustos guerreiros troianos. Historiadores atribuem essa vasta disseminação do feijão no mundo em decorrência de guerras, pois esse era o alimento principal da dieta dos combatentes em marcha. Historiadores atribuem essa vasta disseminação do feijão no mundo em decorrência de guerras, pois esse era o alimento principal da dieta dos combatentes em marcha. Relatos indicam que tipos selvagens, similares a variedades crioulas, foram encontradas na região central das Américas, como no México. Acredita-se que essa região originou a maioria dos cultivares de grãos pequenos, como o carioca (REHAGRO, 2022)..

Também existem diversas hipóteses sobre a origem e domesticação do feijoeiro-comum. Atualmente, aceita-se que o grão teve dois centros de domesticação e um terceiro com menor expressão. Relatos indicam que tipos selvagens, similares a variedades crioulas foram encontradas na região central das Américas, como no México (YARA BRASIL, 2023).

O feijão é uma *fabaceae* (leguminosa) de consumo generalizado pela população brasileira. Para os segmentos de baixa renda se constitui na principal fonte de proteínas. Além

disso, é o principal gerador de renda para representativo número de agricultores. Apesar das oscilações, estima-se o consumo em mais de 18 kg habitante ano⁻¹, sendo cultivado em mais de cinco milhões de hectares com produção de cerca de três milhões de toneladas e produtividade pouco superior a seiscentos kg.ha⁻¹ (IBGE, 1996; Yokoyama *et al.*, 1996). A cultura do feijão é um alimento essencial em muitas culturas ao redor do mundo, apreciado não apenas pelo seu sabor delicioso, mas também pela sua riqueza nutricional. É um grão versátil, parte fundamental de inúmeras receitas tradicionais em países como Brasil, México, Índia e muitos outros.

O feijão no Brasil é cultivado em três safras distintas (safra das águas, safra da seca e safrinha) e faz parte dos sistemas de produção de pequenos, médios e grandes produtores, esses últimos em escala empresarial altamente tecnológica. As regiões que mais produzem feijão no Brasil são: Sul, Sudeste e Centro-Oeste, com destaque para os estados do Paraná, Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso (CONAB, 2020).

2.1.1 Feijão Preto e Carioca

O brasileiro é regionalmente exigente quanto a cor e tipo de grão, além da qualidade culinária, consumindo atualmente 17% de tipo de grão preto, 79% de grão tipo carioca e 4% de outros tipos de grãos (MAPA, 2002).

O feijoeiro comum é cultivado em diferentes regiões fitogeográficas do Brasil, existindo cultivares adaptadas às mais diversas condições edafo-climáticas (SILVA e WANDER, 2013). Embora sejam produzidos e consumidos diversos tipos de feijão no país, de modo que cada região brasileira tem sua preferência quanto ao tipo de grão de feijão comum consumido, é importante salientar que os de maior importância são os dos grupos carioca e preto (OLIVEIRA, 2012; VIEIRA *et al.*, 2005).

O feijão preto está em segundo lugar na preferência do consumidor, sendo cultivado e consumido em especial nos estados do Sul, Rio de Janeiro, sudeste de Minas Gerais e sul do Espírito Santo, perdendo apenas para o feijão carioca (VIEIRA *et al.*, 2005)

A cultivar carioca, desenvolvida pelo Instituto Agronômico de Campinas, ao ser testada através dos ensaios regionais de feijão em comparação com outras cultivares, produziu cerca de três vezes mais que a média do Pará registrada nos últimos anos, que é de

cerca de 500 kg/ha. Devido às suas qualidades e por se desenvolver bem nas condições de clima e de solo do estado, foi imediatamente incorporada aos sistemas de produção e recomendada para utilização pelos agricultores do Estado do Pará. Esta cultivar apresenta ótimas qualidades culinárias, cozimento bastante rápido e tem caldo claro e denso. Sua produtividade tem se mostrado muito boa, principalmente no Município de Alenquer, podendo alcançar um rendimento médio superior a 1.500 kg/ha.

As sementes têm um teor de proteína ao redor de 21%. O tipo carioca pode ser considerado um marco no desenvolvimento do mercado de feijão brasileiro, sendo o final da década de 1960 o período histórico de início da estruturação da indústria empacotadora e novo padrão de comercialização e consumo, além da contribuição do desenvolvimento de tecnologias para a produção do grão, as quais permitiram, nas últimas décadas, ganhos de produtividade, estabilidade e valor comercial (Pelegrini et al., 2017; Chiorato et al., 2018).

2.2 MICRORGANISMOS EFICIENTES

Os microrganismos eficientes (EM) foram identificados no início dos anos 1980 sendo ainda muito pouco utilizados e conhecidos no Brasil. A maioria dos estudos têm sido realizados no Japão. Pesquisas têm sido feitas comparando a ação fertilizante do produto, bem como sua ação múltipla sobre o solo e as plantas (Fundação Mokiti Okada, s/d; Higa, 1991a; Melloni, 1991).

Fazem parte do EM, os que produzem substâncias orgânicas úteis às plantas e que ao mesmo tempo atuam na melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos. Sugere-se que o EM atua no solo fazendo com que este passe para um estado de fermentação, sobre o nitrogênio interferindo na predominância da forma orgânica, sobre o balanço energético da planta que é favorecido pela redução de gastos no processo de síntese de proteínas, no processo da fotossíntese que é aumentado e sobre a produção e qualidade do produto que são aumentados (Higa, 1991a).

O solo sadio é agregado, grumoso, poroso, receptivo a: ar, água e raízes das plantas. No solo sadio nada impede o desenvolvimento radicular e a água não fica parada. Solo sadio não possui crosta superficial, nem compactação e nem erosão. Solo sadio é puro, sem

resíduos tóxicos, sem metais pesados, com nutrientes em equilíbrio. As plantas que crescem nos solos sadios são saudáveis, sem pragas e doenças e têm alto valor biológico (CADERNO DOS MICRORGANISMOS (EM), 2020)..

Os organismos do solo, que incluem macrorganismos (aranhas, formigas, minhocas) e microrganismos (bactérias, fungos, leveduras e actinomicetos), mantêm o solo saudável. Estes organismos funcionam em grupo e transformam a matéria orgânica. Acrescentam o solo e mantêm os poros no solo, onde o ar e a água entram, que são essenciais para a produção de vegetais(CADERNO DOS MICRORGANISMOS (EM) 2020).

Na agricultura, os microrganismos eficientes são utilizados em técnicas como a agricultura orgânica e a produção de compostagem. Eles ajudam na preservação da matéria orgânica, transformando-a em nutrientes disponíveis para as plantas, melhorando a estrutura do solo e auxiliando no controle de pragas e doenças. Esses microrganismos também podem ajudar a aumentar a resistência das plantas aos estresses ambientais, como a seca ou o excesso de chuva.

Experiências com a cultura do feijoeiro sugerem que o EM interferiu no aumento da produtividade (Fundação Mokiti Okada, 1994). Estudo sobre as propriedades sensoriais do produto final feijão, tais como cor, sabor, textura e odor, além do valor nutritivo do alimento mostraram que o EM interfere favoravelmente nessas características (Higa, 1991; Vilhordo, 1988; Vogtmann & Wagner, 1987).

2.3 PATÓGENOS

A produtividade do feijoeiro vem apresentando elevada taxa de crescimento, tendo aumentado de 638 kg/ha para 1879 kg/ha, em um período de apenas cinco anos (IBGE, 1993 / 1998). Isto se deve principalmente à utilização de tecnologias de produção diferenciadas, tais como o cultivo sob pivô central, que tem proporcionado a possibilidade de plantios sucessivos, com consequente aumento da rentabilidade da cultura. Apesar de possibilitarem o aumento da produtividade e do número de safras durante o ano, tais tecnologias criam condições de umidade e temperatura ideais ao desenvolvimento de patógenos, favorecendo a ocorrência de algumas doenças que apresentam alto risco à produção

Os principais fungos de campo que podem estar associados às sementes do feijoeiro e são potencialmente transmissíveis, bem como as doenças provocadas são: *Colletotrichum*

lindemuthianum (antracnose); *Phaeoisariopsis griseola* (mancha-angular); *Fusarium oxysporum f. sp. phaseoli* (murcha de fusarium); *Fusarium solani f. sp. phaseoli* (podridão radicular seca); *Alternaria solani* (mancha de alternaria); *Thanatephorus cucumeris* (mela); *Sclerotium rolfsii* (podridão do colo); e *Rhizoctonia solani* (podridão radicular) (MACHADO, 1999).

Dentro do grupo de microrganismos denominados fungos de armazenamento, os gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* são os mais comumente encontrados em sementes de feijão e chegam a ser responsáveis por perdas acima de 30% em grãos armazenados na América Latina, Ásia e África (NEERGAARD, 1977). A presença de fungos no processo de armazenamento, bem como seus efeitos negativos diretos na qualidade das sementes armazenadas, vem sendo largamente observado (SILVA et al., 2008; BORÉM et al., 2000; RESENDE et al., 2003). Essa enfermidade tem causado grandes perdas nas lavouras de feijão devido, principalmente, aos cultivos sucessivos, possibilitados pela prática da irrigação (RAVA et al., 1996) e a uma maior disseminação do patógeno por meio de implementos agrícolas em cultivos mecanizados (ROCHA JÚNIOR et al., 1998).

Em programas de melhoramento visando resistência a doenças, a seleção de genótipos resistentes é o principal objetivo dos melhoristas. Esta avaliação pode ser realizada em campo. Entretanto as avaliações em condições controladas, com inoculação artificial, são mais eficazes (Pereira et al., 2008).

2.4 QUALIDADE DE SEMENTES

As sementes tratadas com Microorganismos Eficientes (EM) podem ter benefícios para o feijoeiro e para a qualidade das plantas. O uso de EM em sementes pode contribuir para a promoção do crescimento das plantas, aumento da resistência aos estresses ambientais, melhor absorção de nutrientes e até mesmo redução de doenças. Quando as sementes são tratadas com microorganismos benéficos, como alguns encontrados no EM, isso pode criar um ambiente mais favorável para o crescimento inicial das plantas. Eles podem ajudar a colonizar a rizosfera (região próxima às raízes), promovendo interações benéficas com o sistema radicular e melhorando a absorção de nutrientes.

2.5 INOCULAÇÃO DE SEMENTES

A inoculação, então, consiste no uso de algumas bactérias no tratamento de sementes que vão promover a simbiose (interação) com as raízes das plantas para facilitar a absorção de nitrogênio, elemento químico essencial e nutriente mais exigido pelo feijoeiro para que ele possa se desenvolver e produzir grãos.

Segundo Oliveira et al. (2019), a inoculação do feijoeiro via sulco de semeadura resultou em maior produtividade (1.975 kg/ha) quando comparada com a inoculação via sementes (1.563 kg/ha) e significativamente semelhante à produtividade obtida com a adubação mineral de 80 kg de N/ha (1.979 kg/ha). A inoculação via sulco de semeadura é recomendada quando as sementes de feijão forem tratadas com fungicidas, visto que estes agroquímicos podem comprometer a sobrevivência das bactérias inoculadas e prejudicar o estabelecimento da simbiose entre rizóbios e o feijoeiro (Cardillo et al., 2019). Esse efeito já foi descrito para a estirpe CIAT 899 (SEMIA 4077) de *R. tropici*, tanto no momento do contato da bactéria com os fungicidas, quanto 24 horas após a aplicação do inoculante, prejudicando, principalmente, o crescimento das células bacterianas (Araujo; Araujo, 2006). Em experimentos de coinoculação da soja e do feijoeiro, Hungria et al. (2013) observaram melhores resultados quando os rizóbios foram inoculados via A inoculação do feijoeiro no Brasil: alternativas para aumentar a produtividade... 31 sementes e a *A. brasilense* via sulco de semeadura, quando comparados à inoculação de ambos os produtos apenas nas sementes.

Os métodos mais simples de inoculação de sementes consiste na imersão dessas numa suspensão de esporos e/ou hifas ou em apenas revesti-las com esporos de patógenos (Agarwal & Sinclair, 1987; Tanaka & Menten, 1991), e, ainda, por meio de contato das sementes com a colônia fúngica desenvolvida em meios de cultura convencionais (Santos, 1995; Albuquerque, 2000). Por estes métodos, os fungos ficam, em sua maioria, aderidos ao tegumento das sementes, não se garantindo o processo de infecção e sim contaminação (Tanaka & Menten, 1991; Machado et al., 2001).

A capacidade dos microrganismos do solo de transformar matéria orgânica em matéria inorgânica, ou mineralização, e fornecer os nutrientes necessários para o crescimento das plantas é um papel importante que eles desempenham. Além disso, eles eliminam pesticidas, produzem compostos reguladores do crescimento das plantas, fazem a fixação do azoto atmosférico, ajudam na agregação das partículas do solo e ajudam na estabilidade da

estrutura. Eles também contribuem para o sequestro de carbono. Além disso, a interação entre eles e as raízes das plantas pode beneficiar o crescimento vegetal de várias maneiras

3 OBJETIVOS

3.1 GERAL

Avaliar os efeitos da inoculação das sementes de feijão ‘Preto’ e ‘Carioca’ com microrganismos eficientes sobre a germinação e sanidade.

3.2 ESPECÍFICO

- Analisar o teste de germinação, observando a influência dos microrganismos eficientes nestes
- Avaliar índice de velocidade
- Identificar e caracterizar os microrganismos eficientes mais adequados para a inoculação, considerando sua capacidade de promover benefícios para a planta, como fixação de nitrogênio, promoção de crescimento e resistência a patógenos.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 LOCAL

Foi realizado o experimento no laboratório de Fitopatologia da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Campus II localizado na cidade de Lagoa Seca - PB.

4.2 MATERIAIS

4.2.1 Feijões

Foram utilizadas sementes sadias de dois tipos de feijão, o ‘Preto’ e o ‘Carioca’, oriundos de uma área de produção do município de Lagoa Seca-PB. As sementes foram selecionadas de acordo com sua homogeneidade e sanidade visual, descartando sementes que apresentavam alguma deformidade.

4.2.2 Microrganismos: Captura e preparo

A obtenção dos inoculantes Microrganismos Eficientes (E.M), foram coletados em diferentes localidades. Sendo elas, da região do Sertão, no município de Conceição - PB e a outra, na região do Brejo, do município de Lagoa Seca - PB.

Para a obtenção dos Microrganismos Eficientes (E.M) convencional, foi empregado a metodologia para captura e preparo da solução, dispostas nas fichas agroecológicas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, na qual consiste basicamente na captura dos microorganismos na mata utilizando substrato de arroz cozido (Figura 1 e 2). Posteriormente, este material capturado foi selecionado conforme a colonização do substrato e as cores contidas nele (Figura 3), consolidando-se então o preparo da solução, colocando o material selecionando em garrafas pets contendo água e melaço (Figura 4). A solução composta com microorganismos eficientes apresentou fermentação, ficando pronta para uso após percorrer 20 dias de preparo (Sousa et al.,2009).

4.2.2 Inoculação

As sementes foram inoculadas através de imersão durante 30 minutos em solução contendo os microrganismos eficientes (tendo 500 ml de calda para 100 kg de sementes), correspondendo assim à concentração de 100% , os demais tratamentos foram obtidos com base na concentração máxima, completando-se o volume de calda com água destilada. Na concentração de 0 % (testemunha), utilizou-se somente água destilada.

4.3 Determinação da Qualidade Sanitária de Sementes

A sanidade das sementes de feijão foi avaliada pelo método de “blotter test” (BRASIL, 2009). Inicialmente, as caixas gerbox foram higienizadas com hipoclorito de sódio (solução a 1%) e os papéis germitets esterilizados em estufa a 150°C, por 1h e 30 minutos. Um total de 200 sementes por tratamento divididas em 4 repetições foram postas, após a

inoculação com microrganismos eficientes, nas caixas gerbox, com papéis umedecidos 3 vezes seu peso seco, com água esterilizada em autoclave.

As amostras foram mantidas por 24 horas em incubadora BOD (Demanda Biológica do Oxigênio), regulada a 20°C e fotoperíodo de 12 horas, sendo transferidas posteriormente para um freezer de gavetas, por igual período. Isso é feito a fim de bloquear a germinação das sementes, permitindo assim a avaliação de fungos em sementes e não em plântulas. Após o período de congelamento houve a necessidade de reumedecimento das amostras, sendo utilizados 5 ml de água esterilizada em todas as amostras. E por fim, as amostras retornaram a BOD por mais 5 dias.

O cômputo de sementes com infecção de patógenos foi feita com um auxílio de microscópio estereoscópico e óptico, observando-se as estruturas morfológicas dos fungos *Fusarium spp.*, *Penicillium spp.* e *Aspergillus spp.* (NEERGAARD, 1979). Os resultados serão expressos em porcentagem da presença de fungos (PPF), porcentagem da ausência de fungos (PAF) e porcentagem de sementes contaminadas com as espécies fúngicas identificadas.

Na determinação do teor de água das sementes, utilizou-se o método da estufa, com 4 repetições de 50 semente cada, que serão pesadas inicialmente para obtenção de massa inicial e posteriormente serão colocadas em estufa de ar forçado a 105 °C durante 24h e pesadas novamente para obtenção da massa final, os resultados serão expostos em porcentagem.

4.4 Teste de Germinação e Vigor

Para determinar o potencial fisiológico das sementes inoculadas com microrganismos eficientes serão usados o teste de germinação e os testes de vigor: Índice de Velocidade de Germinação (IVG) e Primeira Contagem de Germinação (PCG). O teste de germinação será instalado com 400 sementes, divididas em oito repetições. Os rolos de germinação serão compostos por três papéis germitets, umedecidos previamente com água destilada, 2,5 vezes o seu peso. Para montar os rolos, duas folhas umedecidas serão postas sobre a bancada e 50 sementes serão distribuídas de forma equidistante e, após, será colocada mais uma folha

umedecida sobre as sementes. As laterais e a parte inferior dos papéis germitest serão dobradas para evitar a perda de sementes e enroladas em formato de rolo.

Os rolos de papel serão identificados por tratamentos, com acondicionamento dentro de sacos plásticos e mantidos em incubadora BOD, regulada a 20 °C e com fotoperíodo de 8 horas. A primeira contagem de germinação (teste de vigor) ocorreu no 4º dia, avaliando-se apenas o número de plântulas normais. E no 7º dia será avaliado o número de plântulas normais novamente, plântulas anormais, sementes duras, sementes mortas e sementes dormentes, dados esses que compuseram o resultado do teste de germinação. Tanto os resultados para PCG, quanto para germinação serão expressos em porcentagem (números inteiros).

Será avaliado também a porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG).

O IVG será instalado da mesma forma que o teste de germinação, porém com 200 sementes. O parâmetro utilizado para avaliação será o comprimento da raiz primária da plântula, igual ou maior que 5 mm, sendo que os rolos de papel serão analisados diariamente, durante 5 dias. A fórmula de Maguire (1962) será utilizada para calcular o IVG:

$$IVG = G1/N1 + G2/N2 + \dots + Gn/Nn$$

Em que:

G₁: Número de sementes germinadas no dia 1;

N₁: Primeiro dia de avaliação;

G₂: Número de sementes germinadas no dia 2;

N₂: Segundo dia de avaliação;

G_n: Número de sementes germinadas no dia n;

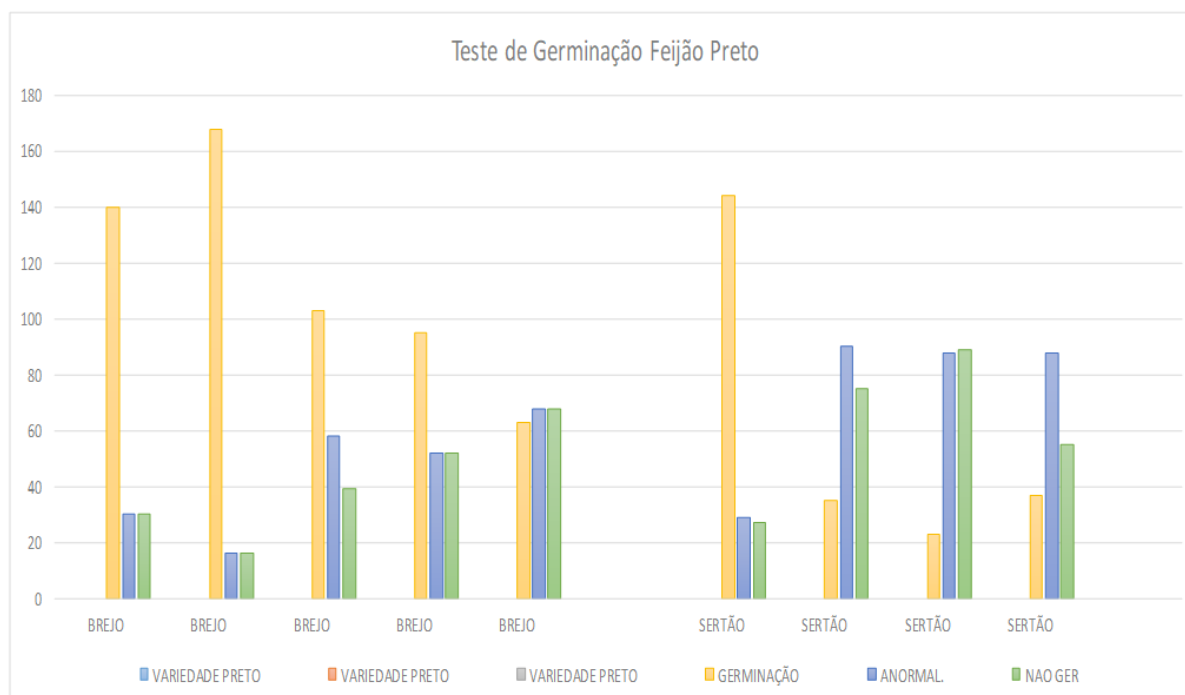
N_n: n-ésimo dia de avaliação.

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x5x2, sendo o primeiro fator composto por dois produtos contendo Microorganismos Eficientes (Convencional) coletado em duas localidades: Brejo e Sertão, e o segundo fator foi constituído por quatro níveis da concentração dos produtos (0,25, 50, 75 e 100%), já o terceiro fator foi constituído por duas cultivares de feijão: Preto e Carioca, com quatro repetições.

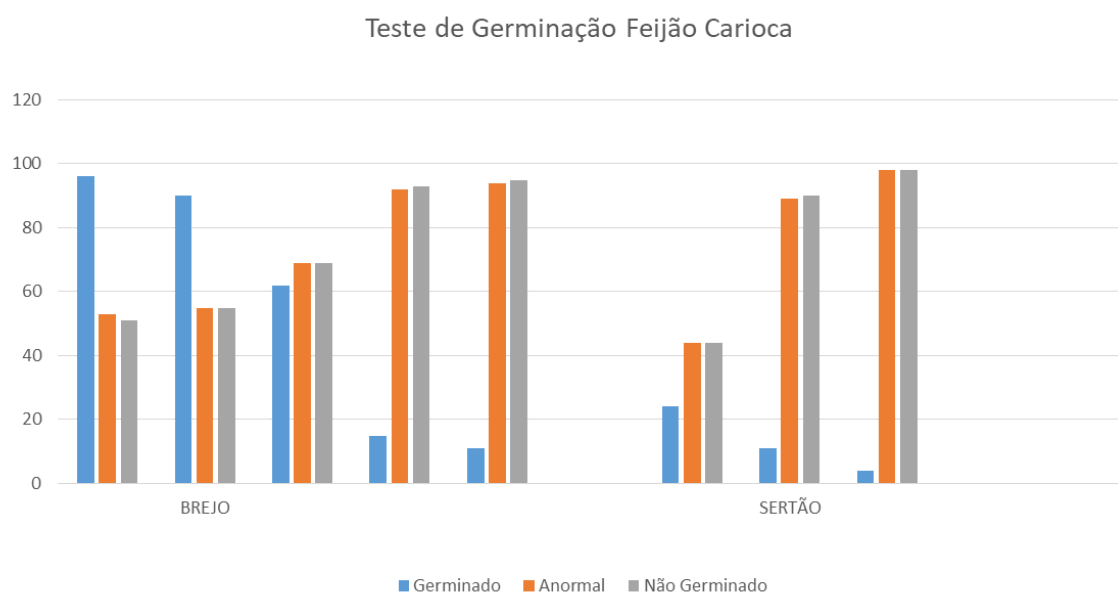
Os resultados para o fator produto será submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$). O nível do fator concentração será analisado por teste de regressão, avaliando-se também a interação entre os fatores. O programa utilizado para análise estatística será o SISVAR (Ferreira, 2000).

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

FIGURA 1. Análise do desdobramento da germinação dentro de cada dose de inoculação.



Foi analisado o parâmetro agrônomo de germinação do feijão preto, sob avaliação de 5 dias constantes, levando em consideração que o Tratamento 2 sob a inoculação do E.M. ibama com a dose 25 ml, possui o maior índice de germinação. Sendo que logo em seguida o Tratamento 6, vem com um índice de germinação sob a dose do E.M sertão, com um alto índice de germinação. As sementes de feijão trabalhadas durante esses experimentos, foram armazenadas pelos agricultores, e as mesmas podem perder alguns atributos de qualidade que chegam a inviabilizar o seu uso para formação das lavouras, devido o tempo de armazenagem, inviabilizando um alto ou menor índice de germinação. Entretanto, vários fatores interferem na qualidade da semente durante o armazenamento, como a qualidade inicial da semente, as condições climáticas durante a maturação, o grau de maturação e o grau de injúria mecânica no momento da colheita, o tipo de embalagem utilizado, a secagem e as características do ambiente do armazém (CARVALHO, 1980).

FIGURA 2. Análise do desdobramento da germinação dentro de cada dose de inoculação.

Foi analisado o parâmetro agrônomo de germinação do feijão carioca, sob avaliação de 5 dias constantes, levando em consideração que o Tratamento 1 sendo a mesma testemunha. Entretanto, em seguida, temos o Tratamento 2 sob a inoculação do E.M. ibama com a dose 25 ml, possui o segundo maior índice de germinação sob a dose do E.M. ibama. Como já foi discutido anteriormente, uma das características que podem inviabilizar tais germinações, nas quais diversos vários fatores interferem na qualidade da semente durante o armazenamento. Segundo Abdul-Baki (1980), as sementes perdem o vigor, mesmo que tenham atingido seu máximo potencial, quando são submetidas às condições adversas, como atrasos da colheita e ambiente inadequado de armazenamento.

QUADRO 1. Análise de presença dos fungos nas sementes

	<i>ASPERGILLUS</i>	<i>PENICILLIUM</i>	<i>FUSARIUM</i>	<i>BACTÉRIA</i>
PRETO	30%	40%	10%	20%
CARIOCA	50%	30%	15%	5%

O quadro exibe a identificação visual de fungos e bactérias, nas quais os mesmos foram identificados após serem adicionadas na BOD por 24 horas e logo após foram repassadas para uma freezer na qual ficaram por mais 7 dias. Após esse período, foi analisada visualmente a presença dos fungos *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* e *Bactérias*. Diante as avaliações de tais, é possível observar que os fungos *Aspergillus* e *Penicillium* tiveram uma grande presença de fungos dentre as duas variedades de feijão. O que se torna um grande problema, já que tais fungos são considerados preocupantes para a produtividade das produções. A ocorrência deste fungo pode causar a deterioração das sementes resultando na redução da germinação, modificação da cor e produção de toxinas (TANAKA; CORRÊA, 1981). A ocorrência deste fungo em grande parte dos lotes e em quantidades consideráveis é preocupante, pois pertencem a este gênero, as espécies *Fusarium oxysporum f.sp. phaseoli* e *Fusarium solani f. sp. phaseoli* as quais são agentes etiológicos da murcha de fusarium e podridão radicular seca, respectivamente, doenças com importância econômica para a cultura do feijoeiro (EMBRAPA,2010).

TABELA 1: Resumo da análise para as variáveis Germinação (GERM), Índice de Velocidade de Germinação (IVG)

Na tabela 1 são apresentados o resumo da análise de variância (ANOVA) com os quadrados médios e suas respectivas significâncias pelo teste F a 5% de probabilidade, para as variáveis Germinação (GERM) e Índice de Velocidade de Germinação (IVG). De acordo com a ANOVA, é possível verificar que houve efeito significativo das interações entre as variedades do feijão e os microrganismos eficientes (E.M), não sendo significativo os parâmetros avaliados isoladamente.

FV	GEM	IVG	FC	PR>FC
Variedade	164,865 ns	423,022ns	113,824 ns	0,0000 ns
Microrganismos	78,85 ns	217,341ns	58,481 ns	0,0000ns
Interação (V & M)	6,051*	0,021*	0,006*	0,9403*

Tratamento	8	8
Resíduo	3	3
CV%	13,63	

***significativo a 5% de probabilidade.**

Analisando a Tabela 3, foi observado que o inoculante teve um efeito positivo nas variedades de feijão, sendo estatisticamente significativo para a interação entre a variedade e o microrganismo utilizado.

TABELA 2: Análise do desdobramento de Variedade dentro de cada nível de: Microrganismos variedade (B) Brejo e variedade (S) Sertão.

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Variedade /B	1	117.045000	117.045000	56.750	0.0000 *
Variedade /S	1	53.872200	53.872200	26.120	0.0003 *
RESÍDUO	12	24.749600	2.062467		

*** significativo a 5% de probabilidade**

Após a análise de desdobramento, observou-se que as variedades, quando sujeitas à interação com os microrganismos, demonstraram diferenças significativas entre si.

TABELA 3: Análise do desdobramento de microrganismo dentro de cada nível de: variedade microrganismo em interação com (preto) e (Carioca).

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Microrganismo/C	1	20.608200	20.608200	9.992	0.0082*
Microrganismo /P	1	64.297800	64.297800	31.175	0.0001*
Resíduo	12	24.749600	2.062467		

*** significativo a 5% de probabilidade**

Analisando o desdobramento dos microrganismos em cada nível de variedade, foi observada significância estatística a um nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

TABELA 4: Análise do Teste de Médias.

Teste de Médias		
	Brejo	Sertão
Preto	23,217*	23,217*
Carioca	13,0078*	15,9208*

***significativo a 5% de probabilidade.**

Ao examinar a Tabela 4, é evidente que ambas as variedades mostraram diferenças estatisticamente significativas. Isso sugere que os microrganismos tiveram um desempenho notável dentro de cada variedade."

6. Anexos

Figura 1 e 2: Montagem da isca para coleta dos Microorganismo Eficientes



Fonte: Silva, 2023

Figura 3: E M coletado



Fonte: Silva, 2023

Figura 4: E M Armazenado em processo de fermentação



Fonte: Silva, 2023

Figura 6 e 7: Inoculação de E.M na Variedade Carioca



Fonte: Silva, 2023



Fonte: Silva, 2023

Figura 8: Inoculação de E.M na Variedade Carioca



Fonte: Silva, 2023

Figura 9 e 10: Germinações entre as Variedades Carioca e Preto

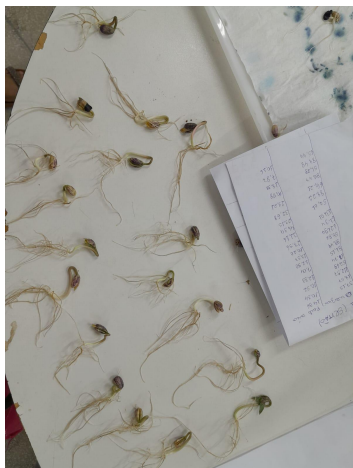


Fonte: Silva, 2023



Fonte: Silva, 2023

Figura 11 e 12: Germinação completa das Variedades Carioca e Preto



Fonte: Silva, 2023



Fonte: Silva, 2023

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa sobre a qualidade sanitária e fisiológica de sementes de feijão inoculadas com microorganismos eficientes proporciona compreensões valiosas para aprimorar a sustentabilidade e eficiência na agricultura. A análise aprofundada da literatura e os resultados obtidos durante a pesquisa ressaltam os inúmeros benefícios da inoculação de sementes com microorganismos eficientes. Esses benefícios vão além da simples promoção do crescimento das plantas, abrangendo a redução de patógenos e a melhoria geral da saúde do solo.

REFERÊNCIAS

OSORIO, Pedro Raymundo Argüelles. Sanidade de sementes, transmissão e patogenicidade de fungos associados a genótipos de milho. 2023. 4 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Ciências Agrárias, Revista Cultivar, Tocantins, 2023

CAVALCANTI, Ívina Emanuela Silva. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SEMENTES: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA. 2021. 58 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Ciências Agrárias, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Petrolina, 2021. Cap. 1.

JACOBY, Richard; PEUKERT, Manuela; SUCCURRO, Antonella; KOPRIVONA, Anna; KOPRIVA, Stanislav. The Role of Soil Microorganisms in Plant Mineral Nutrition—Current Knowledge and Future Directions. 2017. 19 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Ciências Agrárias, Sec. Plant Physiology, Sec. Plant Physiology, 2017. Cap. 8.

VARSONOMICS. Microbiologia do Solo: A importância do Microbioma. 2023. 5 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Ciências Agrárias, Uncategorized, Brasil, 2023. Cap. 5.

ALTIZANI JÚNIOR, Júlio César; COUTINHO, Jean Vitor; MARTINS, Victor Matheus; BUENO, ; João Tavares; LIMA, Cristina Batista de. ANÁLISE DA QUALIDADE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA DE SEMENTES DE FEIJÃO. 2015. 7 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Norte do Paraná, Paraná, 2015. Cap. 8.

AGRONÔMICA, Equipe. A origem do feijão-comum. 2023. 7 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Ciências Agrárias, Yara Brasil, Brasil, 2023. Cap. 8.

TALAMINI, Viviane; LIMA, Neusa Stahlschmidt; MENEZES, Mariana Santos; SILVA, Adriano Marcio Freire; SOUSA, Ricardo Coelho de; SILVA, Laerte Marques da. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de feijão (L.) produzidas por agricultores familiares de Sergipe. 2010. 7 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Norte do Paraná, Paraná, 2010. Cap. 8.

FIORI, Angelica; MALDANER, Anna Carolina; SCHWANTES, Daniel; BORDIN, Giovanni; CRISTINA, Jessica. Tratamento efluente de hospital veterinário por meio do uso de biodiscos. 2016. 7 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Norte do Paraná,, Toledo, 2016. Cap. 8.

EMBRAPA. Cultivo do Feijão Carioca. 2001. 32 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento, Embrapa, Pará, 2001. Cap. 8.

SANTANA, Adelia Lima. DESENVOLVIMENTO DO FEIJOEIRO COMUM PRETO SUBMETIDO A DIFERENTES NÍVEIS DE DESFOLHA ARTIFICIAL E FONTES DE NITROGÊNIO. 2018. 32 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Norte do Paraná Cruz das Almas, 2010. Cap. 8.