

RESSALVA

Atendendo solicitação da autora, o texto completo desta tese será disponibilizado somente a partir de 27/08/2019.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

ELIZABETE NUNES DA ROCHA

**INOCULAÇÃO DE *Bacillus subtilis* E TRATAMENTO QUÍMICO EM SEMENTES DE
FEIJÃO CAUPI E FEIJÃO COMUM: LOTES, TEMPO DE EXPOSIÇÃO E DOSES.**

Ilha Solteira

2019

ELIZABETE NUNES DA ROCHA

**INOCULAÇÃO DE *Bacillus subtilis* E TRATAMENTO QUÍMICO EM SEMENTES DE
FEIJÃO CAUPI E FEIJÃO COMUM: LOTES, TEMPO DE EXPOSIÇÃO E DOSES.**

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia do Campus de Ilha Solteira – UNESP, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Agronomia. Especialidade: Sistemas de Produção.

Prof. Dr. Marco Eustáquio de Sá
Orientador

Ilha Solteira

2019

FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

R672i Rocha, Elizabete Nunes da.
Inoculação de *bacillus subtilis* e tratamento químico em sementes de feijão caupi e feijão comum: lotes, tempo de exposição e doses. / Elizabete Nunes da Rocha. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2019
115 f. : il.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Sistemas de Produção, 2019

Orientador: Marco Eustáquio de Sá
Inclui bibliografia

1. *Vigna unguiculata*. 2. Promotor de crescimento. 3. *Phaseolus vulgaris*.


João José Barbosa

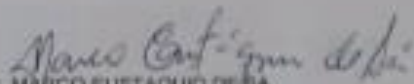
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação
Diretor Técnico
CRB 8-5642

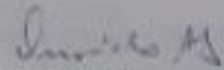
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

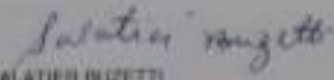
Título: Inoculação de *Bacillus subtilis* e batimento químico em sementes de feijão campê e feijão comum: testes, tempo de exposição e doses.

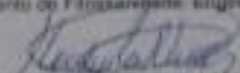
AUTORA: ELIZABETE NUNES DA ROCHA
ORIENTADOR: MARCO EUSTAQUIO DE SA

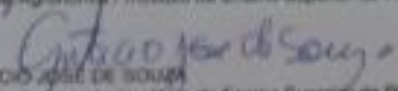
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em AGRONOMIA, especialidade: SISTEMAS DE PRODUÇÃO pela Comissão Examinadora.


Prof. Dr. MARCO EUSTAQUIO DE SA
Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira


Prof. Dr. ORIVALDO ARRIF
Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira


Prof. Dr. SALATIER BUZETTI
Departamento de Fitotecnia-Engenharia Rural e Solo / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira


Prof. Dr. DANIEL DE CHAGULA MENEZ
Departamento de Agronomia / Instituto de Ensino Superior de Rio Verde


Prof. Dr. EPITÁCIO JOSÉ DE SOUZA
Departamento de Agronomia / Instituto de Ensino Superior de Rio Verde

Ilha Solteira, 27 de fevereiro de 2019.

DEDICO

Aos meus pais, João Nunes da Rocha e Josefa Barbosa da Rocha, pelo apoio e dedicação todos os dias de minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela oportunidade de ampliar meus conhecimentos e pela constante presença em minha vida.

À minha família, minha mãe (Josefa), meu pai (João), minha irmã (Rejane), sobrinha (Lorena) e cunhado (João Netto), por todo apoio e incentivo. Obrigada por fazerem parte da minha vida. Ao meu orientador Prof. Dr. Marco Eustáquio de Sá, pela amizade, dedicação e paciência na orientação deste trabalho.

Aos meus amigos (Suzana Proença, Lourdes Dickmann, Sheila Caioni, Deyvison Soares) pelo carinho, pelo apoio e pelas palavras constantes.

A todos os professores, por suas aulas e seus ensinamentos.

Aos funcionários do DFTASE – Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia (UNESP – Campus Ilha Solteira) em especial a Selma Buzetti.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, aos seus coordenadores e professores.

Aos funcionários da Seção de Pós-graduação, por todo auxílio nos momentos que precisei.

A todos os funcionários da UNESP (Ilha Solteira).

A todos que direta ou indiretamente contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

Aos professores que compuseram a banca de defesa, pelas valiosas contribuições.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Obrigada!!!

Nossa maior fraqueza está em desistir. O caminho mais seguro para o sucesso é sempre tentar apenas uma vez mais. (Thomas Edison)

INOCULAÇÃO DE *Bacillus subtilis* E TRATAMENTO QUÍMICO EM SEMENTES DE FEIJÃO CAUPI E FEIJÃO COMUM: LOTES, TEMPO DE EXPOSIÇÃO E DOSES.

RESUMO

O tratamento químico de sementes é uma prática tradicional na agricultura, utilizado no controle de agentes fitopatogênicos presentes nas sementes e no solo. No tratamento biológico o uso de rizobactérias tem sido uma alternativa interessante, como a espécie *Bacillus subtilis*, resistente a condições adversas de calor e baixa umidade. Assim, objetivou-se avaliar a ação de dois produtos biológicos comerciais feito à base de *Bacillus subtilis* FMT001 e Serenade®, e um produto químico Vitavax Thiram® 200 SC, aplicados via tratamento de sementes, como promotores de crescimento de plantas e protetores das sementes, visando verificar o desempenho germinativo das sementes e os efeitos da inoculação de doses sob diferentes espaços de tempo de exposição aos tratamentos, em caupi (*Vigna unguiculata*) e em feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*). O experimento foi conduzido no LAS da UNESP, utilizando cinco lotes de sementes de feijão, quatro lotes de *Vigna unguiculata* e um de *Phaseolus vulgaris*. As sementes foram submetidas aos tratamentos biológico e químico, foram estabelecidos seis tratamentos e quatro repetições, com quatro doses de inoculantes à base de *Bacillus subtilis*: FMT001 com doses 100 ml, 200 ml, 400 ml e 200 ml produto Serenade®, e 100 ml VitavaxThiram® 200 SC, para 50 kg⁻¹ sementes. Foram avaliados condutividade elétrica, teste de germinação, comprimento de raiz e plântulas, envelhecimento acelerado, teste de frio, sob os períodos de 00, 24, 48, 72 e 96 horas após a inoculação. Com relação ao desenvolvimento das plantas, foram avaliadas a altura da planta, números de vagens por planta, comprimento médio por vagem, número de grãos por planta, peso de grãos por planta, massa de 100 grãos, e grau de umidade das sementes. Os tratamentos adicionais, químico e biológico, particularmente o químico, de modo geral, se mostra superior aos tratamentos com *Bacillus subtilis*. Com o aumento das doses o *Bacillus subtilis* os resultados foram positivos para os testes de condutividade, umidade de envelhecimento, germinação, comprimento de raiz e plântula, teste frio e teste de envelhecimento, indicando que não prejudica o desempenho das sementes. Assim, a aplicação do *Bacillus subtilis* promoveu um aumento no número de vagens por planta, porém a dose ótima variou com o lote na espécie *Vigna unguiculata*, e para o *Phaseolus vulgaris*. a dose ótima foi de 400ml/50 kg⁻¹ de sementes.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*. *Phaseolus vulgaris*. Promotor de crescimento.

INOCULATION OF *Bacillus subtilis* AND CHEMICAL TREATMENT IN CAUPI BEANS AND COMMON BEANS SEEDS: LOTS, TIME OF EXPOSURE AND DOSES.

ABSTRACT

The seed chemical treatment is a traditional practice in agriculture, used for controlling pathogenic agents present in the seeds and soil. In the biological treatment using rhizobacteria it has been an interesting alternative as a *Bacillus subtilis* species, resistant to adverse conditions of heat and low humidity. The objective of this study was to evaluate the action of two commercial biological products based on *Bacillus subtilis* FMT001 and Serenade® and a chemical product Vitavax Thiram® 200 SC, applied through seed treatment, as plant growth promoters and seed protectors, to verify the germination performance of the seeds and the effects of the inoculation of doses under different time periods of exposure to the treatments, in *Vigna unguiculata* cowpea and common bean *Phaseolus vulgaris*. The test was conducted in the LAS of UNESP. using five lots of bean seeds four lots of *Vigna unguiculata* and one of *Phaseolus vulgaris*. The seeds were submitted to biological and chemical treatments. Six treatments and four replications were established with four doses of *Bacillus subtilis* inoculants: FMT001 with doses of 100 ml, 200 ml, 400 ml and 200 ml Serenade® product, e 100 ml VitavaxThiram® 200 SC, for 50 kg⁻¹ seeds. Electrical conductivity were evaluated, the test germination, seedling root length and, accelerated aging, cold test, in periods of 00, 24, 48, 72 and 96 hours after inoculation. Additional chemical and biological treatments, particularly the chemical, are generally superior to *Bacillus subtilis* treatments. With increasing doses *Bacillus subtilis* has shown positive results for conductivity, aging, germination, root length and seedling tests, cold test and aging test, indicating that it does not affect seed performance. Plant height, number of pods per plant, average length per pod, number of grains per plant, weight of grains per plant, weight of 100 grains, and degree of seed moisture were evaluated. Thus, the application of *Bacillus subtilis* promoted an increase in the number of pods per plant, but the optimal dose varied with the lot in the species *Vigna unguiculata*, and for *Phaseolus vulgaris*. the optimal dose was 400ml/50 kg⁻¹ of seeds.

Key words: *Vigna unguiculata*. *Phaseolus vulgaris*. growth promoter.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa da produção agrícola – Feijão total (primeira, segunda e terceira safras) Produção total de feijão	20
Figura 2 - Mapa da produção agrícola – Feijão total (primeira, segunda e terceira safras) - caupi	21
Figura 3 - Média da Condutividade Elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{l}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) dos lotes de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>).....	32
Figura 4 - Desdobramento da interação entre lotes e tempo de tratamento na dose de 0 de FMT001 para umidade do envelhecimento de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	36
Figura 5 - Desdobramento da interação entre os lotes e tempo de tratamento na dose de 100 ml de FMT001 para umidade do envelhecimento de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	37
Figura 6 - Desdobramento da interação entre os lotes e tempo de tratamento na dose de 200 ml de FMT001 para umidade do envelhecimento de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	38
Figura 7 - Desdobramento da interação entre os lotes e tempo de tratamento na dose de 400 ml de FMT001 para umidade do envelhecimento de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	39
Figura 8 - Desdobramento das interações entre doses de FMT001 e lotes, com semeadura imediatamente ao tratamento para umidade do envelhecimento de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	40
Figura 9 - Desdobramento das interações entre doses de FMT001 e lotes, com semeadura após um dia ao tratamento para umidade do envelhecimento de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	41
Figura 10 - Desdobramento das interações entre doses de FMT001 e lotes, com semeadura após dois dias ao tratamento para umidade do envelhecimento de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	42
Figura 11 - Desdobramento das interações entre doses de FMT001 e lotes, com semeadura após três dias ao tratamento para umidade do envelhecimento de feijão-caupi (<i>Vigna</i>	

<i>unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	43
Figura 12 - Desdobramento das interações entre doses de FMT001 e lotes, com semeadura após quatro dias ao tratamento para umidade do envelhecimento de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	44
Figura 13 - Desdobramento da interação entre os lotes e tempo de tratamento na dose de 0 de FMT001 para germinação de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	46
Figura 14 - Desdobramento da interação entre os lotes e tempo de tratamento na dose de 160 de FMT001 para germinação de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	47
Figura 15 - Desdobramento da interação entre os lotes e tempo de tratamento na dose de 320 de FMT001 para germinação de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	48
Figura 16 - Desdobramento da interação entre os lotes e tempo de tratamento na dose de 640 de FMT001 para germinação de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	49
Figura 17 - Desdobramento das interações entre doses de FMT001 e lotes, com semeadura imediatamente ao tratamento para germinação de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	50
Figura 18 - Desdobramento das interações entre doses de FMT001 e lotes, com semeadura após um dia ao tratamento das sementes para germinação de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	51
Figura 19 - Desdobramento das interações entre doses de FMT001 e lotes, com semeadura, após dois dias ao tratamento para germinação de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	52
Figura 20 - Desdobramento das interações entre doses de FMT001 e lotes, com semeadura, após três dias ao tratamento para germinação de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	53
Figura 21 - Desdobramento das interações entre doses de FMT001 e lotes, com semeadura, após quatro dias ao tratamento para germinação de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	54

Figura 22 - Desdobramento da interação entre os lotes e tempo de tratamento na dose de 0 de FMT001 para comprimento de raiz de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	56
Figura 23 - Desdobramento da interação entre os lotes e tempo de tratamento na dose de 100 de FMT001 para comprimento de raiz de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	57
Figura 24 - Desdobramento da interação entre os lotes e tempo de tratamento na dose de 200 ml de FMT001 para comprimento de raiz de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	58
Figura 25 - Desdobramento da interação entre os lotes e tempo de tratamento na dose de 400 ml de FMT001 para comprimento de raiz de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	59
Figura 26 - Desdobramento das interações entre doses de FMT001 e lotes, com semeadura imediatamente ao tratamento para comprimento de raiz de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	60
Figura 27 - Desdobramento das interações entre doses de FMT001 e lotes, com semeadura após um dia ao tratamento para comprimento de raiz de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	61
Figura 28 - Desdobramento das interações entre doses de FMT001 e lotes, com semeadura após dois dias ao tratamento para comprimento de raiz de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	62
Figura 29 - Desdobramento das interações entre doses de FMT001 e lotes, com semeadura, após três dias ao tratamento para comprimento de raiz de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	63
Figura 30 - Desdobramento das interações entre doses de FMT001 e lotes, com semeadura, após quatro dias ao tratamento para comprimento de raiz de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	64
Figura 31 - Desdobramento da interação entre os lotes e tempo de tratamento na dose de 0 de FMT001 para comprimento de plântulas de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	66
Figura 32 - Desdobramento da interação entre os lotes e tempo de tratamento na dose de 100 ml de FMT001 para comprimento de plântulas de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	67

Figura 33 - Desdobramento da interação entre os lotes e tempo de tratamento na dose de 200 ml de FMT001 para comprimento de plântulas de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	68
Figura 34 - Desdobramento da interação entre os lotes e tempo de tratamento na dose de 400 ml de FMT001 para comprimento de plântulas de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	69
Figura 35 - Desdobramento das interações entre doses de FMT001 e lotes, com semeadura imediatamente ao tratamento para comprimento de plântulas de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	70
Figura 36 - Desdobramento das interações entre doses de FMT001 e lotes, com semeadura, após um dia ao tratamento para comprimento de plântulas de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	71
Figura 37 - Desdobramento das interações entre doses de FMT001 e lotes, com semeadura, após dois dias ao tratamento para comprimento de plântulas de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	72
Figura 38 - Desdobramento das interações entre doses de FMT001 e lotes, com semeadura após três dias ao tratamento para comprimento de plântulas de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	73
Figura 39 - Desdobramento das interações entre doses de FMT001 e lotes, com semeadura, após quatro dias ao tratamento para comprimento de plântulas de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	74
Figura 40 - Desdobramento da interação entre os lotes e tempo de tratamento na dose de 0 de FMT001 para teste frio de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	76
Figura 41 - Desdobramento da interação entre os lotes e tempo de tratamento na dose de 100 ml de FMT001 para teste frio de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	77
Figura 42 - Desdobramento da interação entre os lotes e tempo de tratamento na dose de 200 ml de FMT001 para teste frio de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	78

Figura 43 - Desdobramento da interação entre os lotes e tempo de tratamento na dose de 400 ml de FMT001 para teste frio de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	79
Figura 44 - Desdobramento das interações entre doses de FMT001 e lotes, com semeadura imediatamente ao tratamento para o teste frio de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	80
Figura 45 - Desdobramento das interações entre doses de FMT001 e lotes, com semeadura após um dia ao tratamento para o teste frio de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	81
Figura 46 - Desdobramento das interações entre doses de FMT001 e lotes, com semeadura após dois dias ao tratamento para o teste frio de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	82
Figura 47 - Desdobramento das interações entre doses de FMT001 e lotes, com semeadura, após três dias ao tratamento para o teste frio de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	83
Figura 48 - Desdobramento das interações entre doses de FMT001 e lotes, com semeadura após quatro dias ao tratamento para o teste frio de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	84
Figura 49 - Desdobramento da interação entre os lotes e tempo de tratamento na dose de 0 de FMT001 para teste envelhecimento acelerado de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	85
Figura 50 - Desdobramento da interação entre os lotes e tempo de tratamento na dose de 100 ml de FMT001 para teste envelhecimento acelerado de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	86
Figura 51 - Desdobramento da interação entre os lotes e tempo de tratamento na dose de 200 ml de FMT001 para teste envelhecimento acelerado de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	87
Figura 52 - Desdobramento da interação entre os lotes e tempo de tratamento na dose de 400 ml de FMT001 para teste envelhecimento acelerado de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	88
Figura 53 - Desdobramento das interações entre doses de FMT001 e lotes, com semeadura imediatamente ao tratamento para envelhecimento de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	89

Figura 54 - Desdobramento das interações entre doses de FMT001 e lotes, com semeadura após um dia ao tratamento para envelhecimento de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	90
Figura 55 - Desdobramento das interações entre doses de FMT001 e lotes, com semeadura após dois dias ao tratamento para envelhecimento de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	91
Figura 56 - Desdobramento das interações entre doses de FMT001 e lotes, com semeadura após três dias ao tratamento para envelhecimento de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	92
Figura 57 - Desdobramento das interações entre doses de FMT001 e lotes, com semeadura após quatro dias ao tratamento para envelhecimento de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico e químico	93
Figura 58 - Comprimento de vagem de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico (<i>Bacillus subtilis</i>) e químico (Vitavax-Thiram® 200 SC) em vasos	95
Figura 59 - Peso de grãos por planta de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico (<i>Bacillus subtilis</i>) e químico (Vitavax-Thiram® 200 SC) em vasos	96
Figura 60 - Massa de 100 grãos de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico (<i>Bacillus subtilis</i>) e químico (Vitavax-Thiram® 200 SC) em vasos	97
Figura 61 - Emergência de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) submetidos a tratamentos biológico (<i>Bacillus subtilis</i>) e químico (Vitavax-Thiram® 200 SC) em vasos	97

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição sucinta dos estádios do ciclo biológico da cultura do feijoeiro comum	18
Tabela 2 - Análise química do solo, antes da instalação do experimento, Ilha Solteira - SP, 2017	29
Tabela 3 - Resumo da análise de variância para germinação (Ger), teste frio (Fri), envelhecimento acelerado (Env), umidade do envelhecimento (Umi. Env.), comprimento de raiz (Comp. raiz) e comprimento de plântula (Comp. Plan) de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i> ; lotes 1, 2, 3 e 4) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> ; lote 5) submetidos a tratamentos biológico (<i>Bacillus subtilis</i>) e químico (Vitavax-Thiram® 200 SC).....	33
Tabela 4 - Valores médios dos contrastes obtidos para germinação (Ger), teste frio (Fri), envelhecimento acelerado (Env), umidade do envelhecimento (Umi. Env.), comprimento de raiz (Comp. raiz) e comprimento de plântula (Comp. Plan) de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i> ; lotes 1, 2, 3 e 4) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> ; lote 5) submetidos a tratamentos biológico (<i>Bacillus subtilis</i>) e químico (Vitavax-Thiram® 200 SC).....	34
Tabela 5 - Resumo da análise de variância para comprimento de vagens (Comp.V), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP), peso de grãos por planta (PGP), massa de 100 (M100), altura de planta (AP), umidade (U) e emergência (EM) de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i> ; lotes 1, 2, 3 e 4) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> ; lote 5), safra 2015/2016, submetidos a tratamentos biológico (<i>Bacillus subtilis</i>) e químico (VitavaxThiram® 200 SC) em vasos	94
Tabela 6 - Valores médios obtidos para comprimento de vagens (Comp.V), peso de grãos por planta (PGP), massa de 100 (M100) e emergência (EM) de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i> ; lotes 1, 2, 3 e 4) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> ; lote 5), safra 2015/2016 em vasos.....	98
Tabela 7 - Valores médios dos contrastes obtidos para comprimento de vagens (Comp.V), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP), peso de grãos por planta (PGP), massa de 100 grãos (M100), altura de planta (AP), umidade (U) e emergência (EM) de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i> ; lotes 1, 2, 3 e 4) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> ; lote 5), safra 2015/2016 submetidos a tratamentos biológico (<i>Bacillus subtilis</i>) e químico (VitavaxThiram® 200 SC) em vasos	99
Tabela 8 - Desdobramento da interação das doses de FMT001 e os lotes de sementes para o número de vagens por planta (NVP) de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i> ; lotes 1, 2, 3 e 4) e	

feijão comum (*Phaseolus vulgaris* ; lote 5), safra 2015/2016 submetidos a tratamentos biológico (*Bacillus subtilis*)..... 100

Tabela 9 - Desdobramento da interação das doses de FMT001 e os Lotes de sementes para o número de grãos por planta (NGP) de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*; lotes 1, 2, 3 e 4) e feijão comum (*Phaseolus vulgaris*; lote 5), safra 2015/2016 submetidos a tratamentos biológico (*Bacillus subtilis*)..... 101

Tabela 10 - Desdobramento da interação das doses de FMT001 e os lotes de sementes para a altura de planta (AP) de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*; lotes 1, 2, 3 e 4) e feijão comum (*Phaseolus vulgaris*; lote 5), safra 2015/2016 submetidos a tratamentos biológico (*Bacillus subtilis*) 102

Tabela 11 - Desdobramento da interação das doses de FMT001 e os Lotes de sementes para umidade (U) de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*; lotes 1, 2, 3 e 4) e feijão comum (*Phaseolus vulgaris*; lote 5), safra 2015/2016 submetidos a tratamentos biológico (*Bacillus subtilis*).... 102

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1	A CULTURA DO FEIJOEIRO.....	18
2.2	IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA DO FEIJOEIRO	19
2.3	FEIJÃO-CAUPI	20
2.4	TRATAMENTO DE SEMENTES	22
2.5	INFLUÊNCIA DAS BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO EM PLANTA	23
2.6	SERENADE®.....	24
2.7	VITAVAX-THIRAM® 200 SC	24
2.8	VIGOR DAS SEMENTES	25
3	MATERIAL E MÉTODOS	26
4	RESULTADOS e DISCUSSÃO	31
5	CONCLUSÕES	104
	REFERÊNCIAS	105

1 INTRODUÇÃO

O tratamento químico de sementes com vários princípios ativos é uma prática tradicional na agricultura, que visa o controle de agentes fitopatogênicos presentes nas sementes e no solo. Porém, alternativas como tratamento físico, principalmente em sementes de hortaliças e tratamento biológico na agricultura orgânica têm mostrado resultados muito promissores no desempenho das sementes e desenvolvimento das plântulas (MACHADO *et al.*, 2006).

No tratamento biológico, o uso de rizobactérias tem se mostrado uma alternativa interessante. As Rizobactérias Promotoras do Crescimento de Plantas (RPCPs) são bactérias que habitam o solo e com frequência são isoladas da rizosfera de diversas plantas cultivadas, podendo-se destacar os gêneros mais estudados: *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Azospirillum*, *Rhizobium*, *Serratia* e *Azotobacter* (ZAADY *et al.*, 1993; RODRÍGUEZ; FRAGA, 1999; ARAÚJO, 2008).

O uso de RPCPs vem sendo uma das estratégias mais importantes na atualidade, tanto para diminuir os custos quanto para melhorar os rendimentos da produção agrícola, proporcionando ao produtor máximo retorno econômico (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006; VIEIRA JÚNIOR *et al.*, 2013).

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é uma leguminosa também conhecida como feijão macassar, feijão-de-corda, fradinho ou feijão-verde. Constitui-se na principal cultura de subsistência do Semiárido brasileiro, sendo uma das alternativas de alimento para a população de baixa renda da região nordeste do Brasil (FREIRE FILHO *et al.*, 2005), e ainda uma das principais culturas alimentares do oeste da África (ONWULIRI; OBU, 2002).

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) leguminosa que também pertence à família Fabaceae, considerado importante alimento na dieta humana, oferecendo benefícios a saúde humana, uma vez que apresenta elevados teores de proteínas, minerais, carboidratos, vitaminas e fibras. Além disso, o seu cultivo ganha importância como fonte geradora de emprego e renda (FROTA *et al.*, 2008; SILVA *et al.*, 2006; COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO- CONAB, 2015).

Assim, as sementes tratadas quimicamente, física ou biologicamente apresentam um período pós-tratamento onde a efetividade do tratamento ou algum dano à sua qualidade pode ocorrer. O período pós-tratamento das sementes pode ser crítico em termos de efetividade dos produtos ou de algum dano que possa ser causado à semente caso haja uma grande demora em se fazer a semeadura, fato este verificado para alguns produtos químicos (DAN *et al.*, 2010).

No entanto, para produtos biológicos existem poucas informações a respeito, considerando que muitas situações impedem que a semeadura possa ser realizada imediatamente após o tratamento das sementes, ou que em um programa de semeadura as sementes possam ser tratadas antecipadamente. O objetivo desse trabalho foi avaliar a ação de dois produtos biológicos comerciais FMT001 e Serenade®, à base de *Bacillus subtilis*, e um produto químico Vitavax Thiram® 200 SC, aplicados via tratamento de sementes, como promotores de crescimento de plantas e protetores das sementes, visando verificar o desempenho germinativo das sementes e os efeitos da inoculação de doses sob diferentes espaços de tempo de exposição aos tratamentos, em caupi e em feijoeiro comum.

5 CONCLUSÕES

Os testes de vigor utilizados conseguiram detectar os efeitos dos tratamentos no desempenho das sementes.

Os tratamentos adicionais, químico e biológico, particularmente o químico, de modo geral, se mostra superior aos tratamentos com *Bacillus subtilis*, embora o lote 5 (tratado com *Bacillus subtilis*) em algumas situações foi superior ao tratamento químico, sendo ainda este superior ao tratamento biológico adicional, indicando que as respostas são dependentes do produto.

O *Bacillus subtilis* com o aumento das doses (limitado pelo tempo, lotes e o efeito quadrático das doses), mostrou resultados positivos para os testes de condutividade, umidade de envelhecimento, germinação, comprimento de raiz e plântula, teste frio e teste de envelhecimento, indicando que não prejudica o desempenho das sementes

A aplicação de *Bacillus subtilis* promoveu incrementos significativos para números de vagens por planta e número de grãos por planta.

O tratamento químico proporcionou aumento no número de vagem por planta e na emergência de plântulas.

A aplicação do *Bacillus subtilis* promoveu aumento no número de vagens por planta, porém, a dose ótima variou com o lote na espécie *Vigna unguiculata*, e para o *Phaseolus vulgaris*. a dose ótima foi de 400ml/50 kg⁻¹ de sementes, independentemente do tempo de tratamento antes da semeadura.

REFERÊNCIAS

- AIDAR, H. **Cultivo do feijoeiro comum**: características da cultura. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/CultivodoFeijoeiro/index.htm>. Acesso em: 16 set. 2018.
- ANDRADE JÚNIOR, A. S.; SANTOS, A. A.; SOBRINHO, C. A.; BASTOS, E. A.; MELO, F. B.; VIANA, F. M. P.; Cultivo do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). Teresina: Embrapa Meio-Norte, Embrapa Meio-Norte. 2002. 108 p. Sistemas de produção, 2. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/80707/1/sistemaproducao-2.PDF>. Acesso em: 09 abr. 2019.
- ANDRADE, R. R.; LIMA, N. R. S.; MENDONÇA, M. da C. Análise da qualidade fisiológica e sanitária das sementes de gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud.). **Cadernos de Graduação**, Aracaju, v.1, n.17, p.135-146, 2013.
- ARAUJO, A. S. F. de; CARNEIRO, R. F. V.; BEZERRA, A. A. C.; ARAUJO, F. F. Coinoculação rizóbio e *Bacillus subtilis* em feijão-caupi e leucina: efeito sobre a nodulação, a fixação de N₂ e o crescimento de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 1, p. 182-185, 2009.
- ARAUJO, F. F. Inoculação de sementes com *Bacillus subtilis*, formulado com farinha de ostra e desenvolvimento de milho, soja e algodão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 456-462, 2008.
- ARAUJO, F. F.; GUABERTO, L. M.; SILVA, I. F. Bioprospecção de rizobactérias promotoras de crescimento em *Brachiaria brizantha*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 41, n. 3, p. 521-527, 2012.
- ARAÚJO, F. F.; HUNGRIA, M. Nodulação e rendimento de soja co-infectada com *Bacillus subtilis* e *Bradyrhizobium japonicum*/*Bradyrhizobium elkanii*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, n. 9 p. 1633-1643, 1999.
- ARAÚJO, J. P. P. de; RIOS, G. P.; WATT, E. E.; NEVES, B. P. das; FAGERIA, N. K.; OLIVEIRA, I. P. de; GUIMARÃES, C. M.; SILVEIRA FILHO, A. **Cultura do caupi, vigna unguiculata (L.) walp**: descrição e recomendações técnicas de cultivo. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1984. 82 p.
- ARAÚJO, M. G. P.; LEITÃO, A. M.; MENDONÇA, M. S. Morfologia do fruto e da semente de Inajá. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 22, n. 2, p. 31-38, 2000
- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS– AOSA. **Seed vigor testing handbook**. Wageningen: AOSA, 1983. 88 p. (Handbook on seed testing. Contribution, 32).
- BARROS, A. S. R.; DIAS, M. C. L. L.; CÍCERO, S. M.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de frio. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (ed.). **Vigor de sementes**: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. p. 5.1-5.15.

BARROSO, J. T. C.; FARIAS, J. E. C.; SOUZA, R. F. de; FREITAS JUNIOR, S. de PAIVA; COSTA, M. G. de S. Germinação e vigor de sementes crioulas de feijão-caupi. **Agrarian Academy**, Goiânia, v. 5, n. 9, p. 487-498, 2018.

BERTOLIN, D. C.; de SÁ, M. E.; MOREIRA, E. R. Parâmetros do teste de envelhecimento acelerado para determinação do vigor de sementes de feijão. **Revista de Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 104-112, 2011.

BINOTTI, F. F. S.; HAGA, K. I.; CARDOSO, E. D.; ALVES, C. Z.; DE SÁ M. E.; ARF O. Efeito do período de envelhecimento acelerado no teste de condutividade elétrica e na qualidade fisiológica de sementes de feijão. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 2, p. 247-254, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/asagr/v30n2/a14v30n2.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2019.

BRACCINI, A. L.; DAN, L. G. M.; PICCININ, G. G.; KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇANETO, B.; HENNING, A. A.; Uso de diferentes volumes de calda no tratamento de sementes de soja e seu efeito no potencial fisiológico durante o armazenamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 7., 2015, Florianópolis. **Anais [...]**. Londrina: Embrapa Soja, 2015. 3 p. CD-ROM.

BRAGANTINI, C. **Alguns aspectos do armazenamento de sementes e grãos de feijão**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. 28 p. Documentos, 187. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/194008/1/doc187.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2019.

BRANDÃO, J. F. C.; BRANDÃO, I. J. Efeitos da rizobacterização na germinação de sementes e no crescimento de mudas de espécie nativa. In: SEMINÁRIO CIENTÍFICO-FACIG, 2.; JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA- FACIG, 1., 2016, Faculdade de Igarassu. **Anais [...]**. Igarassu: [s.n.], 2016. p. 1-5.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente- MMA. **O bioma cerrado**. Brasília, DF: MMA, 2015. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>. Acesso em: 8 mar. 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. 395 p.

CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W. (ed.) **Métodos alternativos de controle fitossanitário**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. p. 79-96.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.

CHANWAY, C. P.; HYNES, R. K.; NELSON, L. M. Plant growth-promoting rhizobacteria: Effects on growth and nitrogen fixation of lentil (*Lens esculenta* moench) and pea (*Pisum sativum* L.). **Soil Biology and Biochemistry**, Kidlington, v. 21, n. 4, p. 511-517, 1989.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO- Conab. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: safra 2015/16 sexto levantamento**. Brasília, DF: Conab, 2016. p. 1-118.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO- Conab. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**: safra 2014/2015 n.8 - oitavo levantamento maio/2015. Brasília, DF: Conab, 2015. V. 2, p. 1-118..

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO- Conab. **Observatório agrícola acompanhamento da safra brasileira de grãos**: safra 2017/18 - décimo segundo levantamento. Brasília, DF: Conab, 2018. V. 12, p. 1-148.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO- Conab. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**: safra 2016/17- n. 6 - sexto levantamento março 2017. Brasília, DF: Conab, 2017. v. 4, p. 1-176. 2017.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO- Conab. **Acompanhamento de safra brasileira**: grãos, quarto levantamento, janeiro 2010. /Brasília, DF: Conab, 2010. 39 p.

CORRÊA, P. C.; AFONSO. JÚNIOR, P. C. Uso do teste de condutividade elétrica na avaliação dos danos provocados por diferentes taxas de secagem em sementes de feijão **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 1, n. 1, p. 21-26, 1999.

CORRÊA, B. O.; MOURA, A. B.; DENARDIN, N. D'.; SOARES, V. N.; SCHÄFER, J. T.; LUDWIG, J. Influência da Microbiolização de Sementes de Feijão Sobre a Transmissão de *Colletotrichum lindemuthianum* (Saac e Magn.) **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, n. 2, p. 156-163, 2008.

DAN, L. G. M.; DAN, H. A.; BARROSO, A. L. L.; BRACCINI, A. L. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticidas sob efeito do armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 2 p. 131-139, 2010.

DEBOUCK, D. Systematics and morphology. In: SCHOONHOVEN, A. van; VOYSESR, O. (ed.). **Common beans**: research for crop improvement. Cali: CAB International - CIAT,1993. p. 55-118.

DOURADO, W. S.; BELO, A. P.; MATOSO, A. O.; SILVA, H. D.; SILVA, G. D.; SOUZA, E. R.; SOUZA, E. R. B. de. Envelhecimento acelerado com soluções salinas para avaliação do vigor de sementes de feijão caupi. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 9, n. 17, p. 1274-1284, 2013. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2013b/CIENCIAS%20AGRARIAS/envelhecimento.pdf> Acesso em: 09 abr. 2019.

DUTRA, A. S.; FILHO, S. M.; TEÓFILO, E. M. Condutividade elétrica em sementes de feijão caupi. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 37, n. 2, p. 166-170, 2006. Disponível em: <https://www.cnpaf.embrapa.br> . Acesso em: 16 jul. 2018.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. (org.). **Feijão irrigado**: tecnologia e produção. Piracicaba: Universidade de São Paulo- USP, 2005. V. 1, 174 p.

FERNANDES, F.; GEPTS, P.; LOPES, M. **Etapas olesanollo de la planta de frijol** (*Phaseolus vulgaris* L.) Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1986. 34 p.

- FERREIRA, C. M.; DEL PELOSO, M. J.; DE FARIA, L. C. **Cultivo do feijoeiro comum**. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2003. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/Cultivodofejoeiro/mercado.htm>. Acesso em: 16 nov. 2018.
- FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, Q. R.; ROCHA, M. M.; SILVA, K. J. D.; NOGUEIRA, M. S. R.; RODRIGUES, E. V. **Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011. 84 p.
- FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; BARRETO, P. D.; SANTOS, C. A. A. Melhoramento genético. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. de A.; RIBEIRO, V. Q. (ed.). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2005. p. 29-92.
- FERREIRA, A. G. **Caracterização morfológica, citogenética e palinologia de genótipos de feijão-vagem *Phaseolus vulgaris* L. (Fabaceae)**. 2008. 60 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008. Disponível em: <http://www.fcav.unesp.br/download/pgtrabs/gmp/m/3470.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2019.
- FROTA, K. M. G.; MENDONÇA, S.; SALDIVA, P. H. N.; CRUZ, R. J.; ARÊAS, J. A. G. Cholesterol-lowering properties of whole cowpea seed and its protein isolate in hamsters. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 73, n. 9, p. H235-H240, 2008.
- GONÇALVES, S. L.; WREGE, M. S.; CARAMORI, P. H.; MARIOT, E. J.; ABUCARUB NETO, M. Probabilidade de ocorrência de temperaturas superiores a 30°C no florescimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L), cultivado na safra das águas no Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, n. 1, p. 99-107, 1997.
- HALMER, P.; BEWLEY, J. D. A physiological perspective on seed vigour testing. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 12, n.2, p. 561-575, 1984.
- HAMPTON, J. G.; TEKRONY, D. M. **Handbook of vigour test methods**. Zurich: ISTA, 1995. 117 p.
- HENNING, A. A.; CATTELAN, A. J.; KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; COSTA, N. P. **Tratamento e inoculação de sementes de soja**. Londrina: Embrapa-CNPSO, 1994. 6 p. (Comunicado Técnico, 54).
- HENNING, A. A. **Patologia e tratamento de sementes: noções gerais**. Londrina: Embrapa-CNPSO, 2005. 52 p.
- HENNING, A. A.; FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; LORINI, I. **Importância do tratamento de sementes de soja com fungicidas na safra 2010/2011, ano de La Niña**. Londrina: Empresa brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Soja, 2010. V. 20, p. 55-61. (Circular Técnica, 82). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/23533/1/CT-82.indd.pdf>. Acesso em: 6 set. 2017.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION- ISTA. **Handbook of vigour test methods**. Switzerland: Zurich, 1981. 72 p.

KROLOW, R. H.; MISTURA, C.; COELHO, R. W.; SIEWERDT, L.; ZONTA, E. P.; Efeito do fósforo e do potássio sobre desenvolvimento e a nodulação de três leguminosas anuais de estação fria. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 2224-2230, 2004.

KUPPER, K. C.; GIMENES-FERNANDES, N.; GOES, A. de. Controle biológico de *Colletotrichum acutatum*, agente causal da queda prematura dos frutos cítricos. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 28, n. 3, p. 251-257, 2003.

KUSDRAS, J. F. Nodulação do feijoeiro e fixação biológica do nitrogênio em resposta à microbiolização das sementes e à aplicação de micronutrientes. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 4, n. 1, p. 81-96, 2003.

LANNA FILHO, R.; FERRO, H. M.; PINHO, R. C. de. Controle biológico mediado por *Bacillus subtilis*. **Revista Trópica**, Lavras, v. 4, n. 2, p. 12-20, 2010.

LAZZARETI, E.; BETTIOL, W. Tratamento de sementes de arroz, trigo, feijão e soja com um produto formulado a base de células e de metabólitos de *Bacillus subtilis*. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 54, n. 1-2, p. 89-96, 1997.

LEELASUPHAKUL, W. et al. Growth inhibitory properties of *Bacillus subtilis* strains and their metabolites against the green mold pathogen (*Penicillium digitatum* Sacc.) of citrus fruit: Postharvest. **Biology and Technology**, Amsterdam, v. 48, n. 1, p. 113-121, 2008.

LIMA, F. F. **Bacillus subtilis e níveis de nitrogênio sobre o desenvolvimento e a produtividade do milho**. 2010. 54 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2010. Disponível em: http://ufpi.br/arquivos_download/arquivos/ppga/files/dissertacao%20ferreira.pdf. Acesso em: 09 abr. 2019.

LIMA, F. F.; NUNES, L. A. P. L.; MARCIA, V. B.; FIGUEIREDO, M. V. B.; ARAÚJO, F. F.; LUCIANO, M.; LIMA, L. M.; ARAÚJO, A. S. F. *Bacillus subtilis* e adubação nitrogenada na produtividade do milho. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 6, n. 4, p. 658-661, 2011.

MAIA, L. G. S.; SILVA, C. A.; RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B. Variabilidade genética associada à germinação e vigor de sementes de linhagens de feijoeiro comum. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 2, p. 361-367, 2011.

MACHADO, J. C.; WAQUIF, J. M.; SANTOS, J. P. J. W.; REICHENBACH, J. W. Tratamento de sementes no controle de fitopatógenos e pragas. Sementes: inovações tecnológicas no cenário nacional. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 232, p. 76-87, maio/jun. 2006.

MACHADO, J. C. **Patologia de sementes: fundamentos e aplicações**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 1988. 107 p.

MANJULA, K.; PODILE, A. R. Increase in seedling emergence and dry weight of pigeon pea in the field with chitin-supplemented formulations of *Bacillus subtilis* AF 1. **World Journal of Microbiology & Biotechnology**, Dordrecht, v. 21, n. 6-7, p. 1057–1062, 2005.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 1.1-1.2.

MARCOS FILHO, J. Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 72, n. 4, p. 363-374, 2015.

MARÉCHAL, R.; MASCHERPA, J. M.; STAINIER, F. Étude taxonomique d'un groupe complexe d'espèces de genres *Phaseolus* et *Vigna* (Papilionaceae) sur la base de données morphologiques et polliniques, traitées par l'analyse informatique. **Boissiera**, Geneve, v. 28, n. 2, p. 1-273, 1978.

MARRONI, I. V.; MOURA, A. B.; UENO, B. Chemical and biological treatments of castor bean seeds: effects on germination, emergence and associated microorganisms. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 34, n. 1, p. 273, 2012.

MARRONI, I. V. Efeito dos tratamentos químico e biológico de sementes de mamona sobre a germinação, emergência e produção de massa seca. In: SIMPÓSIO ESTADUAL DE AGROENERGIA, 1., 2007, Pelotas. **Anais [...]**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. CD-ROM.

MELO, I. S. de. Agentes microbianos de controle de fungos fitopatogênicos. In: MELO, I. S. de; AZEVEDO, J. L. (ed.). **Controle biológico**. Jaguariúna: Embrapa CNPMA, 1998. p. 17-67.

MERTZ, L. M.; HENNING, F. A.; ZIMMER, P. D. Bioprotetores e fungicidas no tratamento de sementes de soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 1, p. 13-18, 2009.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2. ed. Lavras: Ed. da UFLA, 2006. 729 p.

MAZZUCHELLI, R. C. L. ; SOSSAI, B. F.; ARAUJO, F. F. Inoculação de *Bacillus subtilis* E *Azospirillum brasilense* na cultura do milho. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, v. 10, n. 2, p.40-47, jul-dez. 2014. DOI: 10.5747/ca.2014.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das Plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. F. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. v. 2, p. 1-24.

ONGENA, M.; DUBY, F.; JOURDAN, E.; BEAUDRY, T.; JADIN, V.; DOMMES, J.; THONART, P. *Bacillus subtilis* M4 decreases plant susceptibility towards fungal pathogens by increasing host resistance associated with differential gene expression. **Applied Microbiology and Biotechnology**, Heidelberg, v. 67, n. 5, p. 692-698, 2005.

ONWULIRI, A. V.; OBU, A. J. Lipids and other constituents of *Vigna unguiculata* and *Phaseolus vulgaris* grown in northern Nigéria. **Food Chemistry**, Oxford, v. 78, n. 1, p. 1-7, 2002.

PADULOSI, S.; NG, N. Q. Origin taxonomy, and morphology of *Vigna unguiculata* (L.) Walp. In: SINGH, B. B.; MOHAN RAJ, D. R.; DASHIELL, K. E.; JACKAI, L. E. N. (ed.). **Advances in cowpea research**. Ibadan: International Institute of Tropical Agriculture; Tsukuba: Japan International Research Center for Agricultural Sciences, 1997. p. 1-12.

PAULA JUNIOR, T. J. de; VIEIRA, R. F.; CHAGAS, J. M.; CARNEIRO, J. E. de S.; ARAÚJO, G. A. de A.; VENZON, M.; RAMALHO, M. A. P.; ABREU, Â. de F. B.; ANDRADE, M. J. de B. Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). In: PAULA JÚNIOR, T. J. de; VERZON, M. (coord.). **101 culturas**: manual de tecnologias agrícolas. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007. p. 331-342.

PENHA FILHO, N. da; SOUSA, L. L.; SANTOS, T. M. dos; RODRIGUES, W. Á. D.; CAMARA, F. T. da; Estudo sobre a produtividade de feijão caupi “verde” consorciado com milho em função da colheita parcelada das vagens. **Agrarian Academy**, Goiânia, v. 4, n. 7, p. 246-254, 2017.

PERSELLO-CARTIEAUX, F.; NUSSAUME, L.; ROBAGLIA, C. Tales from the underground: Molecular plant-rhizobacteria interactions. **Plant Cell and Environment**, Chichester, v. 26, p.186–199, 2003.

PESKE, S. T.; LUCCA FILHO, O. A.; BARROS, A. C. S. A. Produção de sementes. In: PESKE, S. T. **Sementes**: fundamentos científicos e tecnológicos. 2 ed. Pelotas: Ed. Universitária/ UFPel, 2006. p.12-93.

RAGAZZO-SÁNCHEZ, J. A.; ROBLES-CABRERA, A.; LOMELÍ-GONZÁLEZ, L.; LUNASOLANO, G.; CALDERÓN-SANTOYO, M. Selección de cepas de *Bacillus* spp. productoras de antibióticos aisladas de frutos tropicales. **Revista Chapingo. Serie Horticultura**, Chapingo, v. 17, p. 5–11, 2011.

RODO, A. B.; PANOBIANCO, M.; MARCOS FILHO, J. Metodologia alternativa do teste de envelhecimento acelerado para sementes de cenoura. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 2, p. 289-292, 2000.

RODRÍGUEZ, H.; FRAGA, R. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. **Biotechnology Advances**, New York, v. 17, p. 319-339, 1999.

ROHRIG, B.; ZABOT, G. F.; MÁRQUEZ, L. A. Y.; BRUNETTO, A. E.; FIALHO, G. S. Efeito da microbiolização de sementes salvas na germinação e sanidade de feijão. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 21, ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 17, ENCONTRO DE INICIAÇÃO À DOCÊNCIA, 7, Universidade do Vale do Paraíba. **Anais [...]. [S.l]: [s.n.], 2017. p. 1-6.**

Disponível em:

http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2017/anais/arquivos/RE_0866_0505_01.pdf. Acesso em: 09 abr. 2019.

SAHARAN, B. S. Plant growth promoting rhizobacteria: a critical review. **Life Sciences and Medicine Research**. 2011. 30 p. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/4bd8/7791af3a7e8cb1cd165e22bd6b67b47c7aca.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2019.

RIBEIRO, N. D.; DOMINGUES, L. S.; ZEMOLIN A. E. M. Avaliação dos componentes da produtividade de grãos em feijão de grãos especiais. **Científica**, Jaboticabal, v. 42, n. 2, p. 178–186, 2014. Disponível em: <http://www.cientifica.org.br/index.php/cientifica/article/viewFile/503/318>. Acesso em: 09 abr. 2019.

SANTOS, I. B. dos; SILVA, F. G. da; VIANA, J. S.; SANTOS, C. G. G. dos; SILVA, J. A. T. da; SOBRAL, J. K. Desenvolvimento inicial de plântulas de feijão caupi: inoculação bacteriana x adubação mineral (NPK). **Ciência & Tecnologia**, Jaboticabal, v. 8, p.1-13, 2016. Disponível em: <http://www.citec.fatecjab.edu.br/index.php/files/article/view/684/pdf>. Acesso em: 09 abr. 2019.

SANTOS, A.; CECCON, G.; CORREA, A. M.; DURANTE, L., G., Y.; REGIS, J., A., V., B.; Análise genética e de desempenho de genótipos de feijão-caupi cultivados na transição do cerrado-pantanal. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 5, n. 4, p. 87-102, 2012.

SANTOS, J. B.; GAVILANES, M. L. Botânica. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. (ed.). **Feijão**. 2. ed. Viçosa: Ed. Da Universidade Federal de Viçosa, 2006. p. 41-65.

SELLSCHOP, J. P. F. Cowpeas. *Vigna unguiculata* (L.) Walp. **Field Crop Abstract**, Wallingford, v. 15, n. 4, p. 259-266, 1962.

SILVA JUNIOR, E. B.; RUMJANEK, N. G.; JARDIM, E. R.; LINHARES, R. A.; XAVIER, G. R. Adoção da tecnologia de inoculação do feijão-caupi por agricultores familiares do estado do rio de janeiro através de metodologia participativa. **Revista Expressa Extensão/ UFPel**, Pelotas, v. 14, p.104-109, 2009.

SILVA, V. N.; SILVA, L. E. S. F.; FIGUEIREDO, M. V. B. Coinoculação de sementes de caupi com *Bradyrhizobium* e *Paenibacillus* e sua eficiência na absorção de cálcio, ferro e fósforo pelas plantas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 36, p. 95-99, 2006.

SMARTT, J. **Grain legumes: evolution and genetic resources**. Cambridge: Cambridge University Press, 1990. 333 p.

TEKRONY, D. M. Accelerated ageing test. In: VAN DE VENTER, H. A. **Seed vigour testing seminar**. Copenhagen: ISTA, 1995. p. 53-72.

TORRES, S. B.; da SILVA, F. G.; GOMES, M. D. de A.; BENEDITO, C. P.; PEREIRA, F. E. C. B.; da SILVA, E. C. Diferenciação de lotes de quiabo pelo teste de envelhecimento acelerado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 12, p. 2103-2110, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cr/v44n12/0103-8478-cr-44-12-02103.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2019.

TRENTIN, D.; BRANDLER, D.; WEBBER, S.; SCARIOT, M. A.; MILANESI, P. M. Sanidade, germinação e vigor de sementes de feijão crioulo submetida a tratamento químico e biológico. **Agrarian Academic Journal**, Imperatriz, v. 1, n. 3, p.16-25, 2018.

TSAVKELOVA, E. A.; KLIMOVA, S. Y.; CHERDYNTSEVA, T. A.; NETRUSOV, A. I. Microbial producers of plant growth stimulators and their practical use: a review. **Applied Biochemistry and Microbiology**, Moscow, v. 42, p. 117–126, 2006.

VERDCOURT, B. Studies in the leguminosae: papilionoideae for the 'Flora of tropical East Africa'. **Kew Bulletin**, London, v. 24, p. 507-569, 1970.

VIEIRA JÚNIOR, J. R. **Rizobactérias como agentes de controle biológico e promotores de crescimento de plantas**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2013. 15 p.

VIEIRA, R. D.; KRYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates. Cap.4, p. 4.1-4.26, 1999.

ZAADY, E.; PEREVOLOTSKY, A.; OKON, Y. Promotion of plant growth by inoculum with aggregated and single cell suspensions *Azospirillum brasilense* Cd. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 25, p. 819-823, 1993.