



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Ilha Solteira

MATHEUS ELACHE ROSA

Engenheiro Agrônomo Me.

**EFEITO DA ADUBAÇÃO VERDE E DOSES DE ESTIMULANTES EM
PLANTIO DIRETO: NO DESENVOLVIMENTO, PRODUTIVIDADE E
QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS SEMENTES DE FEIJÃO NO
CERRADO SUL-MATO-GROSSENSE**

ILHA SOLTEIRA

2018

MATHEUS ELACHE ROSA

**EFEITO DA ADUBAÇÃO VERDE E DOSES DE ESTIMULANTES EM
PLANTIO DIRETO: NO DESENVOLVIMENTO, PRODUTIVIDADE E
QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS SEMENTES DE FEIJÃO NO
CERRADO SUL-MATO-GROSSENSE**

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

Prof. Dr. Marco Eustáquio de Sá
Orientador

Prof^a. Dr^a. Glaucia Amorim Faria
Co-orientadora

ILHA SOLTEIRA

2018

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

R788e Rosa, Matheus Elache.
Efeito da adubação verde e doses de estimulantes em plantio direto: no desenvolvimento, produtividade e qualidade fisiológica das sementes de feijão no cerrado Sul-Mato-Grossense / Matheus Elache Rosa. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2018
98 f. : il.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Especialidade: Sistemas de Produção, 2018

Orientador: Marco Eustáquio de Sá
Co-orientador: Glaucia Amorim Faria
Inclui bibliografia

1. Phaseolus vulgaris L. 2. Produção de sementes. 3. Plantas de cobertura. 4. Vigor de sementes. 5. Bioestimulante.

Raiane da Silva Santos
Raiane da Silva Santos

Supervisora Técnica de Seção
Seção Técnica de Referência, Atendimento ao usuário e Documentação
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação
CRB/S - 9999

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

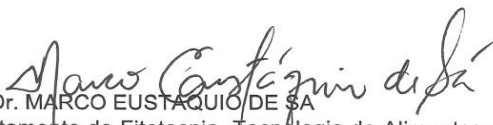
TÍTULO DA TESE: EFEITO DA ADUBAÇÃO VERDE E DOSES DE ESTIMULANTES EM PLANTIO DIRETO, NO DESENVOLVIMENTO PRODUTIVIDADE E QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS SEMENTES DE FEIJÃO NO CERRADO SUL-MATO-GROSSENSE

AUTOR: MATHEUS ELACHE ROSA

ORIENTADOR: MARCO EUSTAQUIO DE SA

COORIENTADORA: GLAUCIA AMORIM FARIA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor 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. ALCEBIADES RIBEIRO CAMPOS
Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira


Prof. Dr. ENES FURLANI JUNIOR
Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira


PROFESSOR ADJUNTO MARCO ANTONIO CAMILLO DE CARVALHO
Departamento de Agronomia / UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO


Prof. Dr. JEFFERSON ANTHONY GABRIEL DE OLIVEIRA
Agronomia / Faculdades Integradas de Três Lagoas - AEMS

Ilha Solteira, 11 de janeiro de 2018



DEDICO

Aos meus pais, José Sergio Rosa e Patrícia Silva Y Antuña Elache, e meus irmãos Lucas Elache Rosa e Marcos Elache Rosa.

Por fazerem parte da minha vida, estarem ao meu lado em todos os momentos em que precisei, incentivando e apoiando minha formação acadêmica e pessoal.

Aos meus avós,

Ada Silva Y Antuña Elache

Abrahão Elache “*in memorian*”

Amália Balsi Rosa “*in memorian*”

Bruno Rosa “*in memorian*”



Pelos bons momentos que fazem falta, e pelas lembranças que ficaram marcadas.





OFEREÇO

Carla Regina Pinotti

Amiga

De longa data, de épocas de carona, de conversa no Orkut, Msn, troca de mensagens via celular.

Namorada

Para vida toda, inteligente, divertida, sorridente, contente, carinhosa, linda, elegante, as vezes me enlouquece, mas sempre me faz bem.

Companheira

Para todo momento, bom ou ruim. De muitos passeios, viagens, saídas para comer, e claro de muitos jogos do Palmeiras ao meu lado.

Parceira

De aula, estudo, campo, laboratório, filmes, pipoca, cinema, Netflix.

Confidente

Me escuta, aconselha, guarda segredos, me conhece.

Tem deixado meus dias mais felizes desde o dia em que a conheci.

2008...



AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador e amigo Prof. Dr. Marco Eustáquio de Sá, que me acolheu e dedicou tempo e conhecimento para suprimir minhas dúvidas e permitir alcançar o conhecimento necessário nessa etapa tão importante da minha formação acadêmica.

Ao Prof. Dr. Alcebíades Ribeiro Campos, que desde o mestrado esteve presente, me ajudando tanto na forma de transmissão de conhecimento como no auxílio em experimentos e projetos de pesquisa. Foi um orientador e pai para mim.

À minha co-orientadora Prof. Dra. Glaucia Amorim Faria, me passou conhecimentos e foi muito importante no momento mais crucial dessa etapa. Porque sem estatística o trabalho não tem discussão.

A minha segunda família, Pinotti e companhia. Por todo apoio, respeito e tudo o que fazem por mim.

Aos amigos Danilo Moretto, Diego Paterlini, Paulo Gattaz, Bruno Fernandes e Bruno Souza pela parceira, amizade, bons momentos e ótimas recordações.

Aos amigos Cleiton Hererra Rover, Hellen Wilson e Danilo Ferezin pelas ajudas em campo.

Aos professores que contribuíram para a minha formação intelectual.

Aos funcionários Baiano, César, Juliano, Alexandre, Jau, Polaco, Tião, Alvino e Jair, da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão – FEPE que colaboraram com o desenvolvimento e condução dos meus experimentos.

Aos técnicos Selma Maria Buzetti Moraes e Alexandre Marques da Silva por toda ajuda nos testes e nas análises laboratoriais.

Ao diretor técnico da biblioteca João Josué Barbosa e a supervisora técnica Raiane da Silva Santos pelos cuidados e ensinamentos das normas para elaboração da tese.

Aos professores que compuseram minhas bancas de qualificação (Suzana Lúcia Proença e Pablo Forlan Vargas) e defesa (Jefferson Anthony Gabriel de Oliveira, Enes Furlani Junior e Marco Antonio Camillo de Carvalho) ajudando com sugestões construtivas.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho –FE/UNESP - Campus de Ilha Solteira e o Programa de Pós-Graduação em Agronomia, por ter me concedido essa oportunidade.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), pela bolsa de estudo concedida.

Enfim, a todos que contribuíram de alguma forma para realização desse sonho.

Muito obrigado!!!

“Há um lugar onde os pássaros têm escamas, e onde eu também posso voar”

(PS – E.T.D.A)

RESUMO

Conhecendo as condições climáticas da região, fazendo a escolha correta das espécies de plantas de cobertura e do sistema de cultivo, pode-se melhorar a qualidade do solo e favorecer a cultura sucessora. O objetivo nesse trabalho foi avaliar o efeito da adubação verde e doses de estimulantes em plantio direto, no desenvolvimento, produtividade e qualidade fisiológica das sementes do feijão cultivar BRS Estilo, no cerrado Sul-Mato-Grossense. Foram preparados dois experimentos distintos, o primeiro com o estimulante GeoRaiz Gram e o segundo com o estimulante *Bacillus subtilis*, no delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 4, quatro doses: 0, 200, 400 e 600mL 50kg⁻¹ sementes dos estimulantes e quatro espécies de plantas de cobertura: *Crotalaria spectabilis*, *Pennisetum glaucum*, *Crotalaria juncea* e *Urochloa ruziziensis*. Os experimentos foram conduzidos na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Universidade Estadual Paulista FE/UNESP, localizada em Selvíria-MS, no ano agrícola de 2016. As espécies de gramíneas e leguminosas foram semeadas no dia 18 de março no sentido oposto aquele determinado para a semeadura direta do feijão, realizada em 01 de junho, aos 72 dias, 8 dias após a dessecação da palhada das plantas de cobertura, visando a população de 333.333 plantas ha⁻¹. Os parâmetros avaliados foram: massa verde; massa seca das plantas e determinação do teor de macronutrientes, micronutrientes e proteína bruta da massa seca das culturas de cobertura; quantidade de carbono; relação C/N; no feijoeiro, estande inicial; teor de clorofila das folhas; comprimento da raiz principal; componentes de produção: número de vagens por planta, número de sementes por vagem, número de sementes por planta, massa de 100 sementes, massa da palha, relação grão/palha, teor de nutrientes das sementes e produtividade; estande final; qualidade fisiológica de sementes: teste de germinação, primeira contagem, segunda contagem, matéria seca, índice de velocidade de germinação, comprimento da parte hipocótilo e raiz, teste de condutividade elétrica, teste de envelhecimento acelerado, teste de frio e teor de água dos grãos. Com base nos resultados, verificou-se que as plantas de cobertura *Crotalaria juncea* e *Pennisetum glaucum* proporcionaram maior volume de massa seca e elevado aporte de nutrientes para o cultivo de feijoeiro, em sistema de plantio direto. A inoculação das sementes de feijão com os estimulantes GeoRaiz Gram e *Bacillus subtilis* não proporcionaram ganho em produtividade do feijoeiro. As sementes produzidas apresentaram alta qualidade fisiológica, com excelente capacidade germinativa e alto vigor, indicando que os tratamentos favoreceram ao feijoeiro a condição de produção de sementes de alta qualidade.

Palavras-Chave: *Phaseolus vulgaris* L. Produção de sementes. Plantas de cobertura. Vigor de sementes. Bioestimulante.

ABSTRACT

Knowing the climatic conditions of the region, making the correct choice of cover crop species and the cultivation system, can improve the quality of the soil and favor the successor crop. The objective of this study was to evaluate the effect of green manuring and stimulant doses in no-tillage, in the development, productivity and physiological quality of the BRS Estilo common bean seeds in the cerrado Sul-Mato-Grossense. Two distinct experiments were prepared, the first with the GeoRaiz Gram stimulant and the second with the stimulant *Bacillus subtilis*, in a randomized block design in a factorial 4 x 4, four doses: 0, 200, 400 and 600ml 50kg⁻¹ seeds of the stimulants and four species of cover plants: *Crotalaria spectabilis*, *Pennisetum glaucum*, *Crotalaria juncea* and *Urochloa ruziziensis*. The experiments were conducted at the Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão of the São Paulo State University FE/UNESP, located in Selvíria-MS, in the grown season of 2016. The species of grasses and legumes were sown on March 18 in the opposite direction to that determined for direct sowing of the bean, held on June 1, at 72 days, 8 days after the desiccation of the straw from the cover crops, targeting the population of 333.333 plants ha⁻¹. The evaluated parameters were: green mass; dry mass of plants and determination of the macronutrient, micronutrient and crude protein content of the dry mass of cover crops; amount of carbon; C/N ratio; in the bean plant, initial stand; chlorophyll content of leaves; length of the main root; production components: number of grain beans per plant, number of seeds per pods beans, number of seeds per plant, mass of 100 seeds, straw mass, grain/straw ratio, seed nutrient content and yield; final stand; physiological seed quality: germination test, first count, second count, dry matter, speed germination index, length of the hypocotyl and root part, electrical conductivity test, accelerated aging test, cold test and water content of the grains. Based on the results, it was verified that the cover plants *Crotalaria juncea* and *Pennisetum glaucum* provided higher volume of dry mass and high nutrient intake for bean cultivation, in no-tillage system. The inoculation of the common bean seeds with the GeoRaiz Gram and *Bacillus subtilis* stimulants did not provide gain in bean productivity. The seeds produced presented high physiological quality, with excellent germinative capacity and high vigor, indicating that the treatments favored the common bean to the condition of producing high quality seeds.

Keywords: *Phaseolus vulgaris* L. Seed yield, Cover plants, Seed vigor, Biostimulant.

LISTA DE FIGURAS

| | Página |
|---|---------------|
| Figura 1 Localização da área experimental dentro da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da FE/UNESP. Selvíria – MS, Brasil, 2016..... | 28 |
| Figura 2 Valores médios de temperatura máxima, temperatura mínima e precipitação no período de 18/03/2016 a 02/09/2016. Selvíria - MS, Brasil, 2016..... | 29 |
| Figura 3 Uniformização da área experimental, visando a semeadura das espécies de gramíneas e leguminosas. Selvíria – MS, Brasil, 2016. | 30 |
| Figura 4 Semeadura das espécies de gramíneas e leguminosas na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da FE/UNESP. Selvíria – MS, Brasil, 2016. | 31 |
| Figura 5 Esquematização da semeadura das espécies de gramíneas e leguminosas, em função da cultura sucessora. Selvíria – MS, Brasil, 2016. | 31 |
| Figura 6 Espécies de plantas de cobertura em desenvolvimento na área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da FE/UNESP. Selvíria – MS, Brasil, 2016. | 32 |
| Figura 7 Esquematização da divisão em faixas da área experimental no momento da semeadura das espécies de gramíneas e leguminosas. Selvíria – MS, Brasil, 2016. | 33 |
| Figura 8 Esquematização da semeadura das espécies de gramíneas e leguminosas dentro de uma faixa da área experimental. Selvíria – MS, Brasil, 2016. | 33 |

| | | |
|------------------|--|----|
| Figura 9 | Esquemática da área experimental na semeadura direta do feijão, cultivar BRS Estilo nos dois experimentos. Selvíria – MS, Brasil, 2016. | 35 |
| Figura 10 | Esquemática de uma parcela experimental e sua área útil. Selvíria – MS, Brasil, 2016. | 35 |
| Figura 11 | Área destinada ao manejo das plantas de feijão, cultivar BRS Estilo, em crescimento na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da FE/UNESP. Selvíria – MS, Brasil, 2016. | 36 |
| Figura 12 | Irrigação das plantas de feijão, cultivar BRS Estilo, em crescimento na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da FE/UNESP. Selvíria – MS, Brasil, 2016. | 36 |
| Figura 13 | Determinação dos teores de macronutrientes, micronutrientes e proteína bruta no Laboratório de Análise de Tecido Vegetal da FE/UNESP. Ilha Solteira - SP, Brasil, 2016. | 38 |
| Figura 14 | Contagem do estande inicial das plantas de feijão na área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da FE/UNESP. Selvíria – MS, Brasil, 2016. | 39 |
| Figura 15 | Medição do índice de clorofila foliar em folíolos de plantas de feijão na área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da FE/UNESP. Selvíria – MS, Brasil, 2016. | 39 |
| Figura 16 | Colheita de plantas de feijão na área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da FE/UNESP. Selvíria – MS, Brasil, 2016. | 40 |
| Figura 17 | Secagem das plantas de feijão a pleno sol na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da FE/UNESP. Selvíria – MS, Brasil, 2016. | 41 |
| Figura 18 | Anotação do lote de sementes com lápis cor roxo em papel germitest no Laboratório de Análise de Sementes da FE/UNESP. Ilha Solteira - SP, Brasil, 2016. | 43 |

| | |
|--|----|
| Figura 19 Distribuição das sementes de feijão e montagem dos rolos do teste de germinação no Laboratório de Análise de Sementes da FE/UNESP. Ilha Solteira - SP, Brasil, 2016. | 43 |
| Figura 20 União de quatro rolos com auxílio de elástico no Laboratório de Análise de Sementes da FE/UNESP. Ilha Solteira - SP, Brasil, 2016. | 44 |
| Figura 21 Abertura dos rolos, contagem e eliminação de plântulas normais germinadas no Laboratório de Análise de Sementes da FE/UNESP. Ilha Solteira - SP, Brasil, 2016. | 45 |
| Figura 22 Preparação para iniciar o teste de condutividade elétrica no Laboratório de Análise de Sementes da FE/UNESP. Ilha Solteira - SP, Brasil, 2016. | 46 |
| Figura 23 Preparação para iniciar o teste de envelhecimento acelerado no Laboratório de Análise de Sementes da FE/UNESP. Ilha Solteira - SP, Brasil, 2016. | 47 |
| Figura 24 Contagem das plântulas emergidas no final do teste de frio no Laboratório de Análise de Sementes da FE/UNESP. Ilha Solteira - SP, Brasil, 2016. | 48 |

LISTA DE TABELAS

Página

| | | |
|-----------------|--|----|
| Tabela 1 | Resultados da análise química do solo, antes da instalação dos experimentos, avaliada na camada de 0 a 0,20m de profundidade. Selvíria – MS, Brasil, 2016. | 30 |
| Tabela 2 | Resumo da análise de variância; valores médios da matéria verde (kg ha ⁻¹), matéria seca (kg ha ⁻¹) por espécie de planta de cobertura, quantidade de carbono (kg ha ⁻¹) e relação carbono/nitrogênio. Selvíria - MS, Brasil, 2016. | 52 |
| Tabela 3 | Resumo da análise de variância; valores médios de macronutrientes (kg ha ⁻¹), micronutrientes (kg ha ⁻¹) e proteína bruta (%) por espécie de planta de cobertura. Selvíria - MS, Brasil, 2016. | 54 |
| Tabela 4 | Resumo da análise de variância; valores médios para estande inicial (plantas m ⁻¹), estande final (plantas m ⁻¹), índice de clorofila foliar e comprimento da raiz principal (cm) por espécie de planta de cobertura e doses do estimulante GeoRaiz Gram em plantas de feijão, cultivar BRS Estilo e regressões. Selvíria - MS, Brasil, 2016. | 56 |
| Tabela 5 | Desdobramento da interação entre espécies de plantas de cobertura e doses do estimulante GeoRaiz Gram para o índice de clorofila foliar de plantas de feijão, cultivar BRS Estilo. Selvíria - MS, Brasil, 2016. | 57 |
| Tabela 6 | Desdobramento da interação entre espécies de plantas de cobertura e doses do estimulante GeoRaiz Gram para o comprimento da raiz principal de plantas de feijão, cultivar BRS Estilo. Selvíria – MS, Brasil, 2016. | 57 |
| Tabela 7 | Resumo da análise de variância; valores médios para macronutrientes (g kg ⁻¹), micronutrientes (mg kg ⁻¹) e proteína bruta (%) por espécie de planta de cobertura e doses do estimulante GeoRaiz Gram, em | |

| | |
|--|----|
| folhas de feijão, cultivar BRS Estilo e regressão. Selvíria – MS, Brasil, 2016..... | 59 |
| Tabela 8 Resumo da análise de variância; valores médios para vagem/planta (und), semente/vagem (und), semente/planta (und), massa de 100 sementes (g), palha (g), grão/palha (und/g) e produtividade (kg ha ⁻¹) por espécie de planta de cobertura e doses do estimulante GeoRaiz Gram em plantas de feijão, cultivar BRS Estilo e regressão. Selvíria – MS, Brasil, 2016. | 62 |
| Tabela 9 Resumo da análise de variância; valores médios para macronutrientes (g kg ⁻¹), micronutrientes (mg kg ⁻¹) e proteína bruta (%) por espécie de planta de cobertura e doses do estimulante GeoRaiz Gram em grãos de feijão, cultivar BRS Estilo e regressões. Selvíria – MS, Brasil, 2016..... | 64 |
| Tabela 10 Resumo da análise de variância; valores médios para os testes de 1 ^a contagem (%), 2 ^a contagem (%), índice de velocidade de germinação, teste de germinação (%), matéria seca (g), parte hipocótilo (cm) e parte raiz (cm), por espécie de planta de cobertura e doses do estimulante GeoRaiz Gram em plantas de feijão, cultivar BRS Estilo e regressões. Selvíria – MS, Brasil, 2016. | 66 |
| Tabela 11 Resumo da análise de variância; valores médios para condutividade elétrica (us cm ⁻¹ g ⁻¹), envelhecimento acelerado (%), teste de frio (%) e umidade dos grãos (%), por espécie de planta de cobertura e doses do estimulante GeoRaiz Gram em plantas de feijão, cultivar BRS Estilo. Selvíria – MS, Brasil, 2016. | 68 |
| Tabela 12 Resumo da análise de variância; valores médios para estande inicial (plantas m ⁻¹), estande final (plantas m ⁻¹), índice de clorofila foliar e comprimento da raiz principal (cm) por espécie de planta de cobertura e doses do estimulante a base de <i>Bacillus subtilis</i> , em plantas de feijão, cultivar BRS Estilo e regressão. Selvíria – MS, Brasil, 2016..... | 70 |

- Tabela 13** Resumo da análise de variância; valores médios para macronutrientes (g kg^{-1}), micronutrientes (mg kg^{-1}) e proteína bruta (%) por espécie de planta de cobertura e doses do estimulante a base de *Bacillus subtilis*, em folhas de feijão, cultivar BRS Estilo e regressões. Selvíria – MS, Brasil, 2016.72
- Tabela 14** Resumo da análise de variância; valores médios para vagem/planta (und), semente/vagem (und), semente/planta (und), massa de 100 grãos (g), palha (g), grão/palha (und/g) e produtividade (kg ha^{-1}), por espécie de planta de cobertura e doses do estimulante a base de *Bacillus subtilis*, em plantas de feijão, cultivar BRS Estilo. Selvíria – MS, Brasil, 2016.75
- Tabela 15** Resumo da análise de variância; valores médios para macronutrientes (g kg^{-1}), micronutrientes (mg kg^{-1}) e proteína bruta (%) por espécie de planta de cobertura e doses do estimulante a base de *Bacillus subtilis*, em grãos de feijão, cultivar BRS Estilo e regressões. Selvíria – MS, Brasil, 2016.77
- Tabela 16** Resumo da análise de variância; valores médios para os testes de 1ª contagem (%), 2ª contagem (%), índice de velocidade de germinação, teste de germinação (%), matéria seca (g), parte hipocótilo (cm) e parte raiz (cm), por espécie de planta de cobertura e doses do estimulante a base de *Bacillus subtilis*, em plantas de feijão, cultivar BRS Estilo e regressões. Selvíria – MS, Brasil, 2016.79
- Tabela 17** Resumo da análise de variância; valores médios para condutividade elétrica ($\text{us cm}^{-1} \text{g}^{-1}$), envelhecimento acelerado (%), teste de frio (%) e umidade dos grãos (%), por espécie de planta de cobertura e doses do estimulante a base de *Bacillus subtilis*, em plantas de feijão, cultivar BRS Estilo. Selvíria – MS, Brasil, 2016.81

SUMÁRIO

| | Página |
|--|---------------|
| 1 INTRODUÇÃO | 17 |
| 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 19 |
| 2.1 CULTURA DO FEIJOEIRO | 19 |
| 2.2 SISTEMA DE PLANTIO DIRETO | 20 |
| 2.3 ADUBAÇÃO VERDE E PLANTAS DE COBERTURA | 21 |
| 2.4 TRATAMENTO E INOCULAÇÃO DE SEMENTES | 25 |
| 2.5 QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS SEMENTES | 27 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS | 28 |
| 3.1 ÁREA EXPERIMENTAL | 28 |
| 3.2 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DOS EXPERIMENTOS | 29 |
| 3.3 PARÂMETROS AVALIADOS | 37 |
| 3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS | 49 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 50 |
| 5 CONCLUSÕES..... | 82 |
| REFERÊNCIAS | 83 |

1 INTRODUÇÃO

O feijão comum, *Phaseolus vulgaris* L., pode ser cultivado nas mais diversas condições climáticas ao longo do ano (LOPEZ et al., 2013), é altamente nutritivo, e possui proteínas, fibras, carboidratos, vitaminas e nutrientes, fortalecendo a segurança alimentar e nutricional dos consumidores de diferentes classes sociais (SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO - SEAB, 2016), por ser elemento central do tradicional prato brasileiro, arroz e feijão. No Brasil o consumo per capita de feijão nas últimas décadas superou a marca de 17 kg por habitante ao ano (SILVA; WANDER, 2015).

A produção mundial de feijão, na safra de 2013/2014, foi de 23,1 milhões de toneladas, enquanto no Brasil a produção foi de 2,8 milhões de toneladas (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2015), ocupando terceiro lugar, com 11,7% da produção, integrando, ao lado da Índia, Mianmar, Estados Unidos, México, Tanzânia e China, os 7 países maiores produtores, com cerca de 64% da produção mundial (SEAB, 2016). Em crescente expansão e visando os mercados nacional e internacional, estima-se que atualmente a produção brasileira de feijão safra (2016/2017) seja de aproximadamente 3,4 milhões de toneladas, para uma área cultivada de 3,2 milhões de hectares, com produtividade média de 1069 kg ha⁻¹. No Brasil destacam-se os estados do Paraná, Minas Gerais, Mato Grosso, Goiás, Bahia e São Paulo como os maiores produtores (CONAB, 2017b).

Nos últimos anos muitos cultivares foram lançados com excelente potencial produtivo e mais adaptados aos diferentes climas e sistemas de cultivo (PEREIRA, 2016), entre eles o BRS Estilo (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2010a). Aliado aos novos cultivares, os sistemas de preparo de solo e o uso de plantas de cobertura têm influência direta na estrutura do solo (OLIVEIRA, 2016b). O sistema de plantio direto tem como base a redução do uso de máquinas, o não revolvimento do solo e uso de plantas de cobertura como adubos verdes, que eleva a biodiversidade e melhora o fluxo de nutrientes e matéria orgânica, nutrindo a cultura sucessora e evitando erosões (SILVA et al., 2017).

A adubação verde complementa o plantio direto (CORRÊA et al., 2014), com o objetivo de manter o solo coberto (BORGHI et al., 2013) e favorecer os aspectos físicos, químicos e biológicos do solo (PIRES et al., 2015). No entanto, deve-se conhecer as espécies de planta de cobertura, se gramínea ou leguminosa, pois a produção de palhada está sujeita às condições edafoclimáticas. No cerrado, a umidade associada a alta temperatura, em boa parte do ano, é

um problema, pois causa rápida decomposição da fitomassa depositada sobre o solo (OLIVEIRA; CARVALHO; MORAES, 2002).

Frente a boa relação entre plantio direto e adubação verde, para obtenção da elevada produtividade, é fundamental, que além do manejo eficiente exigido pela cultura, a aquisição de sementes de boa procedência, com alto potencial germinativo e alto vigor, para uma rápida emergência e uniformidade no crescimento de plantas (FERRAIRO et al., 2016). Para auxiliar a emergência e o desenvolvimento inicial das plantas, torna-se importante o uso de estimulantes no momento da semeadura, os quais podem fortalecer e contribuir para formação de plantas vigorosas e com menor suscetibilidade a pragas e doenças (BINSFELD et al., 2014).

Assim, o objetivo neste trabalho foi avaliar o efeito da adubação verde e doses de estimulantes em plantio direto: no desenvolvimento, produtividade e qualidade fisiológica das sementes do feijão, cultivar BRS Estilo, no cerrado Sul-Mato-Grossense.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CULTURA DO FEIJOEIRO

O feijoeiro comum, *Phaseolus vulgaris* L., originário das regiões mesoamericanas é uma leguminosa que pode se desenvolver em diferentes condições climáticas ao longo do ano (LOPEZ et al., 2013), o que permitiu seu uso na agricultura pelos seres humanos há muitos anos, com finalidade de alimentação humana e animal (ARIAS, 2016).

O feijão é considerado uma das principais fontes de proteínas para a população mundial (CONAB, 2017a), além de ser fonte de fibras, carboidratos, vitaminas e micronutrientes (CENTRO INTERNACIONAL PARA AGRICULTURA TROPICAL - CIAT, 2015). Para a população brasileira, o feijão representa importante fonte nutricional na dieta alimentar, principalmente para as pessoas de baixa renda (MARTINS, 2016). Apesar desses benefícios, o consumo de feijão vem sendo reduzido nos últimos anos (CONAB, 2017a), devido, principalmente, as mudanças nos hábitos alimentares e a preferência por produtos de preparo rápido (OLIVEIRA, 2016a).

A produção brasileira de feijão da safra 2016/17 foi estimada em 3,4 milhões de toneladas para uma área colhida de 3,2 milhões de hectares (CONAB, 2017b). O Brasil se posiciona em terceiro lugar e faz parte dos sete principais produtores de feijão do mundo, que juntos detêm cerca de 64% da produção mundial, ficando atrás da Índia e Myanmar e a frente de Estados Unidos, México, Tanzânia e China (SEAB, 2016).

O Brasil é um dos maiores produtores e consumidores de feijão comum do mundo, mesmo assim possui uma produtividade média relativamente baixa (PEREIRA, 2016), possivelmente pelo grande número de pequenos produtores e trabalhadores rurais, ainda, envolvidos na sua produção (MARTINS, 2016). Essa alegação torna-se mais evidente quando se compara a área plantada de 1,63 milhões de hectares, produtividade de 442 kg ha⁻¹ e produção total de 720 mil de toneladas, na região norte/nordeste, relativamente a 1,45 milhões de hectares, 1769 kg ha⁻¹ e 2,6 milhões de toneladas na região Centro-Sul (CONAB, 2017a).

Parâmetros envolvendo aumento da produtividade da cultura, cultivares mais produtivos e estratégias relativas a redução de custos de produção são alvos de pesquisas (GONZAGA, 2014), de forma a incorporar novas tecnologias aos sistemas de produção de feijoeiro no Brasil (NAKAO, 2015).

O feijão é semeado em três épocas, safras, ao longo do ano e em diferentes regiões do país, com características edafoclimáticas definidas, como: 1ª safra ou “safra das águas”, onde a

semeadura geralmente é realizada no período de agosto a outubro; 2ª safra ou “safra da seca” semeada entre os meses de janeiro e abril; e 3ª safra, conhecida como safra de “outono-inverno”, com semeadura feita a partir do mês de maio (SOUZA, 2016). A 3ª safra é totalmente dependente de irrigação (ALMEIDA; MELO; PORTES, 2016), feita na maioria dos casos, por aspersão. O uso de adubos e defensivos adequados, sementes de boa qualidade e manejo correto da irrigação, pode proporcionar aumento no rendimento do feijoeiro em relação à média nacional (ROSSI, 2011).

O consumidor brasileiro é regionalmente exigente quanto à cor, ao tipo e a qualidade culinária do feijão (CARGNIN; ALBRECHT, 2010). O feijão do grupo comercial carioca é o mais produzido no país, com estimativa de 64% do total, distribuído uniformemente entre as 3 safras (CONAB, 2017b). O cultivar BRS Estilo de feijoeiro-comum e grãos tipo carioca é indicado para cultivo em treze estados, localizados nas regiões brasileiras, Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e Norte. Esse cultivar possui arquitetura ereta, alto potencial produtivo, 4.000 kg ha⁻¹, grãos claros, apresenta tolerância ao acamamento e resistência à antracnose (MELO et al., 2011).

2.2 SISTEMA DE PLANTIO DIRETO

A produtividade da cultura é reflexo do manejo do solo, assim, quanto melhor for trabalhado, melhor serão as expectativas de boa produção. O manejo tradicional do solo consiste na movimentação das camadas superficiais, com o objetivo de incorporar corretivos, fertilizantes e aumentar os espaços porosos (KAPPES, 2012).

O uso indiscriminado de implementos para o revolvimento do solo pode levar à compactação causando modificações na estrutura e infiltração de água no solo, podendo ocasionar escoamento superficial, erosão e a redução da produtividade do feijoeiro. Assim, para se atingir alta produtividade, por longo tempo, com maior rentabilidade agrícola, o manejo adequado dos solos é de suma importância (CORSINI; CASSIOLATO, 2015), para manter equilibrado os atributos físicos, químicos e biológicos (PEREIRA, 2016).

Com o objetivo de suprir a alta demanda de alimentos e manter a estabilidade do solo, eis que surge o sistema de plantio direto, caracterizado pela produção agrícola com aumento da eficiência energética e menor agressão ao ambiente, melhorando a manutenção de resíduos orgânicos no solo, proporcionando uma maior proteção à superfície do solo contra efeitos dos raios solares, chuva, escoamento superficial da água e erosão, sendo considerada uma prática sustentável e eficiente na conservação do solo (SOUZA, 2016).

Para que o revolvimento do solo seja mínimo, um diferencial é a menor interferência de maquinários na área (BRITO, 2016). Esta prática difundiu-se rapidamente em todo território brasileiro, ocupando cerca de 32 milhões de hectares (FEBRPDP, 2015). Atualmente, o Brasil é o líder mundial no uso desse sistema, que ocupa mais da metade da sua área plantada, superando Estados Unidos, Argentina, Austrália e Canadá (CASTILLO, 2016).

No cultivo do feijoeiro, as primeiras pesquisas com esse sistema foram realizadas pelo Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR, onde os resultados obtidos constataram a viabilidade da inclusão desta cultura no sistema de rotação de culturas em plantio direto (BALBINO et al., 1996). Com a demanda de uso e divulgação desse sistema, muitas pesquisas foram desenvolvidas com a cultura do feijão envolvendo sistemas de manejo de solo, especialmente o preparo convencional visando ganho de produtividade com adoção do plantio direto (ARF et al., 2004). O feijão passou, então, a ser uma das principais culturas a adotar o sistema de plantio direto (SPD) na entressafra, no Centro-oeste e Sudeste do Brasil (MINGOTTE et al., 2014).

O sistema de plantio direto, para ser viável, deve ser considerado uma ferramenta importante no manejo do solo. Contudo, depende da proteção e do recobrimento do solo pela palhada de culturas antecessoras (BORGHI et al., 2013), posto que há limitações na produção e manutenção de palhada em regiões mais quentes do país, principalmente no cerrado (OLIVEIRA, 2016b). É importante, portanto, conhecer a espécie vegetal que será utilizada para a produção de massa de matéria seca e a velocidade de decomposição, pois são características que interferem nos atributos químicos (ANDREOTTI et al., 2008), físicos e biológicos do solo.

2.3 ADUBAÇÃO VERDE E PLANTAS DE COBERTURA

A produção de cobertura vegetal está entre os principais elementos do plantio direto, pois tem necessidades específicas para se manter estável. Quando manejando adequadamente as espécies de plantas de cobertura em sistemas de rotação, sucessão ou consorciação, em áreas com culturas comerciais, os atributos químicos, físicos e biológicos do solo tendem a melhorar. A adubação verde é uma prática milenar, utilizada na agricultura para aumento da massa de matéria seca na superfície do solo (BRITO, 2016) e também elevar a produtividade. No Brasil essa prática é conhecida há quase cem anos, com significativos resultados, com retornos econômicos para agricultura e sustentabilidade para o meio ambiente (WUTKE; CALEGARI; WILDNER, 2014).

Os Estados do Brasil, cujos territórios formam o bioma cerrado e entornos, têm como característica “inverno seco”, o qual prejudica o cultivo para formação de coberturas vegetais destinadas a produção de massa seca (SOUSA NETO et al., 2008). Nessas áreas territoriais deve-se utilizar espécies que apresentem rápido desenvolvimento inicial e maior tolerância ao déficit hídrico (CRUZ et al., 2008), e faz-se necessário o uso de irrigação.

Os resíduos das espécies de plantas de cobertura, protegem o solo, promovem a ciclagem e disponibilidade de nutrientes para as culturas sucessoras (MARCELO; CORÁ; FERNANDES, 2012), principalmente de camadas mais profundas, visando a decomposição e a liberação de nutrientes para a cultura comercial (KAPPES, 2012), que na maioria dos sistemas agrícolas, a disponibilidade de nitrogênio, mais do que qualquer outro nutriente, é quase sempre fator limitante, influenciando o crescimento da planta, pois este nutriente está presente na composição das moléculas de clorofila, proteínas, enzimas (OLIVEIRA, 2016a) e outros componentes das células, membranas e diversos fito hormônios (MARTINS, 2016).

O nitrogênio tem importância em todas as fases de crescimento, especialmente nas fases de floração e enchimento de grãos, quando sua demanda é maior, já que há muitos grãos crescendo quase ao mesmo tempo (OLIVEIRA, 2016a), e para garantir sucesso no sistema de produção do feijoeiro, deve-se suprir a demanda do nitrogênio pela cultura que tem sistema radicular curto e é altamente dependente deste elemento (CORSINI; CASSIOLATO, 2015), sabendo-se que a deficiência pode provocar inibição do crescimento das plantas (KERBAUY, 2008).

Além da produção de matéria seca para cobertura e conservação do solo, deve-se escolher espécie de planta de cobertura, de preferência da família Fabaceae, pensando na introdução do nitrogênio no sistema de produção. As plantas de cobertura dessa família apresentam menor relação carbono/ nitrogênio (C/N) devido a sua capacidade de fixação simbiótica do nitrogênio atmosférico, com aumento do teor e disponibilidade de nitrogênio nos solos (LOPES et al., 2004) e absorção pela planta (OHLAND et al., 2005). O nitrogênio residual nas plantas de cobertura permanecerá para as próximas culturas (ALBULQUERQUE et al., 2013), embora estas plantas sofrem decomposição mais rápida (TEIXEIRA et al., 2009), o que não é recomendado para regiões de clima quente.

As gramíneas, por permanecerem mais tempo no solo, devido a sua alta relação C/N, produzem maiores porcentagens de matéria orgânica no solo, comparadas às leguminosas, devido à alta demanda de N pela cultura do feijoeiro-comum, a fixação biológica usada a médio e longo prazo pode refletir na redução de aplicação de nitrogênio mineral (TEIXEIRA et al., 2010). Em sistemas estabelecidos, mesmo que haja ausência de fertilizantes nitrogenados é

possível se obter níveis altos de produtividade, principalmente na cultura do feijoeiro (SORATTO et al., 2013).

O uso de espécie de plantas da família Fabaceae, como planta de cobertura, proporciona um aproveitamento de 40% do N pela próxima cultura. Mas, quando se usa espécie de planta da família Poaceae com elevada relação de C/N, pode ocorrer competição entre a cultura sucessora e os microrganismos decompositores, pelo nitrogênio (AMBROSANO et al., 2009). Assim, a escolha da espécie de planta de cobertura é muito importante de acordo com a finalidade, pois, poderá ter influência sobre os teores de N no solo, podendo promover mudanças na adubação nitrogenada, principalmente para a cultura principal (NOGUEIRA et al., 2011). Se o objetivo é a cobertura do solo, deve-se escolher plantas que possuam maior relação C/N, com decomposição mais lenta, gramíneas, contudo se a finalidade é o fornecimento de nutrientes, em curto espaço de tempo para a cultura sucessora, deve-se escolher plantas com menor relação C/N, leguminosas (TEIXEIRA et al., 2011).

O consórcio de gramíneas e leguminosas representa uma alternativa viável para formação de palhadas com relação C/N intermediária (FARINELLI; LEMOS, 2012), gerando, portanto, benéficos pela redução da imobilização do nitrogênio pelos micro-organismos do solo, promovendo, aumento do teor de nitrogênio do solo, acúmulo de matéria seca, maior eficiência na utilização da água e nutrientes devido as explorações de diferentes profundidades do solo (COLLIER et al., 2011).

A união de gramíneas e leguminosas pode ser estabelecida com semeaduras simultâneas ou com diferença de dias entre as culturas (CECCON; BORGHI; CRUSCIOL, 2013), para nivelar o desenvolvimento e atingir massa de matéria seca em elevada quantidade ao mesmo tempo. A consorciação de *Urochloa brizantha* com *Crotalaria juncea* proporciona grande quantidade de massa de matéria seca e ciclagem de nutrientes para o cultivo de feijoeiro em plantio direto (PEREIRA, 2016). O milho, uma planta de suma importância na agricultura de sequeiro, permitiu a adoção do sistema de plantio direto nos cerrados, porque as palhadas dos restos culturais são normalmente insuficientes para manter a cobertura do solo (KLUTHCOUSKI et al., 2004). Essa espécie de gramínea tem sido utilizada como uma boa alternativa de cultivo no outono/inverno, no Mato Grosso do Sul, fornecendo quantidade razoável de palha para o plantio direto (SOUZA, 2011).

O milho é uma planta anual, de clima tropical, com crescimento ereto e porte alto, apresenta boa produção em condições de seca e solos de baixa a média fertilidade, contudo se desenvolve melhor em locais com boa disponibilidade hídrica (OLIVEIRA, 2016b). Essa gramínea, solteira e em consórcio com leguminosas, pode ser utilizada como plantas de

cobertura do solo para o cultivo do feijoeiro de inverno, como observado por Pedrinho et al. (2013) em área de consórcio *P. glaucum* + *C. juncea*, em experimento com o cultivar IAC Formoso, onde obtiveram a produtividade de 2332 kg ha⁻¹ de sementes.

A utilização de espécies forrageiras do gênero *Urochloa* apresentam grande potencial de produção de palhada de qualidade (GÖRGEN et al., 2009), por possuir relação carbono/nitrogênio adequada, sem prejuízos para a cultura anual (KLUTHCOUSKI et al., 2013). As gramíneas nas condições de cerrado, principalmente deste gênero, são importantes forrageiras de regiões tropicais, se destacando como ótimas opções de plantas de cobertura (NEPOMUCENO et al., 2012). O uso de plantas do gênero *Urochloa* é muito empregado em regiões de cerrado (NEPOMUCENO et al., 2012), devido a sua alta tolerância ao déficit hídrico e elevada produção de massa de matéria seca (CRUSCIOL et al. 2012). O uso do consórcio *U. ruziziensis* + milho contribui para uma maior formação de palhada para a cultura do feijoeiro, superior a 8.000 kg ha⁻¹, com adequado recobrimento da superfície do solo (CARMEIS FILHO et al., 2014).

As crotalárias, plantas da família Fabaceae, têm a *C. juncea* e *C. spectabilis*, como as espécies mais comuns, são plantas anuais, eretas, de crescimento determinado, podendo atingir de 2 a 3 metros de altura, com ampla adaptação às regiões tropicais pelo mundo (KAPPES, 2012) e com sementes de tamanho reduzido em formato de rim (WUTKE; CALEGARI; WILDNER, 2014). São muito bem adaptadas aos solos de textura arenosa e de reduzida fertilidade, mesmo com essas privações, sua produção de massa de matéria verde varia de 21 a 60 t ha⁻¹, proporcionando de 10 a 15 t ha⁻¹ de massa de matéria seca, e um total de 150 a 450 kg ha⁻¹ de N fixado (WUTKE; CALEGARI; WILDNER, 2014).

A leguminosa, *C. juncea*, tem elevado potencial de cultivo tanto nas regiões Sudeste e Centro Oeste, particularmente no cerrado, como melhoradora e recuperadora de solos (SOUZA, 2016). Dentre as leguminosas, as do gênero *Crotalaria* são destaques na utilização de adubo verde, pois são capazes de produzir grandes quantidades de matéria seca para o SPD (KAPPES; ZANCANARO, 2015). Além disso, essa leguminosa tem sido recomendada para controle de nematoides (KAPPES, 2012) por possuírem mecanismos de redução do parasitismo (WANG et al., 2002).

Uma alternância adequada de culturas pode produzir benefícios, como ganho de produtividade, aumento da proteção do solo e maior equilíbrio das características físicas, químicas e biológicas do solo (BARROS, 2016). Com a alternância de defensivos e a escolha da dose adequada, pode ocorrer redução do número de aplicações e maior eficiência no controle de pragas, patógenos (BUNCH, 2012) e plantas daninhas (ROSA, 2016) e por consequência

redução dos custos de controle.

As plantas de cobertura integradas ao plantio direto são eficientes no controle das plantas daninhas, pois a palhada deixada pelas plantas de cobertura, tornam-se uma barreira para o desenvolvimento das espécies infestantes (BRITO, 2016). A palhada forma uma camada protetora sobre o solo, exercendo efeito físico sobre a população de plantas daninhas, principalmente as jovens, atuando sobre a passagem de luz e liberando substâncias alelopáticas (VARGAS; OLIVEIRA, 2005), criando condições indesejáveis para a germinação e o estabelecimento de plantas daninhas e condições favoráveis ao desenvolvimento da cultura (BRITO, 2016).

2.4 TRATAMENTO E INOCULAÇÃO DE SEMENTES

O tratamento de sementes é uma tática de grande importância para a agricultura, pois protege as sementes durante a germinação e o crescimento inicial das plântulas, proporcionando plantas vigorosas e com menor suscetibilidade (BINSFELD et al., 2014).

Os controles dos patógenos de sementes, foliares iniciais e pragas de solo são eficientes, com custo de aplicação muito menor e maior ganho em rendimento (MENTEN; MORAES, 2010), sendo que na ausência desta prática pode ocorrer dano direto a produtividade (FERNANDES, 2010). O tradicional e mais utilizado são os produtos químicos que controlam doenças (PEIXINHO; RIBEIRO; AMORIM, 2017) e pragas com eficácia (CARVALHO, 2017), entretanto o uso contínuo e indiscriminado destes produtos químicos vêm selecionando populações resistente, além de causar problemas ao ser humano (LAURENTIS, 2017) e ao ambiente, com a contaminação das águas subterrâneas, emissões de gases de efeito estufa e acidificação do solo (ZHANG et al., 2015).

Devido à esses problemas e à crescente demanda pela produção de alimentos, torna-se importante a integração de insumos biológicos nos sistemas de produção, visando reduzir a aplicação de defensivos (GUIMARÃES, 2016) para o controle de pragas e doenças nas culturas, com o uso de bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCP) (RAMOS, 2016) pelo método de inoculação de sementes pode ser uma alternativa viável (SCHULTZ et al., 2012), de baixo custo e uma excelente alternativa para o aumento da produtividade (ARAÚJO et al., 2007).

Dentre as bactérias benéficas promotoras do crescimento de plantas (RPCP), as rizobactérias são ótimas opções (OLIVEIRA, 2013). São microrganismos unicelulares,

potencialmente úteis para promover o crescimento radicular e da parte aérea das plantas ou de maneira indireta, como agentes de controle biológico de doenças de plantas, (ANDREOTE; GUMIERE; DURRER, 2014).

As bactérias do gênero *Bacillus* (ROCHA et al., 2016) são utilizadas como inoculantes para culturas de importância agrônômica, como o feijão, pois agem como biofertilizantes, aumentando a disponibilidade de nutrientes e ao mesmo tempo como bioprotetores, bloqueando o ataque de patógenos (AKHTAR et al., 2012). A rizobactéria, *Bacillus subtilis* é uma bactéria gram-positiva, aeróbica, em forma de bastonete, habitante natural do solo, em fontes de água ou associada as plantas, produzindo, substâncias químicas, enzimas e fito-hormônios que beneficiam as plantas e seu crescimento (MARQUES, 2016).

Além do efeito de crescimento, o *B. subtilis*, proporciona proteção gerada por mecanismos de competição entre o patógeno e a bactéria por espaço e nutrientes na planta (HAMMAMI et al., 2009). Os metabólitos produzidos por estirpes do *Bacillus* apresentam efeito antibiótico relacionado com compostos do grupo das iturinas, lipopeptídeos e promoção de crescimento relacionado com a produção de ácido indolacético demonstrando grande potencial para utilização no controle de patógenos e promoção de crescimento de plantas (ARAÚJO, 2008).

O uso de insumo biológico e de fertilizantes minerais são práticas frequentes, pois muitos são os produtos existentes no mercado agrícola para promover a nutrição equilibrada e necessária para o desenvolvimento inicial das plantas. Um desses produtos, conhecido por GeoRaiz Gram, é um misto desenvolvido para o fornecimento de zinco, nitrogênio, manganês e molibdênio às plantas. O alto teor do micronutriente zinco no produto, está diretamente associado a processos metabólicos para produção do hormônio de crescimento. O molibdênio e o manganês ativam enzimas importantes do metabolismo vegetal e do nitrogênio (GEOCLEAN, 2013). As táticas e os produtos utilizados têm funções múltiplas e, portanto, tornam-se alternativas viáveis e de grande importância para a modernização da agricultura no Brasil e no Mundo. Integrado a isso, o uso de sementes de elevada qualidade fisiológica é fundamental para o bom desenvolvimento da cultura em campo e aumento da produtividade.

2.5 QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS SEMENTES

Táticas de manejo e produtos novos estão fortemente integrados a popularização do uso de inoculantes entre os produtores rurais (PEREIRA et al., 2010). Mas para formação de qualquer área agrícola é importante obter sementes com elevado potencial fisiológico, pois a utilização de sementes de baixo potencial de germinação e vigor, originam lavouras com baixa densidade de plantas (MEDEIROS FILHO; TEÓFILO, 2005) e, portanto, com baixa produtividade.

Sementes de boa procedência e com qualidade, são indispensáveis para os produtores (CAMPOS et al., 2016), já que são os insumos de maior importância quando se espera alta produtividade (FRANÇA NETO et al., 2010). Para que estas sejam consideradas de alta qualidade deve conter boas características sanitárias, físicas, genéticas e fisiológicas (CAMPOS et al., 2016), indispensáveis para que as plantas se desenvolvam normalmente e possam produzir com qualidade (ZUCARELI et al., 2015).

A qualidade fisiológica das sementes é determinada pelos testes de germinação e vigor (ARIAS, 2016). A germinação é que permite a emergência das plântulas e é a fase mais crítica para a formação da lavoura; além de ser decisiva é o momento em que os indivíduos são altamente vulneráveis aos estresses ambientais (DUTRA et al., 2016), pois os testes de vigor têm por finalidade diferenciar os níveis de qualidade fisiológica que as sementes possuem, o que é impossível detectar no teste de germinação (MARCOS FILHO, 2005).

Um dos principais atributos da qualidade fisiológica das sementes, o vigor, envolve aspectos como a uniformidade de germinação, crescimento de plântulas, emergência e capacidade das sementes emergirem diante de condições ambientes desfavoráveis, podendo afetar, então, o rendimento das culturas (PANOZZO et al., 2009). É um fator fisiológico que aparece ao se analisar atentamente indivíduos da mesma espécie, com desenvolvimento diferentes, podendo serem caracterizados por alto, baixo, entre outros níveis (ARIAS, 2016). Essas características podem ser determinadas pelo teste de condutividade elétrica, teste de frio, teste de envelhecimento acelerado, entre outros.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA EXPERIMENTAL

Os experimentos de campo foram instalados e realizados na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da FE/UNESP - Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria-MS, cerrado Sul-Mato-Grossense, com coordenadas geográficas 51°24' de longitude Oeste de Greenwich e de 20°20' latitude sul, com altitude de 335 m, no ano agrícola de 2016 (Figura 1). O clima é do tipo Aw, tropical de savana, megatérmico, segundo a classificação de Köeppen, apresentando temperatura média anual de 23,5 °C, precipitação pluvial anual média de 1370 mm e umidade relativa do ar entre 70 e 80%, média anual. O solo do local foi classificado como latossolo vermelho distrófico típico argiloso (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2013).

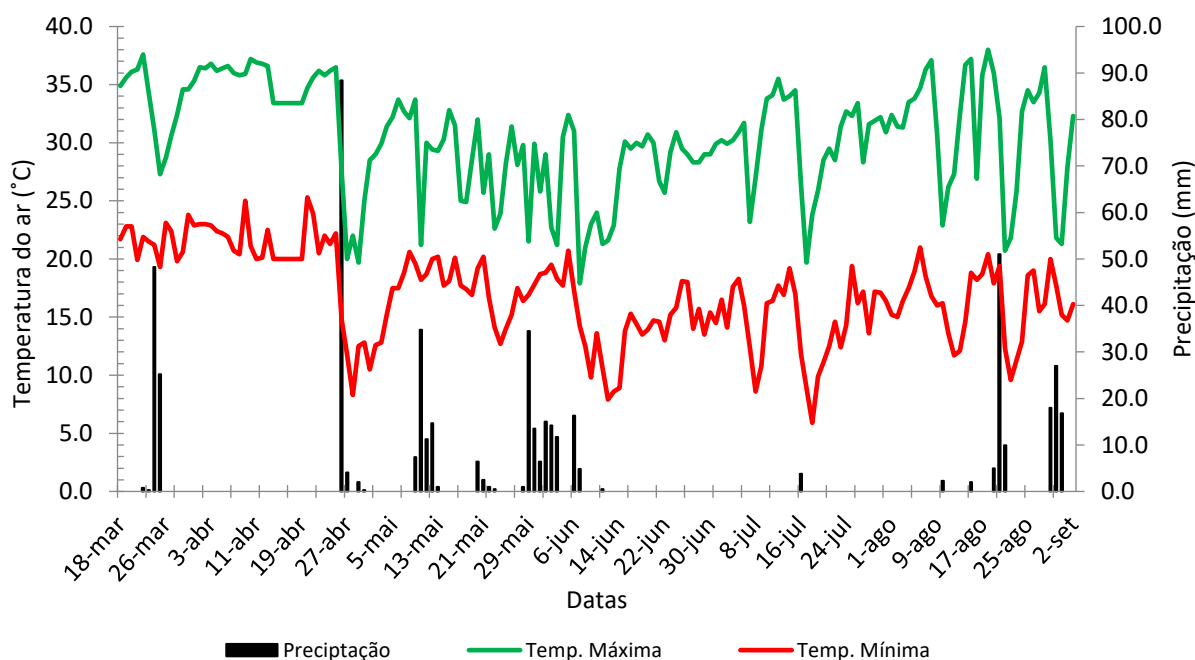
Figura 1 - Localização da área experimental dentro da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da FE/UNESP. Selvíria – MS, Brasil, 2016.



Fonte: Google maps, 2017.

Os dados de temperatura máxima, temperatura mínima e precipitação pluvial durante o desenvolvimento das plantas de cobertura e das plantas do feijão no ano de 2016 estão apresentados na Figura 2. Os experimentos foram conduzidos em duas fases, sendo a primeira com a semeadura, crescimento, dessecação e redução da palhada das espécies de plantas de cobertura no outono, período de 18/03/2016 a 31/05/2016. E a segunda, com semeadura, manejo e colheita do feijoeiro em sistema plantio direto sobre a palhada das espécies de plantas de cobertura no outono-inverno, período de 01/06/2016 a 02/09/2016.

Figura 2 - Valores médios de temperatura máxima, temperatura mínima e precipitação no período de 18/03/2016 a 02/09/2016. Selvíria - MS, Brasil, 2016.



Fonte: Autor.

3.2 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DOS EXPERIMENTOS

3.2.1 Plantas de Cobertura

Antes do preparo do solo foram coletadas amostras de solo da área experimental e enviadas para o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) para se avaliar a fertilidade na profundidade de 0 a 0,20 m para determinação dos atributos químicos do solo (Tabela 1).

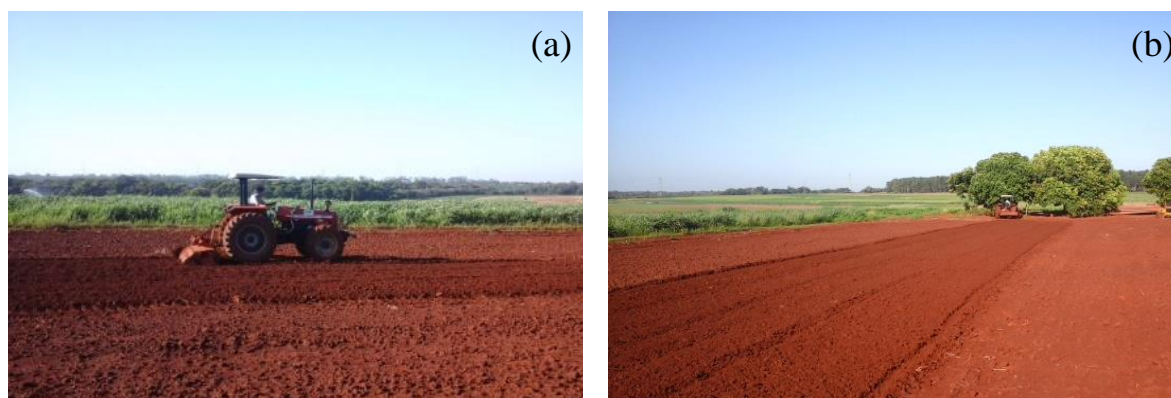
Tabela 1 - Resultados da análise química do solo, antes da instalação dos experimentos, avaliada na camada de 0 a 0,20 m de profundidade. Selvíria – MS, Brasil, 2016.

| Presina | M.O. | pH | K | Ca | Mg | H+Al | Al | SB | CTC | V% |
|--------------------------------|--------------------|-------------------|-----------------------------------|------|----|------|-----|------|------|----|
| mg dm ⁻³ | g dm ⁻³ | CaCl ₂ | -----mmolc dm ⁻³ ----- | | | | | | | |
| 34 | 18 | 5,2 | 2,7 | 14 | 14 | 26 | 1,0 | 30,7 | 56,7 | 54 |
| DTPA | | | | | | | | | | |
| -----mg dm ⁻³ ----- | | | | | | | | | | |
| Cu | Fe | | | Mn | | | Zn | | | |
| 2,7 | 19,0 | | | 12,4 | | | 6,1 | | | |

Fonte: Instituto agrônomo de campinas.

Durante o preparo do solo, para efetuar a semeadura das gramíneas e leguminosas, foram realizadas uma aração e duas gradagens. A segunda gradagem foi feita um dia antes da semeadura, para deixar a área com o mínimo de torrões, o que poderia vir a interferir na germinação das espécies de plantas de cobertura (Figura 3).

Figura 3 – Uniformização da área experimental, visando a semeadura das espécies de gramíneas e leguminosas. Selvíria – MS, Brasil, 2016.



Fonte: Autor.

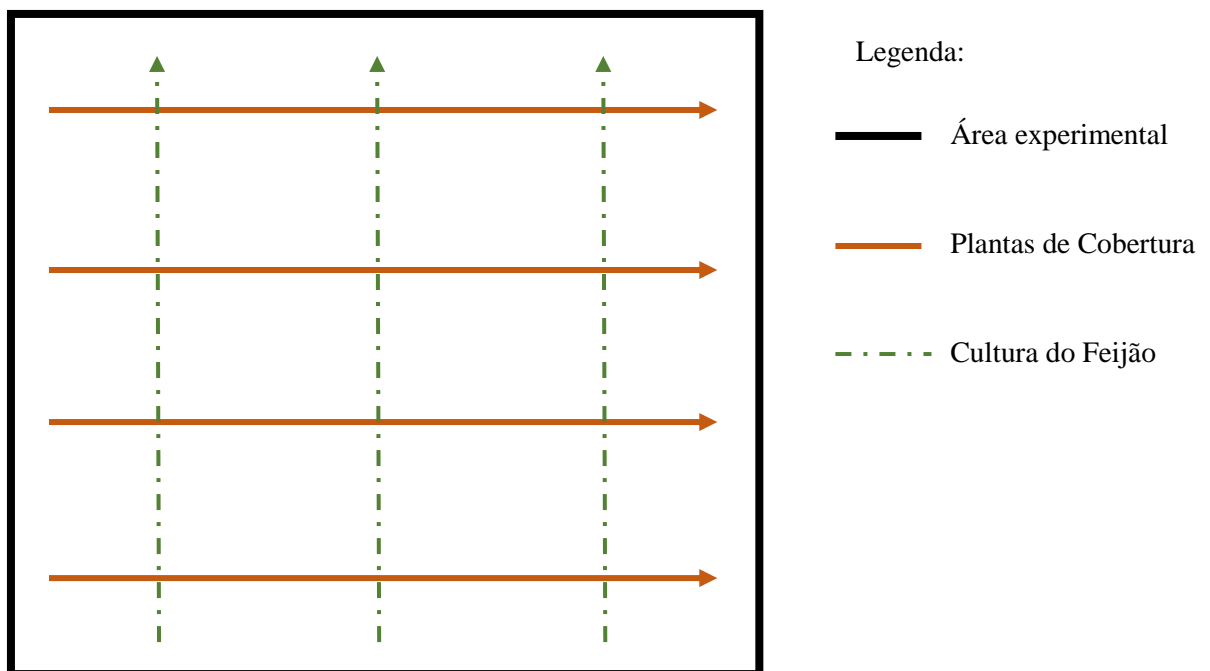
As gramíneas e leguminosas foram semeadas mecanicamente no dia 18 de março de 2016 (Figura 4), sem utilização de adubação e no sentido contrário aquele determinado para a semeadura direta do feijão comum (Figura 5). A germinação de todas as espécies de plantas de cobertura ocorreu no dia 22 de março, quatro dias após a semeadura.

Figura 4 – Semeadura das espécies de gramíneas e leguminosas na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da FE/UNESP. Selvíria – MS, Brasil, 2016.



Fonte: Autor.

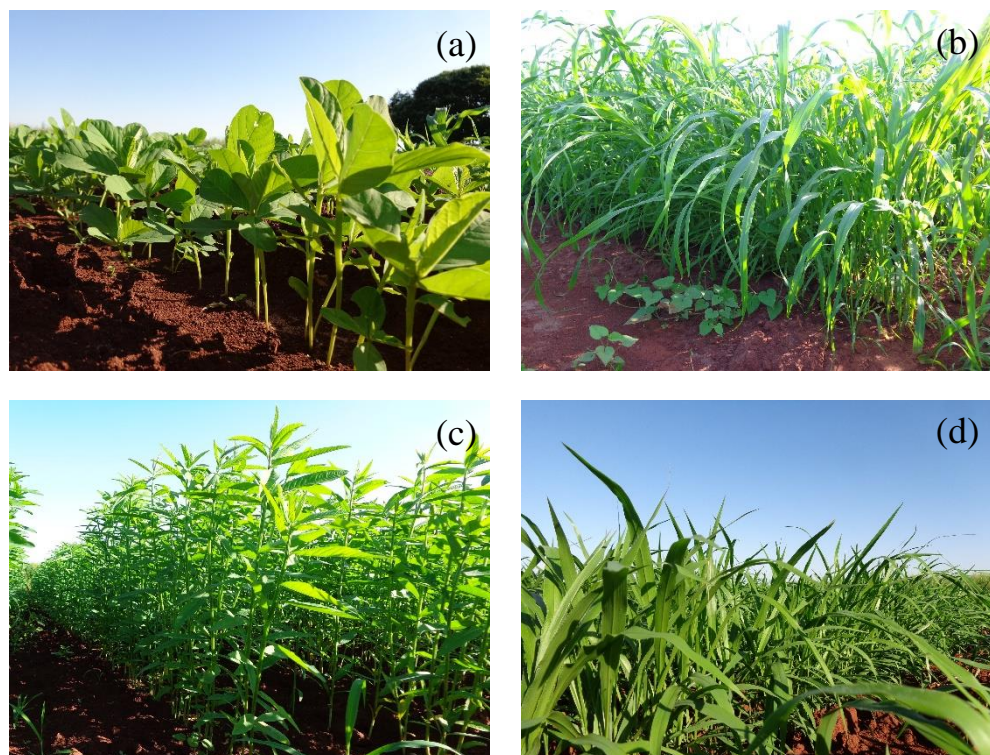
Figura 5 – Esquematização da semeadura das espécies de gramíneas e leguminosas, em função da cultura sucessora. Selvíria – MS, Brasil, 2016.



Fonte: Autor.

As plantas de cobertura utilizadas foram (a) *Crotalaria spectabilis*, (b) *Pennisetum glaucum*, milho, (c) *Crotalaria juncea* e (d) *Urochloa ruziziensis* (Figura 6).

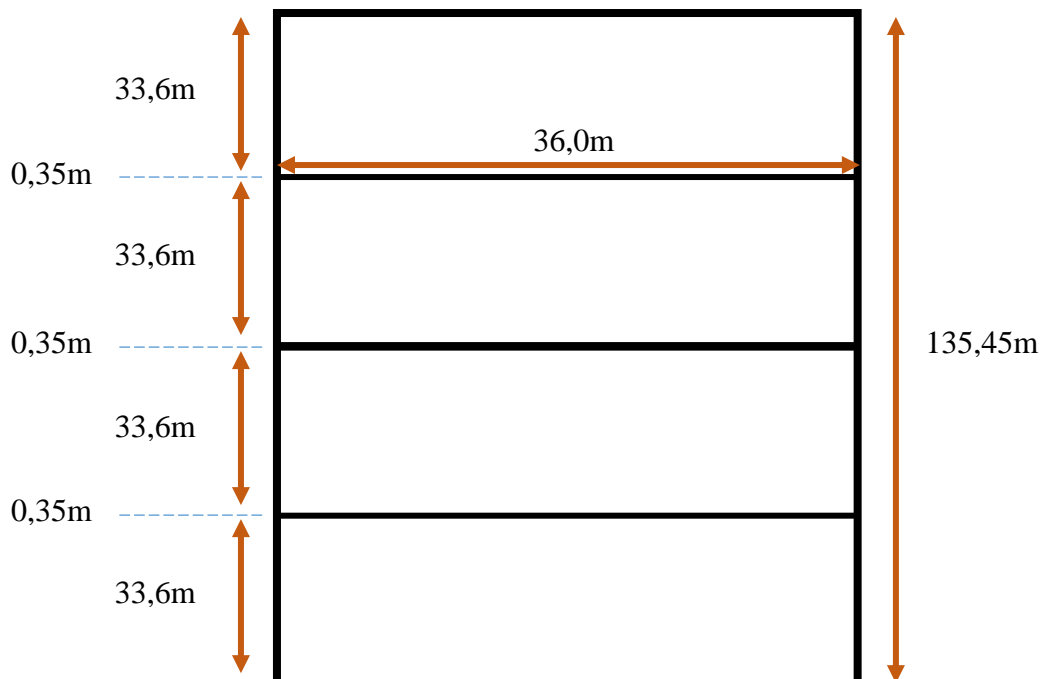
Figura 6 – Espécies de plantas de cobertura em desenvolvimento na área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da FE/UNESP. Selvíria – MS, Brasil, 2016.



Fonte: Autor.

As gramíneas e leguminosas foram semeadas utilizando espaçamento de 0,35 m entre linhas, em quatro faixas de 33,6 metros x 36,0 metros cada (Figura 7).

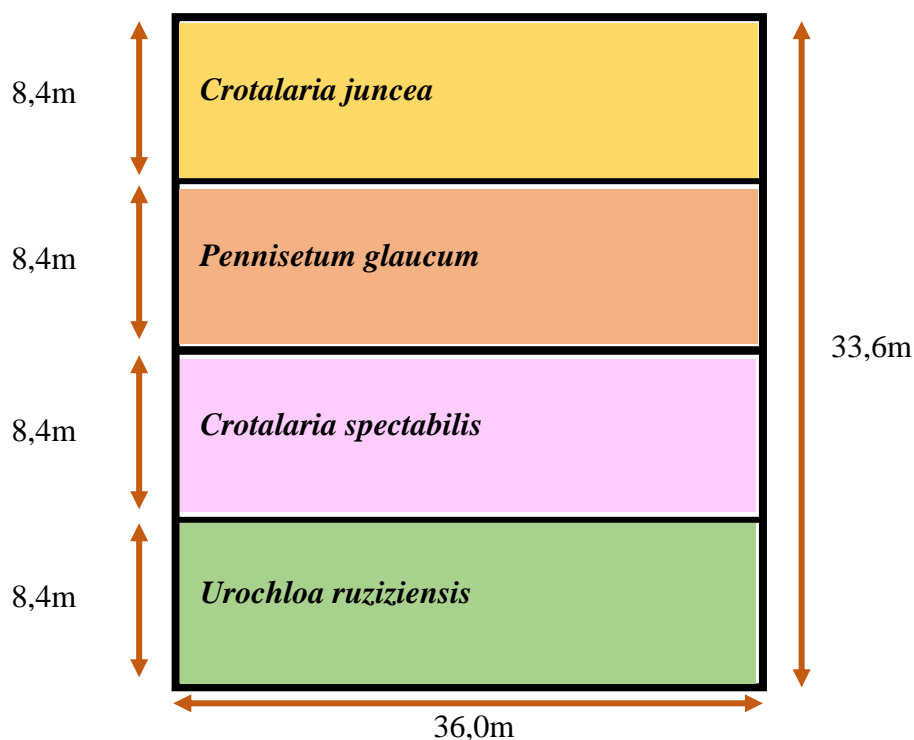
Figura 7 – Esquemática da divisão em faixas da área experimental no momento da semeadura das espécies de gramíneas e leguminosas. Selvíria – MS, Brasil, 2016.



Fonte: Autor.

Cada faixa foi representada por quatro sub-faixas (espécies de plantas de cobertura) de 8,4 metros x 36 metros, 24 linhas (Figura 8).

Figura 8 – Esquemática da semeadura das espécies de gramíneas e leguminosas dentro de uma faixa da área experimental. Selvíria – MS, Brasil, 2016.



Fonte: Autor.

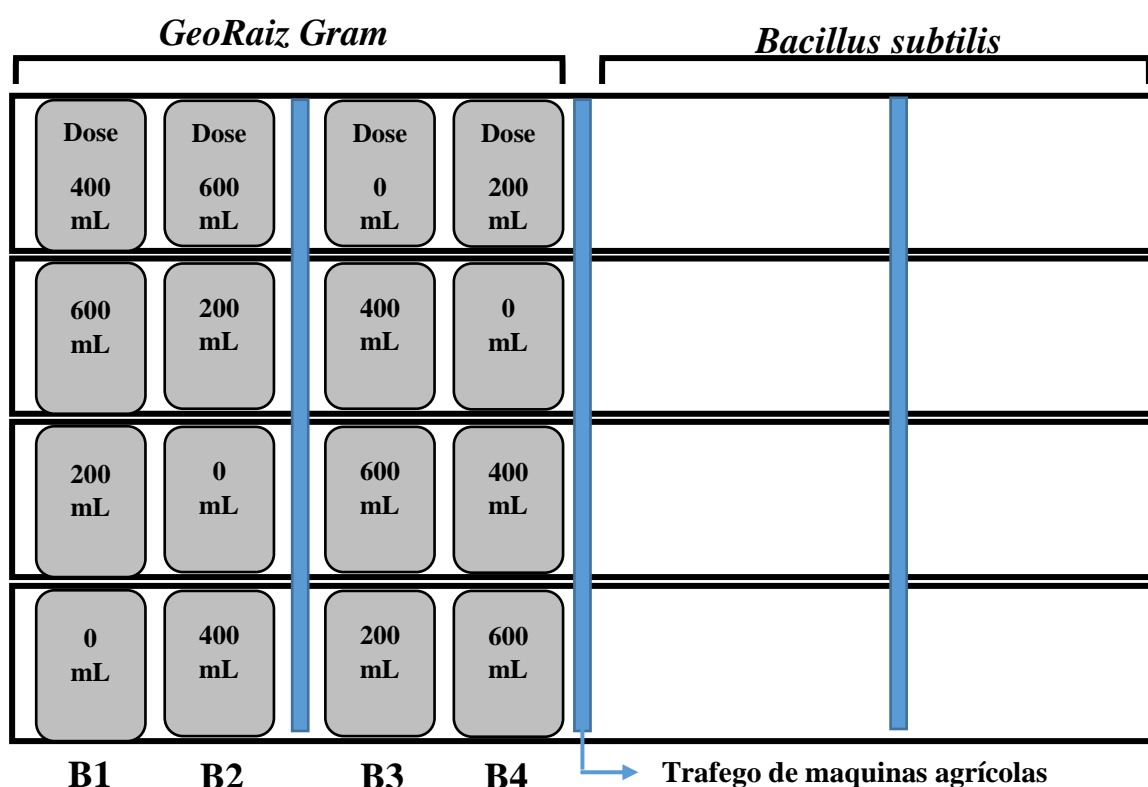
Aos 64 dias após a germinação, dia 24 de maio, no momento em que as plantas de cobertura atingiram boa massa vegetal, foram manejadas por dessecação com o herbicida N - (fosfometil) glicina, e para a redução do volume da palhada residual utilizou-se o implemento triton.

3.2.2 Cultura do Feijoeiro

A cultura do feijoeiro foi instalada 8 dias após a dessecação e redução da palhada das espécies de plantas de cobertura, no dia 01 de junho de 2016, em sistema de plantio direto utilizando-se sementes do cultivar BRS Estilo, do grupo comercial carioca. Foram semeadas mecanicamente no espaçamento de 0,45 m entre linhas, com densidade de 20 sementes por metro linear e a germinação ocorreu no dia 06 de junho de 2016. Após a germinação foram buscou-se deixar 15 plantas por metro linear, visando uma densidade de 333.333 plantas ha⁻¹.

Antes da semeadura, as sementes foram tratadas com fungicida carboxim + thiran na dose recomendada de 250 mL p.c. 100kg⁻¹ de sementes e em seguida foram preparados dois experimentos distintos, o primeiro com o estimulante GeoRaiz Gram que possui em sua composição 144 g/L de zinco, 79,20 g/L de enxofre, 14,40 g/L de manganês, 14,40 g/L de nitrogênio e 1,44 g/L de molibdênio, e o segundo com o estimulante a base de *Bacillus subtilis*. Cada experimento foi conduzido separadamente no delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 4 x 4, com quatro doses 0, 200, 400 e 600 mL 50kg⁻¹ sementes dos estimulantes e quatro espécies de plantas de cobertura diferentes: *Crotalaria spectabilis*, *Pennisetum glaucum*, *Crotalaria juncea* e *Urochloa ruziziensis* (Figura 9).

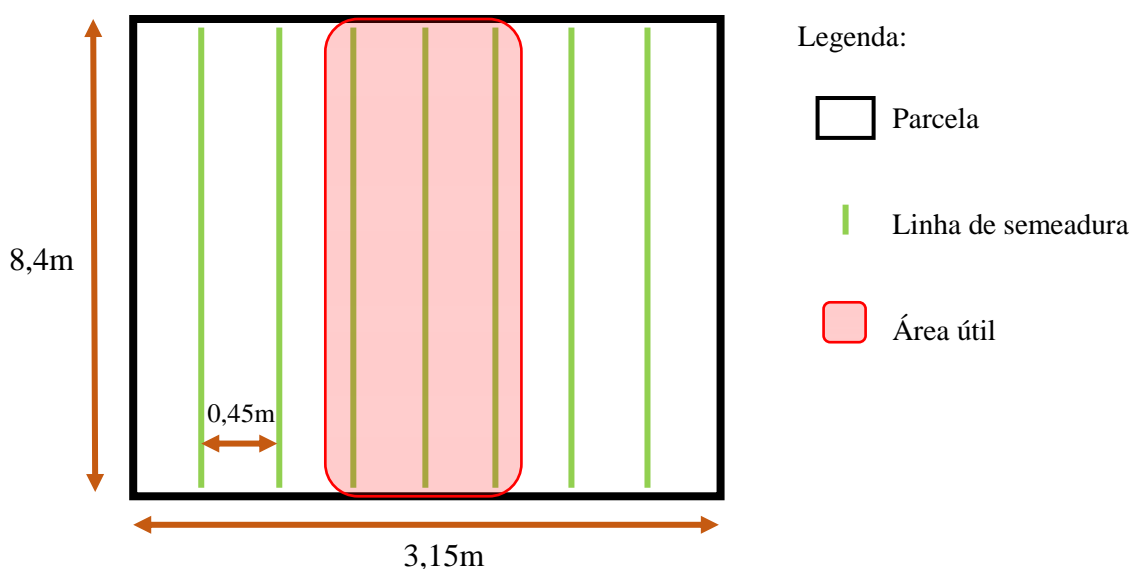
Figura 9 – Esquematização da área experimental na semeadura direta do feijão, cultivar BRS Estilo nos dois experimentos. Selvíria – MS, Brasil, 2016.



Fonte: Autor.

A adubação de semeadura foi realizada de acordo com a análise de solo (Tabela 1), utilizando-se 240 kg ha^{-1} da formulação 08-28-16 (AMBROSANO et al.,1997). As parcelas foram constituídas de 7 linhas de 8,4 m de comprimento. Para efeito de amostragem, considerou-se a área útil correspondente as três linhas centrais de cada parcela (Figura 10).

Figura 10 – Esquematização de uma parcela experimental e sua área útil. Selvíria – MS, Brasil, 2016.



Fonte: Autor.

Os experimentos foram instalados lado a lado, dentro da área experimental, com espaços de três metros a cada dois blocos (Figura 11) para facilitar os tratos culturais e fitossanitários necessários para o bom desenvolvimento da cultura.

Figura 11 – Área destinada ao manejo das plantas de feijão, cultivar BRS Estilo, em crescimento na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da FE/UNESP. Selvíria – MS, Brasil, 2016.



Fonte: Autor.

A irrigação foi realizada duas vezes por semana no início do desenvolvimento da cultura e uma vez nas semanas subsequentes utilizando o equipamento carretel autopropelido (Figura 12).

Figura 12 – Irrigação das plantas de feijão, cultivar BRS Estilo, em crescimento na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da FE/UNESP. Selvíria – MS, Brasil, 2016.



Fonte: Autor.

Para controle das plantas daninhas, foi aplicado o herbicida fomesafen na dose de 1 L p.c. ha⁻¹, 10 dias após a semeadura, e 20 dias após a emergência, aplicou-se o herbicida fenoxaprop-p-etílico na dose de 0,75 L p.c. ha⁻¹.

Para controle de pragas e doenças foram realizadas oito pulverizações preventivas, quatro com fungicidas e quatro com inseticidas, a cada 15 dias. Sendo a primeira aos 10 dias após a emergência. A cada pulverização de fungicida, no dia seguinte era feita a pulverização com inseticida 1^a/2^a, 3^a/4^a, 5^a/6^a, 7^a/8^a. Os defensivos utilizados são recomendados para a cultura do feijoeiro e foram alternados para evitar resistência. As aplicações dos defensivos utilizados foram: (1^a) tiofanato-metílico 70 g p.c. 100L⁻¹ de água/ (2^a) imidacloprido 100g i.a. ha⁻¹; (3^a) mancozebe 2,5kg p.c. ha⁻¹/ (4^a) deltametrina 140mL p.c. ha⁻¹; (5^a) carbendazim 500g i.a. ha⁻¹/ (6^a) clorpirifós 1L ha⁻¹; (7^a) tiofanato-metílico 70g p.c. 100L⁻¹ de água/ (8^a) deltametrina 140mL p.c. ha⁻¹.

3.3 PARÂMETROS AVALIADOS

3.3.1 Matéria Verde e Seca das Espécies de Plantas de Cobertura

Matéria verde: dois dias antes da dessecação, foi retirada uma amostra das espécies de plantas de cobertura por parcela, utilizando-se uma armação metálica na dimensão de 0,5m x 0,5m, sendo que o material foi cortado rente ao solo e colocado em sacos de papel kraft, pesado, descontando o peso do saco e os dados obtidos transformados em kg.ha⁻¹.

Matéria seca: após a pesagem da matéria verde, os sacos de papel kraft com as amostras foram colocados para secar em estufa à 65°C por 48 horas. Depois deste período, o material foi pesado, descontando o saco e os dados obtidos foram transformados em kg.ha⁻¹.

Depois de determinar a produção de massa seca, as amostras foram homogeneizadas para retirada de uma sub-amostra de aproximadamente 50 g de cada amostra, referente a cada espécie de planta de cobertura. Cada sub-amostra foi moída em moinho tipo Willey e posteriormente levada ao Laboratório de Análise de Tecido Vegetal – DEFTASE da Universidade Estadual Paulista FE/UNESP – Campus de Ilha Solteira, para determinação dos teores de macronutrientes, micronutrientes e proteína bruta (Figura 13).

Figura 13 – Determinação dos teores de macronutrientes, micronutrientes e proteína bruta no Laboratório de Análise de Tecido Vegetal da FE/UNESP. Ilha Solteira - SP, Brasil, 2016.



Fonte: Autor.

Quantidade de Carbono: calculada por uma regra de três, sabendo-se que na matéria orgânica da palhada possui 58% de carbono (RAIJ et al., 2001), isto é, para cada 100kg de matéria seca, 58% são carbonos e conhecendo-se a quantidade de matéria seca de cada planta de cobertura, foi possível encontrar o quanto de carbono cada planta poderia proporcionar.

Relação Carbono/ Nitrogênio C/N: essa relação foi calculada pela divisão da quantidade de carbono presente na matéria seca de cada espécie de planta de cobertura pela quantidade de nitrogênio encontrada na sua composição.

3.3.2 Estande Inicial

O estande inicial, foi avaliado 8 dias após a germinação, realizando a contagem de plantas em quatro metros em uma das três linhas centrais de cada parcela, para determinação do número de plantas por metro (Figura 14).

Figura 14 – Contagem do estande inicial das plantas de feijão na área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da FE/UNESP. Selvíria – MS, Brasil, 2016.



Fonte: Autor.

3.3.3 Floração

No dia 16 de julho de 2016, durante a fase de floração, foi observado que mais de 50% das plantas da área apresentavam ao menos uma flor, indicando o momento de medição do índice da clorofila. Com auxílio do clorofilômetro digital Falker (Figura 15) foi medido o índice de clorofila Falker de 5 folíolos por parcela, 3º folíolo do ápice para base. Os folíolos em referência foram acondicionados em sacos de papel kraft devidamente etiquetados e levados para secagem em estufa à 65°C por 48 horas. Os folíolos secos foram moídos em moinho tipo Willey e levados para análise de macronutrientes, micronutrientes e proteína bruta no Laboratório de Análise de Tecido Vegetal.

Figura 15 – Medição do índice de clorofila foliar em folíolos de plantas de feijão na área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da FE/UNESP. Selvíria – MS, Brasil, 2016.



Fonte: Autor.

3.3.4 Comprimento da Raiz Principal

A raiz principal de três plantas de feijão por parcela foi medida em campo com uma régua graduada, após o arranquio cuidadoso das mesmas, com auxílio de uma enxada no dia 23 de agosto de 2016, para verificar reflexos da aplicação dos produtos.

3.3.5 Componentes de Produção

Durante a colheita (Figura 16) foram coletadas 10 plantas, na segunda e/ou quinta linha de cada parcela e levadas para o Laboratório de Sementes da Universidade Estadual Paulista FE/UNESP – Campus de Ilha Solteira, para determinação de: (a) número de vagens por planta; (b) número de sementes por vagem; (c) número de sementes por planta; (d) massa de 100 sementes; (e) massa da palha de 10 plantas; (f) relação grão/ palha por planta; (g) teor de nutrientes das sementes e (h) produtividade.

Figura 16 – Colheita de plantas de feijão na área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da FE/UNESP. Selvíria – MS, Brasil, 2016.



Fonte: Autor.

a. Número médio de vagens por planta: representa a relação entre o número total de vagens, dividido pelo número total de 10 plantas;

b. Número médio de sementes por vagem: foi determinado pela relação entre o número total de sementes, dividido pelo número total de vagens em 10 plantas;

c. Número médio de sementes por planta: foi determinado pelo número total de sementes, dividido por 10 plantas;

d. Massa de 100 sementes: foi determinado utilizando-se quatro sub-amostras de 100 sementes, as quais foram pesadas em balança de precisão de 0,001 g, conforme as Regras para Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009), expressando-se os valores médios.

e. Massa da palha de 10 plantas: pesou-se 10 plantas sem vagens e o total das vagens sem os grãos para poder ter o peso de matéria seca (10 plantas sem vagens + vagens sem sementes de 10 plantas) e calcular a relação grão/palha.

f. Relação grão/palha: foi obtida pela relação número total de grãos em 10 plantas, dividida pela massa total da palha de 10 plantas sem vagens + vagens sem grãos de 10 plantas. É uma variável nova que indica a quantidade de palha que necessita ser produzida para gerar determinada quantidade de grãos.

g. Teor de nutrientes: foi moído 5 gramas de sementes por parcela e levados ao Laboratório de Análise de Tecido Vegetal, para verificação das quantidades de macronutrientes, micronutrientes e proteína bruta (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1989).

h. Produtividade: durante a colheita foram arrancadas plantas em um total de 6 metros lineares, sendo 3 metros de cada uma das duas linhas centrais da área útil por parcela e deixadas para secagem a pleno sol (Figura 17), com o revolvimento de hora em hora para secagem homogênea e assim evitar o aparecimento de patógenos. Após a secagem as plantas foram submetidas à trilhagem mecânica para determinar a massa das sementes, sendo os dados transformados em quilogramas por hectare.

Figura 17 – Secagem das plantas de feijão a pleno sol na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da FE/UNESP. Selvíria – MS, Brasil, 2016.



Fonte: Autor.

3.3.6 Estande Final

O estande final foi avaliado no dia da colheita, com a contagem do número de plantas presentes em 4 metros em uma das três linhas centrais, para determinação do número de plantas por metro, do mesmo modo feito para o cálculo do estande inicial.

3.3.7 Qualidade Fisiológica das Sementes

Após a colheita, secagem, trilhagem mecânica e limpeza manual das sementes, o material foi levado ao Laboratório de Análises de Sementes do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia e Sócio Economia da FE/UNESP, Campus de Ilha Solteira, para avaliar a qualidade fisiológica das sementes, sendo estas submetidas: (a) teste de germinação; (b) primeira e (c) segunda contagem de germinação; (d) matéria seca; (e) índice de velocidade de germinação; (f) comprimento da parte hipocótilo e raiz; (g) teste de condutividade elétrica; (h) teste de envelhecimento acelerado; (i) teste de frio, e (j) teor de umidade dos grãos.

a. Teste de germinação: foi realizado com quatro sub-amostras de 50 sementes para cada tratamento, seguindo as recomendações das Regras para Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009). Inicialmente, contou-se a quantidade de folhas de papel germitest necessárias para a montagem, sendo exigidas 3 unidades por rolo. As folhas foram pesadas e o valor obtido na balança foi multiplicado por 2,5 (coeficiente exigido para leguminosas). O valor encontrado representou a quantidade de água deionizada necessária para umedecimento dos papéis, dentro de uma bandeja plástica. A bancada foi higienizada com álcool assim como os instrumentos auxiliares na montagem dos rolos. Duas folhas úmidas foram colocadas na bancada, tendo a borda superior dobrada para anotação das informações com lápis especial cópia 1800 (Figura 18).

Figura 18 – Anotação do lote de sementes com lápis cor roxo em papel germitest no Laboratório de Análise de Sementes da FE/UNESP. Ilha Solteira - SP, Brasil, 2016.



Fonte: Autor.

A borda foi desdobrada e 50 sementes foram distribuídas sobre o papel, com auxílio de um molde (Figura 19), de forma a ficarem com espaçamento de 1,0 – 5,0 vezes o diâmetro da semente.

Figura 19 – Distribuição das sementes de feijão e montagem dos rolos do teste de germinação no Laboratório de Análise de Sementes da FE/UNESP. Ilha Solteira - SP, Brasil, 2016.



Fonte: Autor.

Em seguida, cobriu-se com uma folha de papel germitest e dobrou-se a borda lateral esquerda para evitar perda de sementes. O conjunto foi enrolado deixando as anotações superiores visíveis. As quatro repetições de cada tratamento foram colocadas juntas, receberam elásticos para prender suas extremidades (Figura 20) e foram colocadas dentro de um saco plástico transparente com a borda dobrada, para baixo.

Figura 20 – União de quatro rolos com auxílio de elástico no Laboratório de Análise de Sementes da FE/UNESP. Ilha Solteira - SP, Brasil, 2016.



Fonte: Autor.

Os sacos ficaram abertos e foram colocados de pé dentro do germinador, regulado a temperatura de $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. Nos dias subsequentes, os rolos receberam um pouco mais de água deionizada, aplicada com auxílio de uma pisseta, para mantê-los úmidos. As contagens de plântulas normais foram feitas no 5º e 9º dias após a montagem do teste.

b. Teste de primeira contagem: realizado durante o teste de germinação, obtido pela porcentagem de plântulas normais contadas e descartadas (Figura 21) no quinto dia após a instalação do teste e logo após, procedeu-se o fechamento dos rolos os quais foram recolocados no germinador (BRASIL, 2009).

Figura 21 – Abertura dos rolos, contagem e eliminação de plântulas normais germinadas no Laboratório de Análise de Sementes da FE/UNESP. Ilha Solteira - SP, Brasil, 2016.



Fonte: Autor.

c. Teste de segunda contagem: realizado durante o teste de germinação, obtido pela porcentagem de plântulas normais contadas no nono dia após a instalação do teste (BRASIL, 2009).

d. Matéria seca: foi obtida após os testes de primeira contagem, com a retirada dos cotilédones e secagem de 10 plantas em estufa por 24 horas à temperatura variando de 60 a 65 °C.

e. Índice de velocidade de germinação: o índice de velocidade de germinação foi calculado logo após o teste de germinação utilizando-se a fórmula proposta por Maguire (1962).

$$IVG = (N1/D1) + (N2/D2)$$

Onde: IVG = índice de velocidade de germinação

N1 e N2 = número de plântulas normais contadas na primeira e segunda contagens, realizadas aos 5º e 9º dia após o início do teste de germinação, respectivamente.

D1 e D2 = número de dias da montagem dos testes de primeira e segunda contagem realizadas aos 5º e 9º dia após o início do teste de germinação, respectivamente.

f. Comprimento das partes do hipocótilo e raiz: determinou-se o comprimento de 10 plântulas de cada repetição, sem cotilédones, com auxílio de uma régua graduada em centímetros para medir o comprimento das partes hipocótilo e raiz. Realizou-se esse procedimento simultaneamente ao teste de germinação.

g. Teste de condutividade elétrica: foi realizado com quatro sub-amostras de 50 sementes para cada tratamento. As 50 sementes foram pesadas em balança com precisão de 0,001g. Depois foram transferidas para um copo plástico descartável de capacidade de 100mL, onde foram adicionados 75mL de água deionizada (Figura 22).

Figura 22 – Preparação para iniciar o teste de condutividade elétrica no Laboratório de Análise de Sementes da FE/UNESP. Ilha Solteira - SP, Brasil, 2016.



Fonte: Autor.

Permaneceram em repouso no germinador à temperatura de 25°C por 24 horas. Um copo recebeu apenas água, para ter sua condutividade comparada aos demais (teste branco). Depois de retirados do germinador foi preparado o condutivímetro para ser feita a leitura. O aparelho foi calibrado com a solução padrão. Em seguida, sua célula foi lavada com água deionizada e depois enxugada com papel absorvente macio. O início da leitura foi feito com o copo que havia recebido apenas água deionizada. O valor fornecido pelo aparelho foi anotado, a célula foi novamente lavada e seca e prosseguiu-se para a leitura dos copos com sementes. Foi necessária a agitação circular dos copos para deixar a solução em suspensão antes da introdução da célula do aparelho, já que não pode entrar em contato com as sementes. Os valores fornecidos pelo condutivímetro foram expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$.

Para o cálculo, utilizou-se a seguinte fórmula:

$$CE (\mu S \text{ cm}^{-1} \text{ g}^{-1}) = \frac{L-B}{P}$$

Sendo:

CE = condutividade elétrica

L = leitura da amostra no aparelho em ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)

B = leitura do “teste branco” em ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)

P = peso das sementes em (g)

h. Teste de envelhecimento acelerado: foi realizado segundo a metodologia descrita por Marcos Filho (1999), com quatro sub-amostras de 50 sementes para cada tratamento. Colocou-se 40mL de água deionizada em caixa gerbox e sobre a qual foi encaixada uma tela de aço. Nessa foram colocadas 50 sementes e o recipiente foi tampado (Figura 23).

Figura 23 – Preparação para iniciar o teste de envelhecimento acelerado no Laboratório de Análise de Sementes da FE/UNESP. Ilha Solteira - SP, Brasil, 2016.



Fonte: Autor.

As caixas foram levadas à incubadora BOD com temperatura de 41°C previamente regulada. Permaneceram durante 2 dias nesta condição. Após o término do tempo, as sementes foram retiradas e com elas montou-se um novo teste de germinação, onde as plântulas normais foram avaliadas cinco dias após a implantação do teste.

i. Teste de frio: foi realizado com quatro sub-amostras de 50 sementes para cada tratamento, seguindo as recomendações das Regras para Análise de Sementes (RAS), pelo método do teste de frio sem solo (SÁ et al., 2011) utilizando-se rolo de papel. Logo após os rolos serem colocados em sacos plásticos, estes foram vedados para impedir entrada de agentes contaminantes. Depois foram levados a geladeira numa temperatura de 10°C, durante cinco dias. Após o término deste período, os sacos foram abertos e colocados no germinador em temperatura constante de 25°C. Receberam água deionizada de acordo com a necessidade. A contagem das plântulas emergidas foi feita após uma semana (Figura 24).

Figura 24 – Contagem das plântulas emergidas no final do teste de frio no Laboratório de Análise de Sementes da FE/UNESP. Ilha Solteira - SP, Brasil, 2016.



Fonte: Autor.

j. Teor de água dos grãos: foi realizado com quatro sub-amostras para cada tratamento. Primeiramente, os recipientes de alumínio vazios e com tampa foram pesados em balança de precisão. Foi depositada uma pequena porção (± 5 gramas) de sementes em cada um, sendo posteriormente pesado o conjunto semente + recipiente + tampa. Os recipientes destampados foram levados à uma estufa previamente ajustada a temperatura de 105°C, onde permaneceram por 24 horas. Após o término do tempo, os recipientes foram retirados da estufa e tampados, para depois de frios, serem pesados em balança com precisão de 0,001g. O resultado deste teste foi medido em % e pode ser calculado pela seguinte fórmula:

$$\% \text{ de umidade (U)} = \frac{100 (P - p)}{P - t}$$

Sendo

P: peso inicial, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente úmida;

p: peso final, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente seca;

t: tara, peso do recipiente e sua tampa.

3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

Os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste F. Nas interações significativas foi realizada análise de desdobramento. As médias das espécies de plantas de cobertura foram comparadas pelo teste de Tukey à 5% de significância e foi utilizado regressão para doses. Dados de porcentagem foram transformados em $\arcsen \sqrt{x/100}$ para realizar a análise e para elaboração das tabelas foram utilizados dados originais. Foi utilizado o programa estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 2014).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 PLANTAS DE COBERTURA

As condições climáticas durante o desenvolvimento das espécies de plantas de cobertura e do feijoeiro foram adequadas para o crescimento das plantas. A alta temperatura associada a umidade (Figura 2) e a irrigação permitiram desenvolvimento satisfatório das plantas de cobertura, com crescimento vigoroso e grande produção de massa de matéria verde e seca (Tabela 2).

Observou-se diferenças significativas entre as plantas de cobertura para a massa de matéria verde e massa de matéria seca, com destaque para a *C. juncea* e o *P. glaucum*, milho, que proporcionaram ótima produção de massa de matéria seca, e por consequência, considerável quantidade de carbono presente no solo (Tabela 2).

Estudos sobre a produção de massa de matéria seca na região Centro-Oeste do Brasil, envolvendo época de semeadura e manejo das culturas de inverno, demonstram que os resultados variam com a região e condições climáticas (FABIAN, 2009). Assim, é importante conhecer o acúmulo de nitrogênio e a dinâmica de liberação de nutrientes, principalmente nas regiões em que as condições climáticas favorecem a decomposição da palhada (DONEDA et al., 2012).

Em se tratando da relação C/N, um equilíbrio deve-se manter, para que não ocorra excesso de carbono ou nitrogênio, interferindo no processo de mineralização ou causando imobilização, que se igualam na faixa de 20/1 a 30/1 (LOPES, 1998). As relações C/N determinadas nesta pesquisa ficaram nessa faixa (Tabela 2), indicando condições de equilíbrio e bom potencial para mineralização.

Quando a relação C/N é muito alta, a decomposição mais lenta da massa vegetal pode ser insuficiente para proporcionar às plantas da cultura subsequente a quantidade de nutrientes suficientes para seu desenvolvimento e produtividade. Porém, nas condições de cerrado com elevada temperatura e umidade essas coberturas têm apresentado altas taxas de decomposição, reduzindo seu acúmulo na superfície (KLIEMANN; BRAZ; SILVEIRA, 2006).

A quantidade de massa de matéria seca produzida pela *C. juncea* de 8800 kg ha⁻¹, e *U. ruziziensis* de 8000 kg ha⁻¹ foram adequadas para implantação do sistema de semeadura direta, uma vez que se encontram acima do preconizado como mínimo para manutenção do sistema, que é de 6000 kg ha⁻¹ de massa de matéria seca (ALVARENGA et al., 2001).

Entre as espécies de cobertura testadas, destaca-se o *P. glaucum*, que além de adequado, produziu uma excelente quantidade de palhada, 30000 kg ha⁻¹ (Tabela 2), em apenas 64 dias, superando valores encontrados para a espécie em outros trabalhos, 9300 kg ha⁻¹ (KAPPES, 2012), 12300 kg ha⁻¹ (RODRIGUES, 2012); 11000 kg ha⁻¹ (SOUZA, 2011); e 20000 kg ha⁻¹ (SIMIDU et al., 2010), na mesma localidade do Cerrado Sul-Mato-Grossense.

A leguminosa, *C. juncea*, desenvolve-se bem em solos argilosos, apresentando elevado potencial para produção de fitomassa quando semeada no início do período chuvoso, sendo que no cerrado goiano chegou a acumular 17 t ha⁻¹ de matéria seca, mas quando a semeadura foi realizada em meados do período chuvoso a produção de matéria seca foi de 8 t ha⁻¹ (AMABILE; FANCELLI; CARVALHO, 2000), tal fato corrobora com trabalho de Alcântara et al. (2000) com 6,50 t ha⁻¹; Castro et al. (2005) com 7,69 t ha⁻¹ e Formentini et al. (2008) que produziram 6 a 8 t ha⁻¹ de massa de matéria seca, superados pela produção de 8,8 t ha⁻¹ no presente trabalho, que se assemelhou com as 9 t ha⁻¹ encontradas por Souza (2016).

A gramínea, *U. ruziziensis*, com 8 t ha⁻¹, atingiu o mínimo necessário para suprir o sistema de semeadura direta, mas esta produção foi inferior quando comparado com a encontrada por Souza (2016) de 10,2 t ha⁻¹. A produção de massa de matéria seca das plantas depende das condições de solo, clima e época de cultivo (SILVA et al., 2006). Então, o fato da *C. juncea* e o milho terem apresentado elevada produção de massa de matéria seca, pode ser justificado pela alta temperatura, que proporcionou condições para um maior crescimento destas espécies de plantas de cobertura.

Tabela 2 – Resumo da análise de variância; valores médios da matéria verde (kg ha^{-1}), matéria seca (kg ha^{-1}) por espécie de planta de cobertura, quantidade de carbono (kg ha^{-1}) e relação carbono/nitrogênio. Selvíria - MS, Brasil, 2016.

| | Matéria Verde (kg ha^{-1}) | Matéria Seca (kg ha^{-1}) | Carbono (kg ha^{-1}) | C/N |
|--------------------------------|--|---|------------------------------------|-------|
| Quadrados médios | | | | |
| Cobertura | 7,25** | 0,66** | | |
| CV (%) | 17,97 | 31,84 | | |
| Médias das variáveis por fator | | | | |
| Cobertura | | | | |
| <i>C. juncea</i> | 35600 bc | 8800 b | 5104 | 20,98 |
| <i>U. ruziziensis</i> | 42000 b | 8000 b | 4640 | 28,20 |
| <i>P. glaucum</i> | 108800 a | 30000 a | 17400 | 30,93 |
| <i>C. spectabilis</i> | 24800 c | 5200 b | 3016 | 22,10 |

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. Teste F: (*) significativo à 0,05%, (**) significativo à 0,01% e (ns) não significativo à 5%. CV – Coeficiente de variação. Fonte: Elaboração do autor.

Os valores da ciclagem de macronutrientes e micronutrientes nas plantas de cobertura apresentaram diferenças significativas para a maioria dos nutrientes, salvo para o cobre e o zinco (Tabela 3). Os teores para todos os nutrientes acumulados estão acima do necessário para o bom desenvolvimento das plantas sucessoras, feijoeiro, indicando um ótimo potencial de retorno, como também foi verificado por Pereira (2016), Silva (2012), Rodrigues (2012) em trabalhos com as mesmas plantas de cobertura.

Como a análise dos nutrientes da produção da massa de matéria seca (Tabela 2), verificou-se que o acúmulo desses elementos segue a mesma linha de proporção, destacando-se o *P. glaucum* e a *C. juncea*. Esses resultados vêm de encontro às afirmações de Souza e Soratto (2012) segundo as quais, as espécies de plantas de cobertura utilizadas por eles produziram grande quantidade de massa de matéria seca, com elevado aporte de nutrientes.

As diferentes espécies de plantas de cobertura proporcionaram níveis distintos de acúmulo de nutrientes; onde a *C. spectabilis* apresentou menor acúmulo de nutrientes na palhada, comparada a *U. ruziziensis* e *P. glaucum* (Tabela 3) que, quando utilizadas como plantas de cobertura, podem devolver maiores quantidades de nutrientes ao solo, os quais poderão ser absorvidos pelas plantas sucessoras. Floss (2000) relatou que palhadas produzidas por gramíneas proporcionaram aumento de nutrientes às culturas sucessoras nas camadas superficiais do solo, aumentando significativamente os teores de P e K no plantio direto.

Possivelmente, os menores valores obtidos pelo acúmulo de macronutrientes e micronutrientes para a *C. spectabilis* ocorram devido a uma menor quantidade de matéria seca produzida por área (Tabela 2) comparada com o acúmulo da *U. ruziziensis* e *P. glaucum* (K>N>Mg>Ca>P), ou seja, as variações do fornecimento destes nutrientes ao solo dependem da quantidade e do teor de nutrientes no resíduo produzido por cada espécie.

O mesmo foi observado por Pacheco et al. (2011), os quais verificaram que a palhada de *U. ruziziensis* e *P. glaucum* apresentaram potencial para acumular 102 kg ha⁻¹ de N e 116kg ha⁻¹ de K em Rio Verde, GO, mesmos resultados obtidos por Pereira (2016), Pacheco et al. (2013) e Torres et al. (2008) que apontaram maior potencial de ciclagem de N e K pelas plantas de cobertura.

Ao considerar o elevado custo dos fertilizantes, é possível que o uso contínuo de plantas de cobertura, nos sistemas agrícolas de produção, proporcione o uso mais eficiente dos nutrientes disponíveis no solo, com reflexos favoráveis sobre o custo de produção (PACHECO et al., 2013). O *P. glaucum* apresentou superioridade no acúmulo de todos os nutrientes avaliados, com aumento diferenciado para o manganês e o zinco (Tabela 3). No presente trabalho, observou-se que esses micronutrientes foram quatro vezes mais acumulados que o segundo maior valor entre esses micronutrientes obtidos nas demais espécies de plantas de cobertura.

Tabela 3 – Resumo da análise de variância; valores médios de macronutrientes (kg ha⁻¹), micronutrientes (kg ha⁻¹) e proteína bruta (%) por espécie de planta de cobertura. Selvíria - MS, Brasil, 2016.

| | N | P | K | Ca | Mg | S | Cu | Fe | Mn | Zn | PB |
|--------------------------------|-----------------------------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|--------------------|-------------|-----------|---------------------|-----------|
| Quadrados médios | | | | | | | | | | | |
| Cobertura | 148,70** | 1,92** | 62,66** | 53,18* | 6,35* | 0,93* | 6,95 ^{ns} | 2811866,58* | 4021,42** | 77,78 ^{ns} | 0,07** |
| CV (%) | 10,24 | 14,68 | 16,12 | 68,86 | 23,32 | 13,36 | 23,49 | 78,49 | 19,07 | 26,67 | 2,62 |
| Médias das variáveis por fator | | | | | | | | | | | |
| Cobertura | (kg ha⁻¹) | | | | | | | | | | % |
| <i>C. juncea</i> | 243,32 ab | 28,60 ab | 170,19 b | 38,81 ab | 43,47 b | 31,59 ab | 0,09 | 3,61 b | 0,54 b | 0,22 | 17,28 a |
| <i>U. ruziziensis</i> | 164,56 b | 16,80 b | 208,48 ab | 28,00 b | 53,52 ab | 28,00 ab | 0,08 | 14,03 ab | 0,73 b | 0,18 | 12,86 b |
| <i>P. glaucum</i> | 562,50 a | 84,90 a | 665,70 a | 95,70 a | 95,70 a | 106,20 a | 0,30 | 18,64 a | 3,02 a | 0,88 | 11,72 b |
| <i>C. spectabilis</i> | 136,50 b | 15,29 b | 122,36 b | 45,50 ab | 45,50 b | 21,94 b | 0,06 | 4,24 b | 0,28 b | 0,15 | 16,41 ab |

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. Teste F: (*) significativo à 0,05%, (**) significativo à 0,01% e (ns) não significativo à 5%. CV – Coeficiente de variação. Fonte: Elaboração do autor.

4.2 ESTIMULANTE GEORAIZ GRAM

O número de plantas por metro linear no estande inicial e estande final do feijoeiro apresentaram diferenças significativas em função das espécies de plantas de cobertura, contrariando os dados encontrados por Bernardes, Silveira e Mesquita (2010) os quais afirmam que para as mesmas espécies de plantas de cobertura os estandes inicial e final do feijoeiro não apresentaram diferenças significativas. Enquanto isso, o mesmo não ocorreu para as doses de aplicação do estimulante GeoRaiz Gram e não houve interação plantas de cobertura x doses (Tabela 4). Em trabalho, também com feijão, Vieira e Santos (2005) verificaram efeito positivo na emergência de plantas com uso de doses de estimulante radicular.

Mesmo com uma grande quantidade de palha na superfície do solo, o que muitas vezes pode prejudicar a deposição das sementes na profundidade adequada (SIQUEIRA, 2008), no presente trabalho ocorreu uma boa emergência, considerando ainda que foram semeadas 20 sementes por metro de sulco.

Todas as plantas de feijoeiro tiveram elevado crescimento radicular, com destaque para as que cresceram sobre *U. ruziziensis*, que por possuir sistema radicular fasciculado, pode proporcionar aumento da matéria orgânica e da porosidade. Segundo GeoClean (2013), o estimulante GeoRaiz Gram melhora o metabolismo vegetal da planta e os nutrientes contidos neste produto propiciam, também, um melhor desenvolvimento do sistema radicular, promovendo maior quantidade de radículas, o que aumenta a capacidade de absorção de água e nutrientes pelas plantas. Santos et al. (2017) trabalhando com estimulante de composição similar, também verificaram raízes mais profundas, mas o mesmo não foi encontrado por Ávila et al. (2008) que não encontrou desenvolvimento radicular satisfatório, com o uso de estimulantes.

Todo o desenvolvimento está ligado com a absorção de nutrientes pelo feijoeiro, e assim, o crescimento das plantas. Esse crescimento, foi favorecido pelo maior índice de clorofila foliar, que apresentou diferenças significativas entre as plantas de cobertura com maiores valores para os feijoeiros que se desenvolveram sobre palhada de *C. juncea*, porém sem diferir das que se desenvolveram sobre *U. ruziziensis*, e diferindo das plantas sobre *P. glaucum* e *C. spectabilis*. Isso provavelmente ocorreu devido à baixa relação C/N observada na palhada de *C. juncea* (Tabela 2) o que contribuiu para uma mineralização mais rápida e por consequência maior teor de clorofila. Também ocorreu interação entre plantas de cobertura x doses do estimulante GeoRaiz Gram (Tabela 4).

Tabela 4 – Resumo da análise de variância; valores médios para estande inicial (plantas m⁻¹), estande final (plantas m⁻¹), índice de clorofila foliar e comprimento da raiz principal (cm) por espécie de planta de cobertura e doses do estimulante GeoRaiz Gram em plantas de feijão, cultivar BRS Estilo e regressões. Selvíria - MS, Brasil, 2016.

| | Estande Inicial | Estande Final | Ind. Clorofila | Comp. Raiz Principal |
|--------------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------|----------------------|
| Quadrados médios | | | | |
| Bloco | 10,75 ^{ns} | 18,22 ^{**} | 57,01 ^{**} | 45,69 [*] |
| Cobertura | 15,98 ^{**} | 10,25 [*] | 73,53 ^{**} | 56,02 ^{**} |
| Dose | 3,44 ^{ns} | 0,79 ^{ns} | 37,17 ^{ns} | 69,57 ^{**} |
| Cobertura*Dose | 2,74 ^{ns} | 3,07 ^{ns} | 52,41 ^{**} | 37,76 ^{**} |
| CV (%) | 8,54 | 12,67 | 11,47 | 21,37 |
| Médias das variáveis por fator | | | | |
| Cobertura | (plantas m ⁻¹) | (plantas m ⁻¹) | | (cm) |
| <i>C. juncea</i> | 18,97 b | 14,69 b | 34,75 a | 16,86 ab |
| <i>U. ruziziensis</i> | 19,09 b | 14,44 b | 33,57 ab | 18,16 a |
| <i>P. glaucum</i> | 21,14 a | 16,22 a | 33,05 b | 15,54 b |
| <i>C. spectabilis</i> | 19,56 ab | 14,83 ab | 33,01 b | 16,52 ab |
| Doses (mL 50kg ⁻¹) | | | | |
| 0 | 19,34 | 15,25 | 33,01 | 17,75 |
| 200 | 19,53 | 14,75 | 34,03 | 15,73 |
| 400 | 20,38 | 15,17 | 33,19 | 17,88 |
| 600 | 19,52 | 15,00 | 34,15 | 15,73 |

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. Teste F: (*) significativo à 0,05%, (**) significativo à 0,01% e (ns) não significativo à 5%. CV – Coeficiente de variação. Fonte: Elaboração do autor.

O desdobramento da interação significativa entre plantas de cobertura e doses do estimulante GeoRaiz Gram para o índice de clorofila foliar nas plantas de feijoeiro (Tabela 5), permitiu observar que as plantas de feijão na dose 600 mL que se desenvolveram sobre *C. juncea* apresentaram maior índice de clorofila foliar, quando comparada a *U. ruziziensis*, *P. glaucum* e *C. spectabilis*. O clorofilômetro digital é capaz de mensurar a intensidade da cor verde por intermédio da determinação indireta do teor de clorofila (SALGADO et al., 2012), sendo uma ferramenta prática para avaliação do estado nutricional das plantas.

Pelo fato do nitrogênio compor a estrutura molecular da clorofila (SHARKEY et al., 2013), o índice de clorofila foliar apresentou correlação positiva devido à baixa relação C/N da *C. juncea* e, conseqüentemente, maior mineralização (Tabela 3). É, portanto, de se esperar que estas plantas possam apresentar maior nível de produtividade.

Tabela 5 - Desdobramento da interação entre espécies de plantas de cobertura e doses do estimulante GeoRaiz Gram para o índice de clorofila foliar de plantas de feijão, cultivar BRS Estilo. Selvíria - MS, Brasil, 2016.

| Cobertura | Dose do GeoRaiz Gram (mL 50kg ⁻¹ de sementes) | | | |
|--------------------------|--|-------|----------------|---------|
| | 0 | 200 | 400 | 600 |
| | Índice de clorofila foliar (florescimento) | | | |
| <i>C. juncea</i> | 34,37 | 33,17 | 33,80 | 37,64 a |
| <i>U. ruziziensis</i> | 32,35 | 34,83 | 34,00 | 33,13 b |
| <i>P. glaucum</i> | 31,95 | 34,69 | 32,97 | 32,57 b |
| <i>C. spectabilis</i> | 33,37 | 33,43 | 32,00 | 33,24 b |
| Regressão | | | | |
| Variável | Modelo Ajustado | | R ² | |
| <i>Crotalaria juncea</i> | $y = -2E^{-5} x^2 + 0,0133 x + 32,51$ | | 0,8440 | |

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. Fonte: Elaboração do autor.

O desdobramento da interação significativa entre plantas de cobertura x doses do estimulante GeoRaiz Gram para o comprimento da raiz principal das plantas de feijão (Tabela 6). As plantas de feijão em desenvolvimento sobre a *U. ruziziensis* e a *C. spectabilis* não apresentaram maior crescimento da raiz principal pelo aumento das doses. O comprimento da raiz principal foi semelhante em todas as plantas, indicando que o aumento da dose não promoveu crescimento radicular. Porém o uso de estimulante radicular é uma prática que tem potencial e por ser de baixo custo pode proporcionar um incremento e melhor custo/benefício ao produtor, fato observado por Almeida et al. (2016), em experimento com doses de estimulante em feijão, cultivar Bola Cheia, onde verificaram a vantagem custo/benefício no ganho em desenvolvimento radicular e, conseqüentemente, em produtividade ao utilizar uma dose intermediária do produto.

Tabela 6 - Desdobramento da interação entre espécies de plantas de cobertura e doses do estimulante GeoRaiz Gram para o comprimento da raiz principal de plantas de feijão, cultivar BRS Estilo. Selvíria – MS, Brasil, 2016.

| Cobertura | Dose do GeoRaiz Gram (mL 50kg ⁻¹ de sementes) | | | |
|-----------------------|--|-------|----------------|-------|
| | 0 | 200 | 400 | 600 |
| | Comprimento da raiz principal | | | |
| <i>C. juncea</i> | 16,50 bc | 15,71 | 19,04 | 16,21 |
| <i>U. ruziziensis</i> | 20,38 a | 17,38 | 18,38 | 16,50 |
| <i>P. glaucum</i> | 14,08 c | 14,33 | 18,75 | 15,00 |
| <i>C. spectabilis</i> | 20,04 ab | 15,50 | 15,33 | 15,21 |
| Regressão | | | | |
| Variáveis | Modelo Ajustado | | R ² | |
| <i>C. spectabilis</i> | $y = 3E^{-5} x^2 - 0,0239 x + 19,82$ | | 0,9436 | |
| <i>P. glaucum</i> | $y = -2E^{-5} x^2 - 0,0186 x + 13,47$ | | 0,4634 | |

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. Fonte: Elaboração do autor.

Entre as espécies de plantas de cobertura e para a interação plantas de cobertura x doses do estimulante GeoRaiz Gram, nenhuma diferença significativa foi encontrada para os teores de macronutrientes, micronutrientes e proteína bruta observados nas folhas de feijoeiro (Tabela 7). Porém, os teores encontrados de macronutrientes, micronutrientes e proteína bruta foram adequados para os feijoeiros que se desenvolveram sobre todas as espécies de plantas de cobertura, indicando que em termos nutricionais há potencial para obtenção de níveis de produtividade. Dentre os macronutrientes, o enxofre foi o único que apresentou diferença significativa para o efeito das doses, onde a função $y = -1E-05x^2 + 0,0094x + 2,82$ ($R^2=0,8707$) se ajustou aos dados, com dose ótima de 200 mL. Um diferencial foi a presença desse nutriente na composição do produto GeoRaiz Gram aplicado às sementes no momento da semeadura direta.

Tabela 7 – Resumo da análise de variância; valores médios para macronutrientes (g kg⁻¹), micronutrientes (mg kg⁻¹) e proteína bruta (%) por espécie de planta de cobertura e doses do estimulante GeoRaiz Gram, em folhas de feijão, cultivar BRS Estilo e regressão. Selvíria – MS, Brasil, 2016.

| | N | P | K | Ca | Mg | S | Cu | Fe | Mn | Zn | PB |
|--------------------------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|
| Quadrados médios | | | | | | | | | | | |
| Bloco | 15,19 ^{ns} | 2,39 ^{ns} | 5,49 ^{ns} | 15,09 ^{ns} | 1,43 ^{**} | 152,47 ^{**} | 81,35 ^{ns} | 80827,68 ^{ns} | 670748,18 ^{**} | 8190,89 ^{**} | 0,0012 ^{ns} |
| Cobertura | 29,10 ^{ns} | 1,65 ^{ns} | 1,52 ^{ns} | 0,23 ^{ns} | 0,38 ^{ns} | 2,07 ^{ns} | 451,60 ^{ns} | 249707,60 ^{ns} | 4918,93 ^{ns} | 189,97 ^{ns} | 0,0022 ^{ns} |
| Dose | 22,09 ^{ns} | 1,45 ^{ns} | 1,17 ^{ns} | 0,12 ^{ns} | 0,50 ^{ns} | 8,78 ^{**} | 1334,44 ^{ns} | 71899,72 ^{ns} | 6224,02 ^{ns} | 579,35 ^{ns} | 0,0017 ^{ns} |
| Cobertura*Dose | 9,42 ^{ns} | 0,94 ^{ns} | 1,61 ^{ns} | 1,90 ^{ns} | 0,15 ^{ns} | 0,80 ^{ns} | 636,98 ^{ns} | 121769,27 ^{ns} | 6985,84 ^{ns} | 155,50 ^{ns} | 0,0007 ^{ns} |
| CV (%) | 6,20 | 19,83 | 10,32 | 17,68 | 11,79 | 36,64 | 79,30 | 49,77 | 33,58 | 29,00 | 1,27 |
| Médias das variáveis por fator | | | | | | | | | | | |
| Cobertura | (g kg ⁻¹) | | | | | (mg kg ⁻¹) | | | | | (%) |
| <i>C. juncea</i> | 56,34 | 4,64 | 27,47 | 13,49 | 5,45 | 3,12 | 32,69 | 951,50 | 608,56 | 108,94 | 35,21 |
| <i>U. ruziziensis</i> | 58,74 | 5,31 | 27,32 | 13,51 | 5,51 | 3,88 | 36,38 | 802,20 | 614,25 | 105,06 | 36,71 |
| <i>P. glaucum</i> | 58,21 | 5,01 | 26,82 | 13,35 | 5,60 | 3,84 | 45,06 | 659,70 | 645,06 | 107,50 | 36,38 |
| <i>C. spectabilis</i> | 56,03 | 4,65 | 27,46 | 13,26 | 5,23 | 3,46 | 35,75 | 729,30 | 608,44 | 101,06 | 35,02 |
| Doses (mL 50kg ⁻¹) | | | | | | | | | | | |
| 0 | 56,23 | 4,80 | 27,65 | 13,36 | 5,25 | 2,72 | 29,94 | 728,80 | 596,69 | 98,88 | 35,15 |
| 200 | 58,89 | 5,30 | 27,26 | 13,51 | 5,66 | 4,42 | 34,06 | 836,90 | 624,19 | 106,00 | 36,81 |
| 400 | 57,54 | 4,92 | 27,12 | 13,31 | 5,37 | 3,91 | 50,75 | 726,90 | 612,06 | 104,25 | 35,96 |
| 600 | 56,66 | 4,58 | 27,05 | 13,42 | 5,52 | 3,26 | 35,06 | 850,20 | 643,38 | 113,44 | 35,41 |
| Regressão | | | | | | | | | | | |
| Variáveis | Modelo ajustado | | | | | R ² | | | | | |
| S | $y = -1E-05x^2 + 0,0094x + 2,82$ | | | | | 0,8707 | | | | | |

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. Teste F: (*) significativo à 0,05%, (**) significativo à 0,01% e (ns) não significativo à 5%. CV – Coeficiente de variação. Fonte: Elaboração do autor.

Quando são observados os valores médios para número de vagens por planta, número de semente por vagem, número de semente por planta, massa de 100 sementes, massa de palha, relação grão/palha e a produtividade de grãos de feijão BRS Estilo em função das espécies de plantas de cobertura e doses do estimulante GeoRaiz Gram (Tabela 8), verifica-se que nenhuma diferença significativa foi observada entre as espécies de plantas de cobertura, assim como interação entre plantas de cobertura x doses. Para doses, somente ocorreu diferenças significativas para a relação grão/palha onde função $y = 4E-07x^2 - 0,0003x + 0,64$ ($R^2 = 0,9495$), foi a que melhor se ajustou aos dados.

Para o número de vagens por planta e de sementes por planta não foram verificadas diferenças significativas com o uso do GeoRaiz Gram, entretanto o mesmo não ocorreu com Rossi (2011) e Cassol (2017) em cultura de feijão e de Bertolin et al. (2010) e Milléo e Monferdini (2004) na cultura da soja, que com estimulantes similares obtiveram aumento no número de vagens por planta e de sementes por planta.

O número de sementes por vagem não apresentou diferenças significativas, mas ficou próximo a 5 (Tabela 8), adequado para a cultura, mas abaixo do encontrado por Cassol (2017) que encontrou 5,5 sementes por vagem de feijão BRS Estilo.

Nenhuma diferença significativa foi encontrada para a massa de 100 sementes, assim como verificado por Dourado Neto et al. (2014) em feijão cultivar Carioca Pitoco, embora no presente trabalho, os valores encontrados para a massa de 100 sementes entre as espécies de plantas de cobertura foram de 28,44g a 29,02g e entre as doses de 27,97g a 29,10g (Tabela 8) superando a marca de 26,00g estimado para a cultivar (EMBRAPA, 2010a) e de 24,75g (CASSOL, 2017) com cultivar BRS Estilo. Com base na relação grão/palha permitiu-se observar a necessidade média de 1,6 gramas de palha de plantas de feijoeiro para gerar 1 grão de feijão (Tabela 8).

A produtividade não foi influenciada pelas espécies de plantas de cobertura ou pelas doses, fato também observado por Alleoni et al. (2000) e Bernardes, Silveira e Mesquita (2010). Entretanto a produtividade encontrada foi elevada, variando de 3,1 t ha⁻¹ a 3,5 t ha⁻¹ (Tabela 8), superiores aos estimados para todas as áreas de plantio pelo Brasil na safra de inverno (EMBRAPA, 2010b), ficando atrás somente quando comparada a produtividade estimada próxima a 4 t ha⁻¹ para o cultivar BRS Estilo em condições máximas (CANAL RURAL, 2014). Sobre a palhada de *P. glaucum* a produtividade do feijoeiro foi de 3500 kg ha⁻¹, superando a máxima encontrada por Bernardes, Silveira e Mesquita (2010), onde obtiveram 2485 kg ha⁻¹ e Toledo e Souza (2006), 3152 kg ha⁻¹. Neste trabalho, sobre as crotalárias *C. juncea* e *C. spectabilis* com produtividades de 3200 e 3500 kg ha⁻¹ respectivamente e a *U. ruziziensis* com

3100 kg ha⁻¹, superaram os resultados de Bernardes, Silveira e Mesquita (2010) com uso de crotalária sp. 1696 kg ha⁻¹ e *Urochloa* sp. 1600 kg ha⁻¹.

Pesquisas com o uso de estimulantes na produção de feijão permitiram observar que pode ocorrer aumento na produtividade de 27% (DOURADO NETO et al., 2014) e 13% (LANA et al., 2009), em relação às plantas testemunhas que não receberam o produto. No presente trabalho, o fato da dose 0 mL ter apresentado a melhor produtividade pode significar que o aporte de nutrientes das espécies de plantas de cobertura foi elevado (Tabela 3) e todas as plantas tiveram quantidades suficientes para o bom crescimento e excelente produtividade.

O custo/benefício que se tem com o uso de estimulante para produção do feijão de alta qualidade fisiológica é compensatório. Muitos são os benefícios, diretos ou indiretos, proporcionados pelo estimulante, que podem contribuir também para a resistência a estresses ambientais (RABÊLO; BAYÃO, 2015). Deve-se dar atenção as áreas onde não ocorre limitação nutricional, pois como comprovado nesta situação não se observa efeitos do produto. Isto dá uma ideia que o produto teria o efeito suprir as plantas em condições onde há limitações.

Tabela 8 – Resumo da análise de variância; valores médios para vagem/planta (und), semente/vagem (und), semente/planta (und), massa de 100 sementes (g), palha (g), grão/palha (und/g) e produtividade (kg ha⁻¹) por espécie de planta de cobertura e doses do estimulante GeoRaiz Gram em plantas de feijão, cultivar BRS Estilo e regressão. Selvíria – MS, Brasil, 2016.

| | Vagem/planta | Semente/vagem | Semente/planta | Massa 100 | Palha | Grão/palha | Produtividade |
|--------------------------------|--|--------------------|----------------------|--------------------|------------------------|---------------------|-------------------------|
| Quadrados médios | | | | | | | |
| Bloco | 44,1** | 0,41* | 1363,04** | 12,23** | 6263,56** | 0,028** | 831301,54** |
| Cobertura | 6,82 ^{ns} | 0,08 ^{ns} | 187,67 ^{ns} | 1,48 ^{ns} | 763,64 ^{ns} | 0,003 ^{ns} | 523608,96 ^{ns} |
| Dose | 1,69 ^{ns} | 0,25 ^{ns} | 24,32 ^{ns} | 3,49 ^{ns} | 1423,39 ^{ns} | 0,012* | 229519,48 ^{ns} |
| Cobertura*Dose | 1,92 ^{ns} | 0,07 ^{ns} | 22,70 ^{ns} | 2,62 ^{ns} | 271,28 ^{ns} | 0,001 ^{ns} | 120024,97 ^{ns} |
| CV (%) | 14,93 | 7,58 | 18,48 | 6,22 | 19,15 | 16,61 | 15,09 |
| Médias das variáveis por fator | | | | | | | |
| Cobertura | (und) | (und) | (und) | (g) | (kg ha ⁻¹) | (und) | (kg ha ⁻¹) |
| <i>C. juncea</i> | 11,10 | 4,78 | 53,63 | 28,53 | 5178,33 | 0,62 | 3223,30 |
| <i>U. ruziziensis</i> | 12,34 | 4,73 | 58,39 | 28,44 | 5439,02 | 0,58 | 3160,80 |
| <i>P. glaucum</i> | 12,17 | 4,72 | 57,64 | 29,02 | 6312,40 | 0,55 | 3500,00 |
| <i>C. spectabilis</i> | 12,66 | 4,87 | 61,98 | 28,33 | 5587,88 | 0,63 | 3504,60 |
| Doses (mL 50kg ⁻¹) | | | | | | | |
| 0 | 11,65 | 4,95 | 57,83 | 28,63 | 5379,82 | 0,64 | 3451,40 |
| 200 | 12,01 | 4,66 | 56,19 | 28,61 | 5896,02 | 0,58 | 3388,90 |
| 400 | 12,32 | 4,73 | 58,88 | 27,97 | 5781,40 | 0,58 | 3373,80 |
| 600 | 12,34 | 4,74 | 58,73 | 29,10 | 5422,95 | 0,59 | 3174,70 |
| Regressão | | | | | | | |
| Variáveis | Modelo ajustado | | | R ² | | | |
| Grão/Palha | y = 4E-07x ² – 0,0003x + 0,64 | | | 0,9495 | | | |

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. Teste F: (*) significativo à 0,05%, (**) significativo à 0,01% e (ns) não significativo à 5%. CV – Coeficiente de variação. Fonte: Elaboração do autor.

Não houve interação plantas de cobertura x doses do estimulante GeoRaiz Gram, para os teores de macronutrientes, micronutrientes e proteína bruta nas sementes de feijão (Tabela 9). Em estudo sobre sistema de plantio direto, Perez et al. (2013) observaram o acúmulo de macronutrientes nas sementes de feijão com teores de N (31,8) P (7,6) K (20,1) Ca (3) Mg (3,2) e S (1,2) g kg⁻¹ valores próximos aos encontrados no presente trabalho N (35,2) P (5,6) K (15) Ca (2,1) Mg (2,0) e S (2,0) g kg⁻¹, porém houve superioridade dos resultados deste trabalho no acúmulo de micronutrientes, principalmente com o ferro (101) mg kg⁻¹, contra os (76,1) mg kg⁻¹ de ferro acumulados em trabalho de Perez et.al. (2013) provavelmente pelo uso diferencial do estimulante de desenvolvimento radicular GeoRaiz Gram.

Para o micronutriente manganês (Mn) observou-se diferença significativa entre as espécies de plantas de cobertura, em particular para a *C. juncea* e *C. spectabilis*. Os macronutrientes nitrogênio e enxofre foram diferentes significativamente para doses do estimulante GeoRaiz Gram, onde as respectivas funções $y = -2E-05x^2 + 0,0116x + 34,49$ ($R^2 = 0,9207$) e $y = -4E-06x^2 + 0,0024x + 1,99$ ($R^2 = 0,9952$) foram as que melhores se ajustaram aos dados (Tabela 9), com doses ótimas de 350 mL para nitrogênio e 300 mL para enxofre. Valores médios com diferenças significativas foram encontrados para proteína bruta, onde foi possível observar diferenças para as doses do estimulante GeoRaiz Gram, onde a função $y = -1E-05x^2 + 0,0076x + 21,49$ ($R^2 = 0,9198$) foi a que melhor se ajustou aos dados com dose ótima de 350 mL, e seus valores ficaram acima de 21% e superiores aos encontrados por Pinto (2015) de 19%, também em feijão BRS Estilo.

Tabela 9 – Resumo da análise de variância; valores médios para macronutrientes (g kg⁻¹), micronutrientes (mg kg⁻¹) e proteína bruta (%) por espécie de planta de cobertura e doses do estimulante GeoRaiz Gram em grãos de feijão, cultivar BRS Estilo e regressões. Selvíria – MS, Brasil, 2016.

| | N | P | K | Ca | Mg | S | Cu | Fe | Mn | Zn | PB |
|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| Quadrados médios | | | | | | | | | | | |
| Bloco | 14,08** | 3,35** | 3,77 ^{ns} | 1,23 ^{ns} | 0,06 ^{ns} | 1,03** | 20782,60** | 1898,02 ^{ns} | 31,44 ^{ns} | 627,47 ^{ns} | 0,0030* |
| Cobertura | 3,64 ^{ns} | 1,06 ^{ns} | 0,78 ^{ns} | 0,17 ^{ns} | 0,07 ^{ns} | 0,31 ^{ns} | 2631,40 ^{ns} | 609,31 ^{ns} | 33,69* | 473,64 ^{ns} | 0,0009 ^{ns} |
| Dose | 14,43** | 0,85 ^{ns} | 1,23 ^{ns} | 0,72 ^{ns} | 0,03 ^{ns} | 0,56** | 4808,52 ^{ns} | 2173,31 ^{ns} | 9,60 ^{ns} | 433,31 ^{ns} | 0,0034* |
| Cobertura*Dose | 2,78 ^{ns} | 0,48 ^{ns} | 1,76 ^{ns} | 0,29 ^{ns} | 0,05 ^{ns} | 0,19 ^{ns} | 911,58 ^{ns} | 1502,61 ^{ns} | 16,45 ^{ns} | 470,02 ^{ns} | 0,0006 ^{ns} |
| CV (%) | 5,62 | 12,96 | 10,78 | 30,00 | 12,26 | 20,07 | 79,88 | 46,33 | 15,26 | 54,64 | 1,27 |
| Médias das variáveis por fator | | | | | | | | | | | |
| Cobertura | (g kg ⁻¹) | | | | | (mg kg ⁻¹) | | | | | (%) |
| <i>C. juncea</i> | 35,20 | 5,63 | 15,05 | 2,13 | 2,02 | 2,00 | 65,50 | 101,25 | 23,94a | 31,69 | 22,70 |
| <i>U. ruziziensis</i> | 35,93 | 6,00 | 14,60 | 2,18 | 1,95 | 2,06 | 63,00 | 100,75 | 21,50b | 32,43 | 22,46 |
| <i>P. glaucum</i> | 35,59 | 6,06 | 14,98 | 2,33 | 1,96 | 2,14 | 39,63 | 90,88 | 21,19b | 43,25 | 22,24 |
| <i>C. spectabilis</i> | 35,20 | 6,23 | 14,94 | 2,33 | 2,09 | 2,32 | 66,75 | 89,81 | 23,75ab | 33,19 | 21,93 |
| Doses (mL 50kg ⁻¹) | | | | | | | | | | | |
| 0 | 34,39 | 6,07 | 15,14 | 2,35 | 2,05 | 1,99 | 36,75 | 112,88 | 23,63 | 34,19 | 21,42 |
| 200 | 36,49 | 6,29 | 15,10 | 2,43 | 2,03 | 2,28 | 62,25 | 87,13 | 21,94 | 42,75 | 22,81 |
| 400 | 36,29 | 5,84 | 14,61 | 1,95 | 1,95 | 2,30 | 78,81 | 92,06 | 22,75 | 31,44 | 22,68 |
| 600 | 35,86 | 5,79 | 14,68 | 2,25 | 2,01 | 1,95 | 57,06 | 90,63 | 22,06 | 32,19 | 22,41 |
| Regressão | | | | | | | | | | | |
| Variáveis | Modelo ajustado | | | | | R ² | | | | | |
| N | $y = -2E-05x^2 + 0,0116x + 34,49$ | | | | | 0,9207 | | | | | |
| S | $y = -4E-06x^2 + 0,0024x + 1,99$ | | | | | 0,9952 | | | | | |
| PB | $y = -1E-05x^2 + 0,0076x + 21,49$ | | | | | 0,9198 | | | | | |

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. Teste F: (*) significativo à 0,05%, (**) significativo à 0,01% e (ns) não significativo à 5%. CV – Coeficiente de variação. Fonte: Elaboração do autor.

Foram verificados efeitos de doses para primeira contagem, índice de velocidade de germinação (IVG), germinação total e comprimento da raiz primária (Tabela 10), porém é possível dizer que não ocorreu interação entre plantas de cobertura x doses do estimulante GeoRaiz Gram para o feijão. Para o índice de velocidade de germinação, quanto mais rápida for a velocidade de germinação da semente, menor vulnerabilidade apresentará as condições adversas do ambiente (NAKAGAWA, 1999).

A germinação do cultivar BRS Estilo apresentou valores entre 85 e 91%, semelhante ao encontrado por Pinto (2015), de 88% e Souza (2013), de 87%. Mas a primeira contagem, que precede o teste de germinação, permitiu observar superioridade na germinação inicial nas sementes, fato que pode refletir a boa procedência da semente, a qual permitiria melhor uniformidade em campo. Entretanto para ambos trabalhos, as sementes do cultivar após serem colhidas podem ser utilizadas para semeadura, pois apresentaram germinação acima do padrão recomendado para sementes de feijão, que corresponde 80% de germinação (BRASIL, 2009).

O feijão produzido sobre a palhada de *C. juncea* apresentou maior desenvolvimento da parte do hipocótilo com 11,15 cm sem diferir das plantas de *P. glaucum*, *C. spectabilis*, e o auxílio do estimulante promoveu melhor desenvolvimento da parte raiz com 11,76 cm, quando comparado aos respectivos fatores, hipocótilo 3,67 cm e raiz 8,25 cm, encontrados por Pinto (2015) no mesmo cultivar de feijão, mas, sem a utilização de estimulantes e o aporte das plantas de cobertura.

O efeito de doses do estimulante GeoRaiz Gram apresentou diferenças significativas, onde às funções para o teste de primeira contagem $y = 0,0006x^2 + 0,0381x + 81,07$ ($R^2 = 0,9208$); índice de velocidade de germinação $y = -4E-12x^2 + 2E-06x + 8,54$ ($R^2 = 0,9302$); teste de germinação $y = -4E-11x^2 + 2E-05x + 86,87$ ($R^2 = 0,9528$); e o comprimento da raiz principal $y = -2E-11x^2 + 7E-06x + 10,77$ ($R^2 = 0,7981$) foram as que melhor se ajustaram aos dados (Tabela 10). Por proporcionar resultados expressivos, fica evidente a importância do produto e a necessidade de uso na semeadura do feijão, principalmente para a produção de sementes de alta qualidade.

Tabela 10 – Resumo da análise de variância; valores médios para os testes de 1ª contagem (%), 2ª contagem (%), índice de velocidade de germinação, teste de germinação (%), matéria seca (g), parte hipocótilo (cm) e parte raiz (cm), por espécie de planta de cobertura e doses do estimulante GeoRaiz Gram em plantas de feijão, cultivar BRS Estilo e regressões. Selvíria – MS, Brasil, 2016.

| | 1ª Contagem | 2ª Contagem | IVG | Teste G. | Matéria Seca | Parte Hipocótilo | Parte Raiz |
|--------------------------------|--|----------------------|--------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Quadrados médios | | | | | | | |
| Bloco | 21,42 ^{ns} | 100,73 ^{**} | 0,57 ^{ns} | 0,0042* | 0,013 ^{ns} | 42,35 ^{**} | 47,71 ^{**} |
| Cobertura | 13,42 ^{ns} | 2,56 ^{ns} | 0,12 ^{ns} | 0,0005 ^{ns} | 0,002 ^{ns} | 10,47* | 16,80 ^{ns} |
| Dose | 177,08 ^{**} | 11,73 ^{ns} | 1,49 ^{**} | 0,0043 ^{**} | 0,008 ^{ns} | 6,05 ^{ns} | 57,37 ^{**} |
| Cobertura*Dose | 10,69 ^{ns} | 4,17 ^{ns} | 0,11 ^{ns} | 0,0005 ^{ns} | 0,004 ^{ns} | 5,57 ^{ns} | 5,41 ^{ns} |
| CV (%) | 6,17 | 75,47 | 6,01 | 1,07 | 15,31 | 16,80 | 28,87 |
| Médias das variáveis por fator | | | | | | | |
| Cobertura | (%) | (%) | | (%) | (g) | (cm) | (cm) |
| <i>C. juncea</i> | 84,50 | 3,75 | 8,66 | 88,25 | 0,65 | 11,15 a | 10,99 |
| <i>U. ruziziensis</i> | 83,88 | 3,75 | 8,60 | 87,63 | 0,63 | 10,56 b | 10,40 |
| <i>P. glaucum</i> | 85,50 | 3,00 | 8,72 | 88,50 | 0,65 | 10,60 ab | 11,06 |
| <i>C. spectabilis</i> | 85,88 | 3,88 | 8,80 | 89,76 | 0,64 | 10,80 ab | 11,06 |
| Doses (mL 50kg ⁻¹) | | | | | | | |
| 0 | 82,00 | 3,63 | 8,40 | 85,63 | 0,64 | 11,08 | 10,43 |
| 200 | 88,63 | 2,38 | 8,99 | 91,01 | 0,63 | 10,76 | 11,76 |
| 400 | 82,25 | 4,25 | 8,46 | 86,50 | 0,62 | 10,6 | 10,68 |
| 600 | 86,88 | 4,13 | 8,92 | 91,00 | 0,67 | 10,65 | 10,65 |
| Regressão | | | | | | | |
| Variáveis | Modelo ajustado | | | R ² | | | |
| 1ª Contagem | y = 0,0006x ² + 0,0381x + 81,07 | | | 0,9208 | | | |
| IVG | y = -4E-12x ² + 2E-06x + 8,54 | | | 0,9302 | | | |
| Teste G. | y = -4E-11x ² + 2E-05x + 86,87 | | | 0,9528 | | | |
| Parte Raiz | y = -2E-11x ² + 7E-06x + 10,77 | | | 0,7981 | | | |

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. Teste F: (*) significativo à 0,05%, (**) significativo à 0,01% e (ns) não significativo à 5%. CV – Coeficiente de variação. Fonte: Elaboração do autor.

Para a condutividade elétrica, envelhecimento acelerado, teste de frio e teor de água nos grãos, nenhuma diferença significativa foi encontrada entre as espécies de plantas de cobertura, entre doses e também não houve interação entre plantas de cobertura x doses do estimulante GeoRaiz Gram para o feijão (Tabela 11). Porém verifica-se que as sementes apresentaram elevada qualidade, indicando que não há efeito negativo do produto sobre a qualidade das sementes.

Para a condutividade elétrica observou-se valores entre 56,90 a 63,64 $\mu\text{s cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, muito baixos quando comparado aos 116,32 encontrado por Pinto (2015) no mesmo cultivar, BRS Estilo, o que se permite dizer que as sementes do presente trabalho por possuírem baixa condutividade, apresentaram alta qualidade, indicando boa integridade de membranas e menor deterioração (VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999). O teste de envelhecimento acelerado apresentou plântulas normais de 92 a 94 %, com temperaturas mais elevadas, e o teste de frio de 85 a 90 %, com temperaturas mais baixas, o que indica que as sementes produzidas do cultivar BRS Estilo possuem excelente poder germinativo em diferentes condições ambientais.

O teor de umidade dos grãos ficou ao redor de 12%, ligeiramente abaixo dos 13% que seria o ideal para a cultura, para que não ocorram deteriorações aceleradas (Andrade et al., 2006), devido ao aumento do seu processo respiratório, o que favorece o crescimento de fungos e micotoxinas (EIFERT; UTINO, 2017).

Tabela 11 – Resumo da análise de variância; valores médios para condutividade elétrica ($\text{us cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$), envelhecimento acelerado (%), teste de frio (%) e umidade dos grãos (%), por espécie de planta de cobertura e doses do estimulante GeoRaiz Gram em plantas de feijão, cultivar BRS Estilo. Selvíria – MS, Brasil, 2016.

| | Condutividade E. | Envelhecimento A. | Teste Frio | Umidade dos Grãos |
|--------------------------------|--|----------------------|----------------------|-----------------------|
| Quadrados médios | | | | |
| Bloco | 847,63** | 0,0016* | 0,0053** | 0,00041* |
| Cobertura | 106,27 ^{ns} | 0,0004 ^{ns} | 0,0020 ^{ns} | 0,00004 ^{ns} |
| Dose | 75,98 ^{ns} | 0,0002 ^{ns} | 0,0026 ^{ns} | 0,00010 ^{ns} |
| Cobertura*Dose | 30,11 ^{ns} | 0,0005 ^{ns} | 0,0006 ^{ns} | 0,00007 ^{ns} |
| CV (%) | 11,74 | 0,80 | 1,04 | 0,55 |
| Médias das variáveis por fator | | | | |
| Cobertura | ($\text{us cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$) | (%) | (%) | (%) |
| <i>C. juncea</i> | 61,86 | 92,00 | 89,63 | 12,11 |
| <i>U. ruziziensis</i> | 62,08 | 92,75 | 86,63 | 12,06 |
| <i>P. glaucum</i> | 56,90 | 94,25 | 85,13 | 12,08 |
| <i>C. spectabilis</i> | 62,21 | 92,88 | 88,38 | 12,01 |
| Doses (mL 50kg ⁻¹) | | | | |
| 0 | 63,64 | 93,38 | 85,88 | 12,07 |
| 200 | 58,35 | 92,13 | 87,50 | 11,98 |
| 400 | 60,70 | 92,75 | 85,88 | 12,08 |
| 600 | 60,37 | 93,63 | 90,50 | 12,13 |

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. Teste F: (*) significativo à 0,05%, (**) significativo à 0,01% e (ns) não significativo à 5%. CV – Coeficiente de variação. Fonte: Elaboração do autor.

4.3 ESTIMULANTE A BASE DE *BACILLUS SUBTILIS*

Não foram verificadas diferenças significativas em função das espécies de plantas de cobertura no estande inicial do feijoeiro (Tabela 12), porém essa diferença foi verificada no estande final, onde foi observado maior número de plantas nas áreas sobre palhadas de *Urochloa ruziziensis* e *Pennisetum glaucum*, milheto. Provavelmente o ambiente sobre estas palhadas pode ter favorecido a sobrevivência das plantas de feijão, ou de alguma forma o estimulante a base de *Bacillus subtilis*, aplicado às sementes promoveu maior emergência e crescimento de plantas, fato verificado por outros pesquisadores em feijão caupi (ARAÚJO; ARAÚJO; SOUZA, 2012), em feijão comum (MARTINS, 2013; SILVA, 2015 e LAZZARETTI; MELO, 2005), feijão guandu (MANJULA; PODILE, 2005), feijão FT Bionobre (KUSDRA, 2002), e em outras culturas como soja, café (ARAÚJO, 2008), algodão (HAFEEZ et al., 2004; FILHO, 2016), trigo (BERTELLA et al., 2016), milho (SHARMA; JOHRI, 2003 e LIMA, 2010), sibipiruna (BRANDÃO; BRANDÃO, 2016), sangria d'água e eucalipto (BETTIO; ARAUJO, 2015), rúcula (SANTOS, 2016).

As rizobactérias são importantes no biocontrole de doenças (HAMMAMI et al., 2009), que além de apresentarem menor agressividade ao meio ambiente, possuem potencial para o uso no controle alternativo de patógenos de plantas (SBALCHEIRO, 2010), auxiliando na redução do uso de produtos químicos que causam distúrbios ambientais (LANNA; FERRO; PINHO, 2010). Em feijão, Rocha et al. (2016) utilizaram o *B. subtilis* em busca do controle da murcha-de-curtobacterium em feijão, doença causada pela bactéria *Curtobacterium flaccumfaciens* e obtiveram eficiência no controle. Em soja, Heck et al. (2014) observaram que a aplicação preventiva de *B. subtilis*, tem potencial para controle de *Sclerotinia sclerotiorum*, mofo branco, possivelmente, por isso a ausência dessa doença na área deste estudo, já que em anos anteriores, esta doença causou grandes perdas em experimentos na área.

Para o comprimento da raiz principal, não se verificaram efeitos do estimulante. Entretanto, Raasch, Bonaldo e Oliveira (2013) verificaram que a utilização do produto a base de *B. subtilis* promoveu maior índice de emissão de raízes, propiciando melhoria na qualidade no sistema radicular e incremento no crescimento da parte aérea de mudas de eucalipto.

O índice de clorofila foliar apresentou diferença significativa para efeito de doses do estimulante a base de *B. subtilis*, onde a função $y = 1E-11x^2 - 7E-06x + 35,62$ ($R^2 = 0,9080$) foi a que melhor se ajustou aos dados. Com o mesmo estimulante, Lima et al. (2011) observaram aumento no teor de clorofila em plantas de milho. Já Medeiros et al. (2015) em tomateiro,

constatarem que além de aumentar a área fotossintética e o teor de clorofila, o bioproduto proporcionou plantas mais vigorosas e com maior área foliar favorecendo uma melhor qualidade da matéria prima, melhorando a produtividade. Também em tomateiro, Bertolin, Salles e Augustin (2016), verificaram que além de melhorar a produtividade, o estimulante aumentou o comprimento de raiz.

Tabela 12 – Resumo da análise de variância; valores médios para estande inicial (plantas m⁻¹), estande final (plantas m⁻¹), índice de clorofila foliar e comprimento da raiz principal (cm) por espécie de planta de cobertura e doses do estimulante a base de *Bacillus subtilis*, em plantas de feijão, cultivar BRS Estilo e regressão. Selvíria – MS, Brasil, 2016.

| | Estande Inicial | Estande Final | Ind. Clorofila | Comp. Raiz Principal |
|--------------------------------|--|----------------------------|---------------------|----------------------|
| Quadrados médios | | | | |
| Bloco | 4,08 ^{ns} | 4,36 ^{ns} | 69,96* | 14,85 ^{ns} |
| Cobertura | 10,83 ^{ns} | 14,16* | 13,56 ^{ns} | 14,96 ^{ns} |
| Dose | 4,21 ^{ns} | 0,85 ^{ns} | 48,08* | 5,24 ^{ns} |
| Cobertura*Dose | 3,03 ^{ns} | 1,24 ^{ns} | 26,73 ^{ns} | 8,90 ^{ns} |
| CV (%) | 10,63 | 10,20 | 11,48 | 20,26 |
| Médias das variáveis por fator | | | | |
| Cobertura | (plantas m ⁻¹) | (plantas m ⁻¹) | | (cm) |
| <i>C. juncea</i> | 18,09 | 15,63 b | 35,14 | 15,22 |
| <i>U. ruziziensis</i> | 18,41 | 17,36 a | 35,65 | 14,36 |
| <i>P. glaucum</i> | 19,80 | 17,30 a | 34,81 | 15,45 |
| <i>C. spectabilis</i> | 18,05 | 15,78 ab | 35,14 | 14,40 |
| Doses (mL 50kg ⁻¹) | | | | |
| 0 | 18,38 | 16,42 | 35,93 | 14,52 |
| 200 | 17,98 | 16,67 | 34,59 | 15,30 |
| 400 | 19,19 | 16,73 | 35,53 | 14,88 |
| 600 | 18,83 | 16,23 | 34,68 | 14,73 |
| Regressão | | | | |
| Variáveis | Modelo ajustado | | R ² | |
| Ind. Clorofila | y = 1E-11x ² - 7E-06x + 35,62 | | 0,9080 | |

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. Teste F: (*) significativo à 0,05%, (**) significativo à 0,01% e (ns) não significativo à 5%. CV – Coeficiente de variação. Fonte: Elaboração do autor.

Entre as espécies de plantas de cobertura e para a interação plantas de cobertura x doses do estimulante GeoRaiz Gram, nenhuma diferença significativa foi encontrada para os teores de macronutrientes, micronutrientes e proteína bruta observados nas folhas de feijoeiro (Tabela 13).

Contudo a inoculação dessa rizobactéria, pode incrementar o crescimento, e aumentar o acúmulo de nitrogênio (ARAÚJO; ARAÚJO; SOUZA, 2012; PEDRO, 2012), fósforo, potássio e zinco (GHEVARIYA; DESAI, 2014) às plantas de feijão. Dentre os micronutrientes, o ferro e o manganês foram os únicos que apresentaram diferenças significativas para o efeito de doses, onde as respectivas funções $y = 3E-09x^2 - 0,0008x + 583,45$ ($R^2=0,9037$) e $y = 3E-10x^2 + 7E-05x + 520,40$ ($R^2=0,9924$) foram as que melhores se ajustaram aos dados. O uso de microrganismos com a finalidade de melhorar a disponibilidade de nutrientes às plantas é uma prática importante e necessária para diversas culturas (TEIXEIRA et al., 2010).

Tabela 13 – Resumo da análise de variância; valores médios para macronutrientes (g kg⁻¹), micronutrientes (mg kg⁻¹) e proteína bruta (%) por espécie de planta de cobertura e doses do estimulante a base de *Bacillus subtilis*, em folhas de feijão, cultivar BRS Estilo e regressões. Selvíria – MS, Brasil, 2016.

| | N | P | K | Ca | Mg | S | Cu | Fe | Mn | Zn | PB |
|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|------------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
| Quadrados médios | | | | | | | | | | | |
| Bloco | 12,31 ^{ns} | 1,24* | 95,87** | 5,60 ^{ns} | 0,50 ^{ns} | 72,12** | 111,77 ^{ns} | 490144,68** | 55330,31** | 554,27* | 0,0009 ^{ns} |
| Cobertura | 7,05 ^{ns} | 0,54 ^{ns} | 1,31 ^{ns} | 0,79 ^{ns} | 0,20 ^{ns} | 0,05 ^{ns} | 152,89 ^{ns} | 18067,31 ^{ns} | 3247,10 ^{ns} | 21,31 ^{ns} | 0,0006 ^{ns} |
| Dose | 3,99 ^{ns} | 0,46 ^{ns} | 1,80 ^{ns} | 4,49 ^{ns} | 1,17 ^{ns} | 0,48 ^{ns} | 338,93 ^{ns} | 294430,18* | 25359,39* | 251,56 ^{ns} | 0,0003 ^{ns} |
| Cobertura*Dose | 12,92 ^{ns} | 0,40 ^{ns} | 12,39 ^{ns} | 4,62 ^{ns} | 0,45 ^{ns} | 0,97 ^{ns} | 244,74 ^{ns} | 61014,32 ^{ns} | 7628,49 ^{ns} | 150,31 ^{ns} | 0,001 ^{ns} |
| CV (%) | 7,17 | 12,93 | 13,36 | 12,83 | 12,49 | 77,70 | 61,91 | 53,47 | 13,62 | 14,44 | 1,43 |
| Médias das variáveis por fator | | | | | | | | | | | |
| Cobertura | (g kg ⁻¹) | | | | | (mg kg ⁻¹) | | | | | (%) |
| <i>C. juncea</i> | 55,51 | 4,29 | 23,94 | 13,44 | 5,82 | 1,14 | 21,25 | 627,90 | 523,81 | 93,69 | 34,70 |
| <i>U. ruziziensis</i> | 56,79 | 4,58 | 23,24 | 13,55 | 5,75 | 1,21 | 25,75 | 565,00 | 543,94 | 95,25 | 35,50 |
| <i>P. glaucum</i> | 56,91 | 4,47 | 23,59 | 13,49 | 5,76 | 1,09 | 26,94 | 635,10 | 558,56 | 96,25 | 35,57 |
| <i>C. spectabilis</i> | 55,99 | 4,17 | 23,60 | 13,06 | 5,56 | 1,19 | 20,88 | 585,80 | 542,00 | 94,13 | 35,00 |
| Doses (mL 50kg ⁻¹) | | | | | | | | | | | |
| 0 | 55,57 | 4,35 | 24,04 | 13,87 | 5,99 | 1,34 | 24,19 | 568,70 | 512,56 | 94,50 | 34,73 |
| 200 | 56,46 | 4,61 | 23,35 | 13,17 | 5,87 | 1,24 | 19,38 | 640,10 | 550,75 | 96,06 | 35,28 |
| 400 | 56,50 | 4,35 | 23,67 | 12,74 | 5,66 | 0,94 | 21,31 | 440,20 | 510,13 | 89,63 | 35,31 |
| 600 | 56,68 | 4,20 | 23,31 | 13,76 | 5,37 | 1,12 | 29,94 | 764,70 | 594,88 | 99,13 | 35,43 |
| Regressão | | | | | | | | | | | |
| Variáveis | Modelo ajustado | | | | | R ² | | | | | |
| Fe | $y = 3E-09x^2 - 0,0008x + 583,45$ | | | | | 0,9037 | | | | | |
| Mn | $y = 3E-10x^2 + 7E-05x + 520,40$ | | | | | 0,9924 | | | | | |

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. Teste F: (*) significativo à 0,05%, (**) significativo à 0,01% e (ns) não significativo à 5%. CV – Coeficiente de variação. Fonte: Elaboração do autor.

O uso de produtos químicos ao longo dos anos vem criando inúmeros problemas, como resistência microbiana, contaminação ambiental, água e solo, e elevação dos custos de produção. Diante destes fatos, faz-se necessário o desenvolvimento de alternativas de controle mais sustentáveis (BRAGA JUNIOR, 2015). Atualmente, destaca-se o controle biológico por meio de microrganismos (SANTOS; SILVIA, 2014), com destaque para as rizobactérias promotoras de crescimento de planta, RPCPs, como o *B. subtilis* utilizado no desenvolvimento desse estudo. São bactérias que vivem e colonizam a rizosfera e que promovem crescimento das plantas (SOTERRO, 2013), podendo proporcionar melhor produtividade.

Com relação aos valores encontrados para número de vagens por planta, semente por vagem, semente por planta, massa de 100 sementes, massa de palha, relação grão/palha e a produtividade de grãos de feijão BRS Estilo em função das espécies de plantas de cobertura e doses do estimulante a base de *B. subtilis* (Tabela 14), verifica-se que nenhuma diferença significativa foi observada entre as espécies de plantas de cobertura, entre doses e na interação entre plantas de cobertura x doses do estimulante.

Para o número de vagens por planta e de sementes por planta não foram verificadas diferenças significativas com o uso do *B. subtilis*, entretanto o mesmo não ocorreu com Cerqueira et al. (2015) em feijão. O número de sementes por vagem variou de 4 a 5 em função das espécies de plantas de cobertura e das doses, ficando dentro do valor normal e adequado para a cultura (Tabela 14).

Nenhuma diferença significativa foi encontrada para a massa de 100 sementes, embora os valores encontrados entre as espécies de plantas de cobertura e entre as doses variaram de 28,74 a 29,37g (Tabela 14) superando a marca de 26,00g estimado para o cultivar BRS Estilo (EMBRAPA, 2010a) e média de 20,17g encontrada por Dourado Neto et al. (2014) no cultivar Carioca Pitoco com o uso de bioestimulante.

Quanto a relação grão/palha foi possível observar a necessidade de 1,6 gramas de palha de plantas de feijoeiro para gerar 1 grama de feijão (Tabela 14). Ressalta-se que esta relação é um componente fisiológico importante pois indica a quantidade de palha necessária para produzir determinada quantidade de grãos o que pode indicar eficiência do cultivar ou do tratamento em converter massa de palha em massa de grãos.

A produtividade não foi influenciada pelas espécies de plantas de cobertura ou pelas doses, porém foi elevada, variando de 3,4 t ha⁻¹ a 3,6 t ha⁻¹ (Tabela 14), superior ao estimado para todas as áreas de plantio, pelo Brasil, na safra de inverno (EMBRAPA, 2010b), ficando atrás somente quando comparada a produtividade estimada de 4 t ha⁻¹ para o cultivar BRS Estilo em condições máximas (CANAL RURAL, 2014).

Pelo baixo custo, o uso do *B. subtilis* é um diferencial na produção de feijão de alta qualidade fisiológica, favorecendo o custo/benefício ao produtor. Trabalhando com a inoculação de *B. subtilis* em soja, Mazzuchelli et al. (2014) observaram ganho de 30,72% em produtividade, ainda em soja com a inoculação de *Bradyrhizobium*, Pardinho e Primieri (2015) chegaram a produtividade de 3354kg ha⁻¹.

Os efeitos de bioestimulantes, doses e formas de aplicação são fatores que podem afetar a produtividade das culturas (DOURADO NETO et al., 2004); Lana et al. (2009) concluíram que a combinação da aplicação do bioestimulante via semente mais via foliar resulta em maior produtividade da cultura do feijoeiro, em relação a aplicação somente via semente ou via foliar. Radons (2016) trabalhando com trigo, verificou que o uso de *B. subtilis* no tratamento de sementes e na parte aérea aumentou o rendimento de grãos.

Tabela 14 – Resumo da análise de variância; valores médios para vagem/planta (und), semente/vagem (und), semente/planta (und), massa de 100 grãos (g), palha (g), grão/palha (und g⁻¹) e produtividade (kg ha⁻¹), por espécie de planta de cobertura e doses do estimulante a base de *Bacillus subtilis*, em plantas de feijão, cultivar BRS Estilo. Selvíria – MS, Brasil, 2016.

| | Vagem/planta | Semente/vagem | Semente/planta | Massa 100 | Palha | Grão/palha | Produtividade |
|--------------------------------|--------------------|--------------------|----------------------|--------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| Quadrados médios | | | | | | | |
| Bloco | 8,54 ^{ns} | 0,09 ^{ns} | 218,28 ^{ns} | 8,74* | 2894,31 ^{ns} | 0,007 ^{ns} | 448586,17 ^{ns} |
| Cobertura | 0,49 ^{ns} | 0,23 ^{ns} | 10,92 ^{ns} | 0,23 ^{ns} | 1287,27 ^{ns} | 0,013 ^{ns} | 52660,90 ^{ns} |
| Dose | 6,21 ^{ns} | 0,10 ^{ns} | 166,08 ^{ns} | 1,74 ^{ns} | 2108,02 ^{ns} | 0,001 ^{ns} | 110944,65 ^{ns} |
| Cobertura*Dose | 1,55 ^{ns} | 0,18 ^{ns} | 83,36 ^{ns} | 1,21 ^{ns} | 490,54 ^{ns} | 0,007 ^{ns} | 190827,88 ^{ns} |
| CV (%) | 16,08 | 7,39 | 18,53 | 4,62 | 20,69 | 16,30 | 13,17 |
| Médias das variáveis por fator | | | | | | | |
| Cobertura | (und) | (und) | (und) | (g) | (kg ha ⁻¹) | (und g ⁻¹) | (kg ha ⁻¹) |
| <i>C. juncea</i> | 14,06 | 4,89 | 68,64 | 29,22 | 6106,41 | 0,57 | 3509,20 |
| <i>U. ruziziensis</i> | 14,16 | 4,82 | 68,52 | 28,94 | 6133,81 | 0,58 | 3578,70 |
| <i>P. glaucum</i> | 13,81 | 5,02 | 69,69 | 29,03 | 6487,44 | 0,56 | 3615,70 |
| <i>C. spectabilis</i> | 13,82 | 5,08 | 70,23 | 29,03 | 5483,67 | 0,66 | 3641,20 |
| Doses (mL 50kg ⁻¹) | | | | | | | |
| 0 | 13,24 | 5,02 | 66,41 | 28,80 | 5772,12 | 0,62 | 3571,70 |
| 200 | 13,79 | 4,91 | 68,07 | 29,30 | 5885,57 | 0,62 | 3665,50 |
| 400 | 14,09 | 4,87 | 68,73 | 29,37 | 5976,27 | 0,61 | 3631,90 |
| 600 | 14,73 | 5,02 | 73,88 | 28,74 | 6568,76 | 0,53 | 3475,70 |

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. Teste F: (*) significativo à 0,05%, (**) significativo à 0,01% e (ns) não significativo à 5%. CV – Coeficiente de variação. Fonte: Elaboração do autor.

Com relação aos teores encontrados de macronutrientes, micronutrientes e proteína bruta em sementes de feijão BRS Estilo em função das espécies de plantas de cobertura e doses do estimulante a base de *B. subtilis* (Tabela 15), nenhuma diferença significativa foi observada entre as espécies de plantas de cobertura e também não ocorreu interação entre as espécies de plantas de cobertura x doses do estimulante.

Dentre os macronutrientes, o fósforo e o magnésio apresentaram diferença significativa em função das doses do estimulante, onde as respectivas funções quadráticas $y = -3E-06x^2 - 0,0011x + 5,28$ ($R^2=0,7196$), e $y = 2E-06x^2 + 0,0016x + 2,25$ ($R^2=0,9506$) foram as que melhores se ajustaram aos dados (Tabela 15).

Tabela 15 – Resumo da análise de variância; valores médios para macronutrientes (g kg⁻¹), micronutrientes (mg kg⁻¹) e proteína bruta (%) por espécie de planta de cobertura e doses do estimulante a base de *Bacillus subtilis*, em grãos de feijão, cultivar BRS Estilo e regressões. Selvíria – MS, Brasil, 2016.

| | N | P | K | Ca | Mg | S | Cu | Fe | Mn | Zn | PB |
|--------------------------------|----------------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|--------------------|-----------------------|
| Quadrados médios | | | | | | | | | | | |
| Bloco | 0,72 ^{ns} | 0,45 ^{ns} | 27,37 ^{**} | 0,89 ^{ns} | 0,07 ^{ns} | 8,55 ^{**} | 5549,90 ^{**} | 4456,96 ^{**} | 49,14 ^{**} | 23,94 [*] | 0,00011 ^{ns} |
| Cobertura | 1,29 ^{ns} | 0,65 ^{ns} | 3,67 ^{ns} | 0,21 ^{ns} | 0,06 ^{ns} | 0,45 ^{ns} | 153,10 ^{ns} | 459,17 ^{ns} | 3,06 ^{ns} | 5,94 ^{ns} | 0,00009 ^{ns} |
| Dose | 5,10 ^{ns} | 0,97 [*] | 2,78 ^{ns} | 0,89 ^{ns} | 0,33 ^{**} | 1,73 ^{ns} | 771,19 ^{ns} | 315,54 ^{ns} | 8,81 ^{ns} | 6,10 ^{ns} | 0,00087 ^{ns} |
| Cobertura*Dose | 4,11 ^{ns} | 0,20 ^{ns} | 3,15 ^{ns} | 0,63 ^{ns} | 0,06 ^{ns} | 0,29 ^{ns} | 1749,45 ^{ns} | 383,82 ^{ns} | 9,85 ^{ns} | 3,65 ^{ns} | 0,00079 ^{ns} |
| CV (%) | 6,59 | 9,28 | 14,52 | 36,13 | 12,99 | 60,70 | 84,66 | 28,82 | 17,21 | 9,01 | 1,43 |
| Médias das variáveis por fator | | | | | | | | | | | |
| Cobertura | (g kg ⁻¹) | | | | | (mg kg ⁻¹) | | | | | (%) |
| <i>C. juncea</i> | 35,13 | 5,15 | 14,20 | 2,15 | 2,11 | 1,14 | 38,06 | 70,00 | 19,31 | 28,13 | 21,95 |
| <i>U. ruziziensis</i> | 34,99 | 5,34 | 14,11 | 1,95 | 2,05 | 1,55 | 34,19 | 79,75 | 19,94 | 29,31 | 21,87 |
| <i>P. glaucum</i> | 34,75 | 5,41 | 13,37 | 2,21 | 2,02 | 1,35 | 32,00 | 74,63 | 19,44 | 28,19 | 21,72 |
| <i>C. spectabilis</i> | 34,85 | 4,96 | 13,29 | 2,10 | 1,97 | 1,31 | 38,38 | 67,63 | 20,25 | 28,00 | 21,78 |
| Doses (mL 50kg ⁻¹) | | | | | | | | | | | |
| 0 | 35,74 | 5,33 | 14,15 | 2,41 | 2,26 | 1,67 | 28,63 | 73,69 | 19,06 | 29,00 | 22,34 |
| 200 | 34,72 | 5,24 | 13,47 | 1,90 | 1,97 | 1,50 | 35,56 | 66,81 | 20,31 | 28,88 | 21,70 |
| 400 | 34,82 | 5,42 | 13,30 | 2,16 | 1,96 | 1,26 | 45,13 | 77,38 | 19,13 | 27,81 | 21,76 |
| 600 | 34,44 | 4,86 | 14,04 | 1,93 | 1,98 | 0,91 | 33,31 | 74,13 | 20,44 | 27,94 | 21,52 |
| Regressão | | | | | | | | | | | |
| Variáveis | Modelo ajustado | | | | | R ² | | | | | |
| P | $y = -3E-06x^2 - 0,0011x + 5,28$ | | | | | 0,7196 | | | | | |
| Mg | $y = 2E-06^2 + 0,0016x + 2,25$ | | | | | 0,9506 | | | | | |

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. Teste F: (*) significativo à 0,05%, (**) significativo à 0,01% e (ns) não significativo à 5%. CV – Coeficiente de variação. Fonte: Elaboração do autor.

A utilização de sementes de alta qualidade é fundamental para a obtenção de sementes uniformes e a produção de plântulas vigorosas, além de minimizar a entrada de fitopatógenos que comprometem o estágio inicial de crescimento das plântulas (BERTELLA et al., 2016).

Com relação a qualidade fisiológica das sementes, primeira e segunda contagens, índice de velocidade de germinação, germinação total, matéria seca, comprimento da parte hipocótilo e da raiz, não houve interação significativa entre as espécies de plantas de cobertura x doses do estimulante a base de *B. subtilis* (Tabela 16).

A rizobactéria *B. subtilis* tem sido utilizada como inoculante (LANZA, et al., 2012) e em estudos “*in vitro*” demonstram atividade antagonista da bactéria biofúngica no controle de doenças (FIGUEIREDO et al., 2011) e fitonematoides (ARAUJO, 2015; SEGATO et al., 2016), porém seu efeito “*in situ*” ainda é limitado (BACON et al., 2001), pois faltam experimentos para comprovar a eficiência na prática. Os feijões produzidos sobre as palhadas de *C. juncea* e *C. spectabilis* apresentaram melhor germinação na primeira contagem, entretanto sem diferir estatisticamente das plantas de *P. glaucum*.

O efeito de doses do estimulante a base de *B. subtilis* apresentou diferenças significativas, onde as funções para o comprimento da parte hipocótilo $y = 2E-05x^2 - 0,0065x + 11,48$ ($R^2 = 0,8462$) e comprimento da parte raiz $y = 7E-06x^2 - 0,0016x + 11,15$ ($R^2 = 0,8334$) foram as que melhor se ajustaram aos dados, com maior desenvolvimento quando aplicado a dose calculada de 600 mL.

A porcentagem de germinação da primeira contagem e do teste de germinação total variaram de 79,25% a 85,25% (Tabela 16) com valores semelhantes com os obtidos por Santos et al. (2011), utilizando também *B. subtilis* em feijão, cultivar Guabiju Vermelho.

Apesar dos excelentes resultados encontrados com a utilização de *B. subtilis*, no desenvolvimento e vigor das plantas, um dos principais problemas encontrados para o uso dessa rizobactéria é a formulação para uso comercial (ARAÚJO, 2008), devido a problemas burocráticos e legislativos (LANNA; FERRO; PINHO, 2010).

Tabela 16 – Resumo da análise de variância; valores médios para os testes de 1ª contagem (%), 2ª contagem (%), índice de velocidade de germinação, teste de germinação (%), matéria seca (g), parte hipocótilo (cm) e parte raiz (cm), por espécie de planta de cobertura e doses do estimulante a base de *Bacillus subtilis*, em plantas de feijão, cultivar BRS Estilo e regressões. Selvíria – MS, Brasil, 2016.

| | 1ª Contagem | 2ª Contagem | IVG | Teste G. | Matéria Seca | Parte Hipocótilo | Parte Raiz |
|--------------------------------|---|---------------------|--------------------|----------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| Quadrados médios | | | | | | | |
| Bloco | 61,90* | 16,23* | 0,88* | 0,0040* | 0,006 ^{ns} | 36,02** | 60,24* |
| Cobertura | 56,06* | 10,73 ^{ns} | 0,45 ^{ns} | 0,0015 ^{ns} | 0,009 ^{ns} | 4,18 ^{ns} | 21,19 ^{ns} |
| Dose | 14,56 ^{ns} | 3,23 ^{ns} | 0,09 ^{ns} | 0,0002 ^{ns} | 0,003 ^{ns} | 204,93** | 93,79** |
| Cobertura*Dose | 12,01 ^{ns} | 8,23 ^{ns} | 0,13 ^{ns} | 0,0006 ^{ns} | 0,007 ^{ns} | 6,51 ^{ns} | 5,20 ^{ns} |
| CV (%) | 4,98 | 96,55 | 5,18 | 0,96 | 11,09 | 16,85 | 28,65 |
| Médias das variáveis por fator | | | | | | | |
| Cobertura | (%) | (%) | | (%) | (g) | (cm) | (cm) |
| <i>C. juncea</i> | 82,25 ab | 3,00 | 8,39 | 85,25 | 0,77 | 11,82 | 11,94 |
| <i>U. ruziziensis</i> | 79,25 b | 2,88 | 8,08 | 81,13 | 0,74 | 11,91 | 11,23 |
| <i>P. glaucum</i> | 80,25 ab | 2,00 | 8,14 | 82,25 | 0,74 | 11,64 | 11,90 |
| <i>C. spectabilis</i> | 83,38 a | 1,25 | 8,41 | 84,63 | 0,71 | 11,55 | 11,36 |
| Doses (mL 50kg ⁻¹) | | | | | | | |
| 0 | 81,88 | 1,88 | 8,29 | 83,76 | 0,75 | 11,31 | 11,03 |
| 200 | 81,88 | 2,38 | 8,32 | 84,26 | 0,73 | 11,33 | 11,46 |
| 400 | 81,50 | 2,00 | 8,26 | 83,50 | 0,73 | 10,88 | 11,22 |
| 600 | 79,88 | 2,88 | 8,15 | 82,76 | 0,76 | 13,40 | 12,72 |
| Regressão | | | | | | | |
| Variáveis | Modelo ajustado | | | R ² | | | |
| Parte Hipocótilo | y = 2E-05x ² - 0,0065x + 11,48 | | | 0,8462 | | | |
| Parte Raiz | y = 7E-06x ² - 0,0016x + 11,15 | | | 0,8334 | | | |

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. Teste F: (*) significativo à 0,05%, (**) significativo à 0,01% e (ns) não significativo à 5%. CV – Coeficiente de variação. Fonte: Elaboração do autor.

Para a condutividade elétrica, envelhecimento acelerado, teste de frio e teor de água nos grãos, nenhuma diferença significativa foi encontrada entre as espécies de plantas de cobertura, entre doses e também não ocorreu interação entre plantas de cobertura x doses do estimulante *B. subtilis* para o feijão (Tabela 17). Verificou-se, contudo, que as sementes apresentaram elevada qualidade, indicando que não há efeito negativo do produto sobre a qualidade das sementes.

A condutividade elétrica foi adequada, com valores baixos e entre 69,41 a 73,99 $\text{us cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, o que se permite dizer que as sementes do presente trabalho apresentaram alta qualidade, indicando boa integridade de membranas e menor deterioração (VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999).

O teste de envelhecimento acelerado apresentou plântulas normais de 91 a 96 %, com temperaturas mais elevadas, e o teste de frio 86 a 89 %, com temperaturas mais baixas, o que indica que as sementes produzidas do cultivar BRS Estilo possuem excelente poder germinativo em diferentes condições ambientais (Tabela 17). Ainda sobre o teste de frio, que apresentou média maior que 86% e superou o resultado de 75% encontrados por Santos et al. (2017) também com o cultivar BRS Estilo, porém possivelmente pela ausência da utilização do estimulante *B. subtilis*.

Os bioestimulantes como produtos biológicos devem ser indicados para aplicação em sementes e plantas, pois promovem alterações dos processos vitais e estruturais (ÁVILA et al., 2008), com objetivo de aumentar a qualidade do sistema radicular, garantindo maior velocidade de emergência, desenvolvimento das plântulas (RAASCH; BONALDO; OLIVEIRA, 2013) e produtividade.

Tabela 17 – Resumo da análise de variância; valores médios para condutividade elétrica ($\text{us cm}^{-1} \text{g}^{-1}$), envelhecimento acelerado (%), teste de frio (%) e umidade dos grãos (%), por espécie de planta de cobertura e doses do estimulante a base de *Bacillus subtilis*, em plantas de feijão, cultivar BRS Estilo. Selvíria – MS, Brasil, 2016.

| | Condutividade E. | Envelhecimento A. | Teste Frio | Umidade dos Grãos |
|--------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Quadrados médios | | | | |
| Bloco | 118,63 ^{ns} | 0,0000400 ^{ns} | 0,00658** | 0,00077 ^{ns} |
| Cobertura | 85,36 ^{ns} | 0,0013500 ^{ns} | 0,00119 ^{ns} | 0,00018 ^{ns} |
| Dose | 10,58 ^{ns} | 0,0032450 ^{ns} | 0,00006 ^{ns} | 0,00009 ^{ns} |
| Cobertura*Dose | 60,57 ^{ns} | 0,0015411 ^{ns} | 0,00076 ^{ns} | 0,00009 ^{ns} |
| CV (%) | 14,23 | 1,22 | 1,01 | 0,89 |
| Médias das variáveis por fator | | | | |
| Cobertura | ($\text{us cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) | (%) | (%) | (%) |
| <i>C. juncea</i> | 69,41 | 96,00 | 88,63 | 11,72 |
| <i>U. ruziziensis</i> | 73,99 | 92,63 | 86,25 | 11,65 |
| <i>P. glaucum</i> | 73,00 | 95,75 | 89,63 | 11,84 |
| <i>C. spectabilis</i> | 74,56 | 95,00 | 88,88 | 11,71 |
| Doses (mL 50kg ⁻¹) | | | | |
| 0 | 73,56 | 94,00 | 88,13 | 11,76 |
| 200 | 72,27 | 91,75 | 88,88 | 11,69 |
| 400 | 73,28 | 96,88 | 88,13 | 11,79 |
| 600 | 71,85 | 96,75 | 88,25 | 11,69 |

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. Teste F: (*) significativo à 0,05%, (**) significativo à 0,01% e (ns) não significativo à 5%. CV – Coeficiente de variação. Fonte: Elaboração do autor.

5 CONCLUSÕES

Considerando as condições edafoclimáticas de realização deste trabalho, pôde-se concluir que:

As plantas de cobertura *Crotalaria juncea* e *Pennisetum glaucum* proporcionaram maior volume de massa seca e elevado aporte de nutrientes para o cultivo de feijoeiro, em sistema de plantio direto.

A inoculação das sementes de feijão com os estimulantes GeoRaiz Gram e *Bacillus subtilis* não proporcionaram ganho em produtividade do feijoeiro.

As sementes produzidas apresentaram alta qualidade fisiológica, com excelente capacidade germinativa e alto vigor, indicando que os tratamentos favoreceram ao feijoeiro a condição de produção de sementes de alta qualidade.

REFERÊNCIAS

- AKHTAR, A.; HISAMUDDIN, M. I.; ROBAB, A.; SHARF, R. Plant growth promoting Rhizobacteria: An overview. **Journal of Natural Product and Plant Resources**, Udaipur, v. 2, n. 1, p.19-31, 2012.
- ALBULQUERQUE, A. W.; SANTOS, J. R.; MOURA FILHO, G.; REIS, L. S. Plantas de cobertura e adubação nitrogenada na produção de milho em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 7, p. 721–726, 2013.
- ALCÂNTARA, F. A.; FURTINI NETO, A. E.; PAULA, M. B.; MESQUITA, H. A.; MUNIZ, J. A. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um latossolo vermelho-escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 2, p. 277 – 288, 2000.
- ALLEONI, B.; BOSQUEIRO, M.; ROSSI, M. Efeito dos reguladores vegetais de Stimulate no desenvolvimento e produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias**, Ponta Grossa, v. 6, n. 1, p. 23-35, 2000.
- ALMEIDA, R.; LIMA, A. H.; LOPES, J. C. F.; LIMA, N. J. R.; OLIVEIRA, R. Viabilidade da utilização do fertilizante aloefertil® na cultura feijão. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE TECNOLOGIA EM AGRONEGÓCIO, Sintagro, 8, 2016, Jales. **Anais... Jales: [S.n.]**, 2016.
- ALMEIDA, O. M.; MELO, H. C.; PORTES, T. A. Growth and yield of the common bean in response to combined application of nitrogen and paclobutrazol. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 29, p. 127-132, 2016.
- ALVARENGA, R. C.; CABEZAS, W. A. L.; CRUZ, J. C.; SANTANA, D. P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte - MG, v. 22, n. 208, p. 25-36, 2001.
- AMABILE, R. F.; FANCELLI, A. L.; CARVALHO, A. M. de. Comportamento de espécies de adubos verdes em diferentes épocas de semeadura e espaçamentos na região dos Cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, p. 47-54, 2000.
- AMBROSANO, E. J.; WUTKE, E. B.; BULISANI, E.; CANTARELLA, H. Feijão. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, 1997. p.194-195. Boletim técnico, 100.
- AMBROSANO, E. J.; TRIVELIN, P. C. O.; CANTARELLA, H.; AMBROSANO, G. M. B.; SCHAMMAS, E. A.; MURAOKA, T.; GUIRADO, N.; ROSSI, F. Nitrogen supply to corn from sunn hemp and velvet bean green manures. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 66, n. 3, p. 386-394, 2009.
- ANDRADE, E. T.; CORREA, P. C.; TEIXEIRA, L. P.; PEREIRA, R. G.; CALOMENI, J. F. Cinética de secagem e qualidade de sementes de feijão. **Engevista**, Niterói, v. 8, n. 2, p. 83-95, 2006.

ANDREOTE, F. D.; GUMIERE, T.; DURRER, A. Exploring interactions of plant microbiomes. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 71, p. 528-539, 2014.

ANDREOTTI, M.; ARALDI, M.; GUIMARÃES, V. F.; FURLANI JUNIOR, E.; BUZETTI, S. Produtividade do milho safrinha e modificações químicas de um Latossolo em sistema plantio direto em função de espécies de cobertura após calagem superficial. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 109-115, 2008.

ARAÚJO, F. F.; CARMONA, F. G.; TIRITAN, C. S.; CRESTE, J. E. Fixação biológica de N₂ no feijoeiro submetido a dosagens de inoculantes e tratamento químico na semente comparado à adubação nitrogenada. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 29, n. 4, p. 535-540, 2007.

ARAÚJO, F. F. Inoculação de sementes com *Bacillus subtilis*, formulado com farinha de ostras e desenvolvimento de milho, soja e algodão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 456-462. 2008.

ARAÚJO, F. F.; ARAÚJO, A. S. F.; SOUZA, M. R. Inoculação do feijão-caupi com rizobactérias promotoras de crescimento e desempenho na produção de biomassa. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, Recife, v. 17, p. 53-58, 2012.

ARAÚJO, F. F. *Bacillus subtilis*: biocontrolador de fitonematoides. **Revista Campo e Negócios**. Disponível em: <<http://www.revistacampoenegocios.com.br/bacillus-subtilis-biocontrolador-de-fitonematoides/>>. Acesso em: 15 out. 2017.

ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S.; NASCIMENTO, V. Manejo do solo, água e nitrogênio no cultivo de feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 2, p. 131-138, 2004.

ARIAS, L. V. A. **Inoculação de *Azotobacter* spp. em sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris*): qualidade fisiológica das sementes e produção de grãos**. 2016. 60 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2016.

ÁVILA, M. R.; BRACCINI, A. G.; SCAPIM, C. A.; ALBRECHT, L. P.; TONIN, T. A.; STULP, M. Aplicação bio-regulador, a eficiência agrônômica e qualidade de sementes de soja. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 65, n. 6, p. 604-612, 2008.

BACON, C. W.; YATES I. E.; HINTON D. M.; MEREDITH F. Biological control of *Fusarium moniliforme* in maize. **Environmental Health Perspectives**, Research Triangle Park, v. 109, p. 325-332, 2001.

BALBINO, L. C.; MOREIRA, J. A. A.; SILVA, J. G.; OLIVEIRA, E. F.; OLIVEIRA, I. P. Plantio direto. In: ARAUJO, R. S. et al. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p. 301-352.

BARROS, J. **Doses de nitrogênio na cultura do milho cultivado em sucessão a plantas de cobertura solteira e consorciadas sob sistema de plantio direto no cerrado**. 2016. 41 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

BERNARDES, T. G.; SILVEIRA, P. M.; MESQUITA, M. A. M. Produtividade do feijoeiro irrigado devido a reguladores de crescimento e culturas antecessoras de cobertura. **Revista Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 2, p. 371-375, 2010.

BERTELLA, M.; DALZOTTO, L.; PAULA, S.; TRENTIN, D.; MILANESI, P. M. Microbiolização e peliculização: efeitos sobre a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja e trigo. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA, 6, 2016, Chapecó. **Anais...** Chapecó: UFFS, 2016.

BERTOLIN, D. C.; SÁ, M. E.; ARF, O. Aumento da produtividade de soja com a aplicação de bioestimulantes. **Revista Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 2, p. 339-347, 2010.

BERTOLIN, E. M.; SALLES, R. F. M.; AUGUSTIN, C. Análise do desenvolvimento do tomateiro em função de tratamento biológico em substrato. In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA, CONTECC, 2016, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: [S.n.], 2016.

BETTIO, D. P.; ARAÚJO, F. F. Uso de *Bacillus subtilis* em substrato comercial para produção de mudas de espécies florestais. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, v. 11, p. 58-65, 2015.

BINSFELD, J. A.; BARBIERI, A. P. P.; HUTH, C.; CABRERA, I. C.; HENNING, L. M. M. Uso de bioativador, bioestimulante e complexo de nutrientes em sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 44, n. 1, p. 88-94, 2014.

BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C.; MATEUS, G. P.; NASCENTE, A. S.; MARTINS, P. O. Intercropping time of corn and palisadegrass or guineagrass affecting grain yield and forage production. **Crop Science**, Madison, v. 53, n. 2, p. 629-636, 2013.

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, 2, JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA FACIG, 1, 2016. **Anais...** Manhuaçu: [S.n.], 2016.

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

BRITO, L. F. **Plantas de cobertura no sistema de plantio direto orgânico do milho em monocultivo e consorciado com feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes*)**. 2016. 77 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2016.

BUNCH, R. **Restoring the soil: a guide for using green manure/covercrops to improve the food security of smallholder farmers**. Winnipeg: Canadian Foodgrains Bank, 2012. 104 p.

CAMPOS, J. C. D.; MACHADO, V. S.; SILVA, D. D. A.; CAMARGO, F. R. T.; VESPUCCI, I. L.; ROCHA, I. J. F.; ALVES, S. M. F. Determinação do diâmetro do rolo de germinação e do número de sementes para realização do teste de comprimento de plântulas de feijão. In: CONGRESSO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UEG – INOVAÇÃO: INCLUSÃO SOCIAL E DIREITOS, 3, 2016, Anápolis. **Anais...** Anápolis: UEG, 2016. V. 3.

CARGNIN, A.; ALBRECHT, J. C. **BRS Estilo**: nova cultivar de feijoeiro comum do grupo comercial carioca para o Distrito Federal. Março 2010. Comunicado Técnico 169.

CARMEIS FILHO, A. C. A.; CUNHA, T. P. L.; MINGOTTE, F. L. C.; AMARAL, C. B.; LEMOS, L. B.; FORNASIERI FILHO, D. Adubação nitrogenada no feijoeiro após palhada de milho e braquiária no plantio direto. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 2, p. 66 – 75, 2014.

CARVALHO, V. F. P. **Qualidade de *Cotesia flavipes cameron*, 1891 (hymenoptera: braconidae) produzida por biofábricas do estado de São Paulo**. 2017. 82 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2017.

CASSOL, F. D. R.; **Características agrônômicas, nutricionais e tecnológicas de grãos de feijão carioca armazenados, cultivados em sistemas orgânico e convencional**. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2017.

CASTILLO, G. **A contribuição do sistema de plantio direto para maior lucratividade na produção agrícola**: 3RLAB. Lavras: Universidade Federal de Lavras.

CASTRO, C. M.; ALMEIDA, D. L.; RIBEIRO, R. L. D.; CARVALHO, J. F. Plantio direto, adubação verde e suplementação com esterco de aves na produção orgânica de berinjela. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, p. 495- 502, 2005.

CECCON, G.; BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C. Modalidade e métodos de implantação do consórcio milho-braquiária. In: CECCON, G. (Ed.). **Consórcio milho-braquiária**. Brasília: Embrapa, 2013. p. 25-46.

CERQUEIRA, W. F.; MORAIS, J. S.; MIRANDA, J. S.; MELLO, I. K. S.; SANTOS, A. F. J. Influência de bactérias do gênero *Bacillus* sobre o Crescimento de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 11, n. 20, p. 82, 2015.

CIAT - International Center for Tropical Agriculture. **About beans**. Colômbia, 2015. Disponível em: <<http://ciat.cgiar.org/what-we-do/breeding-better-crops/beans/>> Acesso em: 19 abr. 2017.

COLLIER, L. S.; KKUCHI, F. Y.; BENÍCIO, L. P. F.; SOUZA, S. A. Consórcio e sucessão de milho e feijão-de-porco como alternativa de cultivo sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 3, p. 306-313, 2011.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Conjuntura agropecuária do feijão**. Junho 2015. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_07_09_16_20_14_conjuntura_agropecuaria_do_feijao_-_junho_2015.pdf>. Acesso em: 19 abril 2017.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, sétimo levantamento. Safra 2016/17. Abril 2017a. Disponível em:<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_04_17_17_20_55_boletim_graos_a_br_2017.pdf>. Acesso em: 19 abril 2017.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, décimo segundo levantamento. v.4, Safra 2016/17. Setembro 2017b. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_09_12_10_14_36_boletim_graos_setembro_2017.pdf>. Acesso em: 19 abril 2017.

CANAL RURAL. **Qualidade**: conheça as cultivares oferecidas pela Embrapa para o cultivo de feijão de primeira safra. Disponível em: <<http://www.canalrural.com.br/noticias/agricultura/conheca-cultivares-oferecidas-pela-embrapa-para-plantio-feijao-primeira-safra-26602>>. Acesso em: 21 set. 2017.

CORRÊA, A. L.; ABBOUD, A. C. S.; GUERRA, J. G. M.; DE AGUIAR, L. A.; RIBEIRO, R. L. D. Green manure by intercropping crotalaria with baby corn before kale under organic management. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n. 6, p. 956, 2014.

CORSINI, D. C.; CASSIOLATO, A. M. R. Microbiologia do solo e fixação simbiótica do nitrogênio. In: ARF, O.; LEMOS, L. B.; SORATTO, R. P.; FERRARI, S. (Ed.). **Aspectos gerais da cultura do feijão: *Phaseolus vulgaris* L.** Botucatu: UNESP, 2015. p. 111-116.

CRUSCIOL, C. A. C.; MATEUS, G. P.; NASCENTE, A. S.; MARTINS, P. O.; BORGHI, E.; PARIZ, C. M. An innovative crop-forage intercrop system: early cycle soybean cultivars and palisadegrass. **Agronomy Journal**, Madison, v. 104, p. 1085-1095, 2012.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; ALVARENGA, R. C.; GONTIJO NETO, M. M.; VIANA, J. H. M.; OLIVEIRA, M. F.; SANTANA, D. P. Manejo da cultura do milho. In: CRUZ, J. C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M. A. R.; MAGALHÃES, P. C. (Ed.). **A cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. p. 171-197.

DONEDA, A.; AITA, C.; GIACOMINI, S. J.; MIOLA, E. C. C.; GIACOMINI, D. A.; SCHIRMANN, J.; GONZATTO, R. Fitomassa e decomposição de resíduos de plantas de cobertura puras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 36, n. 6, p. 1714-1723, 2012.

DOURADO NETO, D.; DARIO, J. A.; JÚNIOR, P. A. MANFRON, P. A.; MARTIN, T. N.; GARCIA, R. A. Aplicação e influência do fitorregulador no crescimento das plantas de milho. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 11, n. 1, p. 1-9. 2004.

DOURADO NETO, D.; DARIO, G. J. A.; BARBIERI, A. P. P.; MARTIN, T. N. Ação de bioestimulante no desempenho agrônômico de milho e feijão. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, v. 1, p. 371-379, 2014.

DUTRA, A. F.; ARAUJO, M. M.; RORATO, D. G.; MIETH, P. Germinação de sementes e emergência de plântulas de *Luehea divaricata* Mart. et. Zucc. em diferentes substratos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 2, p. 411-418, 2016.

EIFERT, E. C.; UTINO, S. **Beneficiamento e armazenamento** – feijão. Ageitec – Agência Embrapa de informação e tecnologia. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/feijao/arvore/CONT000gvxxn79j02wx7ha0g934vghisa0nv.html>>. Acesso em: 28 set. 2017.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **BRS estilo**: nova cultivar de feijoeiro comum do grupo comercial carioca para o Distrito Federal. Brasília, DF: Embrapa, 2010a. Comunicado técnico 169.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **BRS estilo** – feijão carioca – uma nova referência para o mercado. 2010b.

FABIAN, A. J. **Plantas de cobertura**: efeito nos atributos do solo e na produtividade de milho e soja em rotação. 99 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

FARINELLI, R.; LEMOS, L. B. Nitrogênio em cobertura na cultura do milho em preparo convencional e plantio direto consolidados. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 1, p. 63-70, 2012.

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE PLANTIO DIRETO NA PALHA. **Plantio Direto** – A tecnologia que revolucionou a agricultura brasileira. 1ª edição. 2015. 73 p. Disponível em: <http://febrapdp.org.br/download/publicacoes/LIVRO_PLANTIO_DIRETO_WEB.pdf>. Acesso em: 20 out 2017.

FERNANDES, N. Ferramentas para qualidade de sementes no tratamento de sementes profissional. Avanços no tratamento e recobrimento de sementes. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v. 20, n. 3, p. 56, 2010.

FERRAIRO, G. R.; MOREIRA, S. D.; BERGAMINI, M. A. P.; TOMAZ, R. S.; LIMA, R. C. Índice de emergência, incremento de palha e produtividade de forragem de milho em Sistema de Plantio Direto (SPD) sobre influência de diferentes coberturas vegetais. Unesp Dracena, 2016. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS CRISE: TECNOLOGIAS PARA A SUPERAÇÃO DE DESAFIOS NO SETOR AGRÁRIO, 1, 2016, Dracena. **Anais...** Dracena: Unesp, 2016.

FIGUEIREDO J. E. F.; TEIXEIRA, M. A.; BRESSAN, W.; PINTO, N. F. J.; CASELA, C. R. L. **Avaliação da atividade antagonista da bactéria endofítica CNPMS-22 sobre fungos fitopatogênicos *in vitro***. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. Comunicado técnico, 186.

FLOSS, E. Benefícios da biomassa de aveia ao sistema de semeadura direta. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, n. 57, p. 25-29, 2000.

FORMENTINI, E. A.; LÓSS, F. R.; BAYERL, M. P.; LOVATI, R. D.; BAPTISTI, E. **Cartilha sobre adubação verde e compostagem**. Vitória: Incaper, 2008. 27 p.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. A importância do uso de sementes de soja de alta qualidade. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v. 20, p. 37-38, 2010.

GEOCLEAN. **Nutrição e proteção de plantas, GeoRaiz Gram**. Disponível em: <<http://www.geoclean.ind.br/georaiz-gram.php>>. Acesso em: 30 abr. 2017.

GHEVARIYA, K. K.; DESAI, P. B. Rhizobacteria of sugarcane: in vitro screening for their plant growth promoting potentials. **Research Journal of Recent Sciences**, Indore, v. 3, p. 52-58, 2014.

GONZAGA, A. C. O. **Feijão: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2014. 247 p.

GÖRGEN, C. A.; SILVEIRA NETO, A. N.; CARNEIRO, L. C.; RAGAGNIN, V. A.; LOBO JUNIOR, M. Controle do mofo-branco com palhada e *Trichoderma harzianum* 1306 em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília DF, v. 44, p. 1583-1590, 2009.

GUIMARÃES, D. S. N. **Bactérias fixadoras de nitrogênio no desenvolvimento, produção e qualidade da cana de açúcar**. 2016. 46 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia – MG, 2016.

HAFEEZ, F. Y.; SAFDAR, M. E.; CHAUDHRY, A. U.; MALIK, K. A. Rhizobial inoculation improves seedling emergence, nutrient uptake and growth of cotton. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Collingwood, v. 44, n. 6, p. 617-622, 2004.

HAMMAMI, I.; RHOUMA, A.; JAOUADI, B.; REBAI, A.; NESME, X. Optimization and biochemical characterization of a bacteriocin from a newly isolated *Bacillus subtilis* strain 14B for biocontrol of *Agrobacterium* spp. strains. **Letters in Applied Microbiology**, Chichester, v. 48, p. 253–260, 2009.

HECK, D. W.; DORIGHELLO, D. V.; FORNER, C.; BETTIOL, W. **Biocontrole de mofo branco em soja com *Bacillus* spp.** Disponível em: <<https://www.embrapa.br/web/mobile/publicacoes/-/publicacao/1004793/biocontrole-d-mofo-branco-em-soja-com-bacillus-spp>> Acesso em: 15 Out. 2017.

BRAGA JUNIOR, G. M. **Eficiência de *Bacillus subtilis* no biocontrole de fitopatógenos e promotor de crescimento vegetal**. 2015. 87 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, 2015.

KAPPES, C. **Coberturas vegetais, manejo do solo e doses de nitrogênio em cobertura na cultura do milho**. 2012. 206 f. Tese (Doutorado em Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2012.

KAPPES, C.; ZANCANARO, L. Sistemas de consórcios de braquiária e de crotalárias com a cultura do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 14, p. 219-234, 2015.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 431 p.

KLIEMANN, H. J.; BRAZ, A. J. P. B.; SILVEIRA, P. M. da. Taxas de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em Latossolo Vermelho distroférrico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Brasília, DF, v. 36, p. 21-28, 2006.

- KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H.; STONE, L. F.; COBUCCI, T. Integração lavoura-pecuária e o manejo de plantas daninhas. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, v. 1, n. 106, p. 1-20, 2004.
- KLUTHCOUSKI, J.; CORDEIRO, L. A. M.; CECCON, G.; OLIVEIRA, P. Braquiária na agropecuária brasileira: uma história de sucesso. In: CECCON, G. (Ed.). **Consórcio Milho-braquiária**. Brasília, DF: Embrapa Agropecuária Oeste, 2013. p. 17-23.
- KUSDRA, J. F. **Nodulação do feijoeiro e fixação biológica do nitrogênio em resposta à microbiolização das sementes e à aplicação de micronutrientes**. 2002. 154 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.
- LANA, A. M. Q.; LANA, R. M. Q.; GOZUEN, C. F.; BONOTTO, I.; TREVISAN, L. R. Aplicação de reguladores de crescimento na cultura do feijoeiro. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 1, p. 13-20, 2009.
- LANNA FILHO, R.; FERRO, H.M.; PINHO, R.S.C. Controle biológico mediado por *Bacillus subtilis*. **Revista Tropica – Ciências Agrárias e Biológicas**, Chapadinha, v. 4, n. 2, p. 12, 2010.
- LANZA, F. E.; FIGUEIREDO, J. E. F.; COSTA, R. V.; MOURA, L. O.; MARCONDES, M. M.; SILVA, D. D.; COTA, L. V.; CORRÊA, C. L.; RAMOS, A. N. T. C. D. A. Efeito do tratamento de sementes com o biofungicida bacteriano CNPMS22 na sobrevivência e desenvolvimento de plantas de milho em solo infestado com *Fusarium verticillioides*. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29, 2012, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: Campinas: IAC, 2012. p. 555-562.
- LAURENTIS, V. L. ***Helicoverpa armigera* (hübner) (lepidoptera: noctuidae): Táticas para o manejo integrado**. 2017. 136 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2017.
- LAZZARETTI, E.; MELO, I. S. **Influência de *Bacillus subtilis* na promoção de crescimento de plantas e nodulação de raízes de feijoeiro**. Jaguariúna: Embrapa, 2005. 22 p. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 28.
- LIMA, F. F. ***Bacillus subtilis* e níveis de nitrogênio sobre o desenvolvimento e a produtividade do milho**. 2010. 57 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2010.
- LIMA, F. F.; NUNES, L. A. P. L.; FIGUEIREDO, M. V. B.; ARAÚJO, F. F.; 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. 3, p. 544-550, 2011.
- LOPES, A.S. **Manual internacional de fertilidade do solo**. Piracicaba: POTAFÓS, 1998. p. 37-49.
- LOPES, A. S.; WIETHÖLTER, S.; GUILHERME, L. R. G.; SILVA, C. A. **Sistema plantio direto: bases para o manejo da fertilidade do solo**. São Paulo: ANDA, 2004. 110 p.

LÓPEZ, V. M. H.; VÁZQUEZ, M. L. P. V.; MARTÍNEZ, J. S. M.; DELGADO, S. H.; PÉREZ, N. M. Origen, domesticación y diversificación del frijol común. Avances y perspectivas. **Revista Fitotecnica de Mexico**. Mexico, v. 36, n. 2, 10 p. 2013.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seeding emergence and vigor. **Crop Science**, Madison. v. 2, p. 176-177, 1962.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, A. S. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafós, 1989.

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 and Biotechnology**, Dordrecht, v. 21, p. 1057– 1062, 2005.

MARCELO, A. V.; CORÁ, J. E.; FERNANDES, C. Sequências de culturas em sistema de semeadura direta. II - Decomposição e liberação de nutrientes na entressafra. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 36, p. 1568-1582, 2012.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 1-24.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.

MARQUES, M. **Conceito de *Bacillus Subtilis***. 2016. Disponível em: <
<http://knoow.net/ciencterravida/biologia/bacillus-subtilis/>>. Acesso em: 30 abr. 2017.

MARTINS, F. A. D. **Sistemas de manejo e população de plantas na cultura do feijoeiro comum**. 2016. 162 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

MARTINS, S. A. **Desenvolvimento do feijão comum tratado com *Bacillus subtilis***. 2013. 58 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

MAZZUCHELLI, E. H. L.; MAZZUCHELLI, R. C. L.; ROMERO, E. F.; ROMERO, R. F.; ARAUJO, F. F. Produtividade da soja em função da co-inoculação de *Bradyrhizobium* spp. e *Bacillus subtilis*. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 14, 2014, Bonito. **Anais...** Bonito: [S.n.], 2014.

MEDEIROS FILHO, S.; TEÓFILO, E. M. Tecnologia de produção de sementes. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: EMBRAPA, 2005. Cap.13, p. 487-497.

MEDEIROS, H. H. M.; AQUINO, N. C. R. M.; OLIVEIRA, C. B.; FUJINAWA, M. F.; PONTES, N. C. Aplicação de formulação comercial de *Bacillus subtilis* e sua influência no desenvolvimento do tomate industrial. In: CONGRESSO ESTADUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO IF GOIANO, 4, 2015, [Goiânia] **Anais...** [Goiânia]: IF, 2015.

MELO, L. C.; PELOSO, M. J. D.; PEREIRA, H. S.; FARIA, L. C.; COSTA, J. G. C.; DÍAZ, J. L. C.; WENDLAND, A.; CARVALHO, H. W. L.; COSTA, A. F.; ALMEIDA, V. M.; MELO, C. L. P.; JÚNIOR, J. R. V.; POSSE, S. C. P.; FARIA, J. C.; SOARES, J.; CARGNIN, A.; ABREU, A. F. B.; MOREIRA, J. A. A.; FILHO, I. A. P.; MARANGON, M.; GUIMARÃES, C. M.; BASSINELLO, P. Z.; BRONDANI, R. P. V.; BRAZ, A. J. B. P. E MAGALDI, M. C. S. **BRS estilo** - Cultivar de feijão carioca com grãos claros, arquitetura ereta e alto potencial produtivo. 2011.

MENTEN, J.; MORAES, M. Tratamento de sementes: Histórico, tipos, características e benefícios. Avanços no tratamento e recobrimento de sementes. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v. 20, n. 3, p. 52-53. 2010.

MILLÉO, M. V. R.; MONFERDINI, M. A. Avaliação da eficiência agrônômica de diferentes dosagens e métodos de aplicação de Stimulate em soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 3, 2004, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Embrapa Soja, 2004. p. 23 - 27.

MINGOTTE, F. L. C.; YADA, M. M.; JARDIM, C. A.; FIORENTIN, C. F.; LEMOS, L. B.; FORNASIERI FILHO, D. Sistemas de cultivo antecessores e doses de nitrogênio em cobertura no feijoeiro em plantio direto. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.30, p. 696-706, 2014.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 2.1-2.24

NAKAO, A. H. **Composto orgânico de agroindústrias na produção de feijão "de inverno" e milho no sistema plantio direto**. 2015. 64 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista-UNESP, Ilha Solteira, 2015.

NEPOMUCENO, M. P.; VARELA, R. M.; ALVES, P. L. C. A.; MARTINS, J. V. F. Períodos de dessecação de *Urochloa ruziziensis* e seu reflexo na produtividade da soja rr.2012. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 557-565, 2012.

NOGUEIRA, N. T.; SUARES, D. R.; CARVALHO, J. O. M.; MENDES, A. M. Adubos verdes como plantas de cobertura para o sistema de plantio direto em Porto Velho – RO. In: RESUMOS DO CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 7, 2011, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: [S.n.], 2011.

OHLAND, R. A. A.; SOUZA, L. C. F.; HERNANI, L. C.; MARCHETTI, M. E.; GONÇALVES, M. C. Culturas de cobertura do solo e adubação nitrogenada no milho em plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 3, p. 538-544, 2005.

OLIVEIRA, A. P. S. **Desempenho do feijoeiro-comum inoculado com rizóbio em resposta a diferentes plantas de cobertura e épocas de dessecação**. 2016. 69 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016a.

OLIVEIRA, D. F. **Aspectos fisiológicos e bioquímicos de plantas de dois cultivares de feijão de corda inoculados com *bradyrhizobium* sp. sob estresse salino**. 2013. 92 f. Dissertação (Mestrado em Bioquímica) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

OLIVEIRA, J. A. G. **Avaliação de atributos físico-químicos do solo sobre palhadas de diferentes poaceas e adubação nitrogenada em semeadura direta na cultura do feijoeiro.** 2016. 67 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2016b.

OLIVEIRA, T. K.; CARVALHO, G. J.; MORAES, R. N. S. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 8, p. 1079-1087, 2002.

PACHECO, L. P.; LEANDRO, W. M.; MACHADO, P. L. O. de A.; ASSIS, R. L. de; COBUCCI, T.; MADARI, B. E.; PETTER, F. A. Produção de fitomassa e acúmulo e liberação de nutrientes por plantas de cobertura na safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, n. 1, p. 17-25, 2011.

PACHECO, L. P.; BARBOSA, J. M.; LEANDRO, W. M.; MACHADO, P. L. O. de A.; ASSIS, R. L. de; COBUCCI, T.; MADARI, B. E.; PETTER, F. A. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura e produtividade de soja e arroz em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 48, n. 9, p. 1228-1236, 2013.

PANOZZO, L. E.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T.; MIELEZRSKI, F.; PESKE, F. B. Comportamento de plantas de soja originadas de sementes de diferentes níveis de qualidade fisiológica. **Revista da FVZA**, Uruguaiana, v. 16, n. 1, p. 32-41, 2009.

PARDINHO, J. P.; PRIMIERI, C. Produtividade da soja em relação à inoculação e co-inoculação com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*. **Revista Cultivando o Saber**, Toledo, Ed. Esp., p. 109–114. 2015.

PEDRINHO, A.; SÁ, M. E.; BETTIOL, J. V. T.; MERLOTI, L. F.; BOSSOLANI, J. W.; JEROMINI, T. S.; BERTUCCI, R. L. Produção de sementes de Feijão cv. IAC Formoso em função de doses de N e rotação de culturas. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, Londrina. **Anais...** Londrina: CONAFE, 2013, p.1-5. CD-ROM.

PEDRO, E. A. S.; HAKAKAVA, R.; LUCON, C. M. M.; GUZZO, S. D. Promoção do crescimento do feijoeiro e controle da antracnose por *Trichoderma* spp. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 47, n. 11, p. 1589-1595, 2012.

PEIXINHO, G. S.; RIBEIRO, V. G.; AMORIM, E. P. R. Controle da Podridão seca (*Lasiodiplodia theobromae*) em cachos de videira cv. Itália por óleos essenciais e quitosana. **Summa Phytopathol**, Botucatu, v. 43 n. 1, p. 26-31, 2017.

PEREIRA, C. E.; MOREIRA, F. M. D. de S.; OLIVEIRA, J. A.; CALDEIRA, C. M. Compatibility among fungicide treatments on soybean seeds through film coating and inoculation with *Bradyrhizobium* strains. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 5, p. 585-589, 2010.

PEREIRA, T. O. **Plantas de cobertura, adubação nitrogenada e produção de sementes de feijoeiro.** 2016. 92 f. Tese (Doutorado em Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2016.

PEREZ, A. A. G.; SORATTO, R. P.; MANZATTO, N. P.; SOUZA, E. F. C. Extração e exportação de nutrientes pelo feijoeiro adubado com nitrogênio, em diferentes tempos de implantação do sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 37, n. 5, p. 1276-1287, 2013.

PINTO, C. C. **Atributos produtivos e qualitativos de grãos e fisiológicos e sanitários das sementes de cultivares de feijoeiro**. 2015. 86 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2015.

PIRES, F. R.; ASSIS, R. L.; PROCÓPIO, S. O.; SILVA, G. P.; MORAES, L. L.; RUDOVALHO, M. C.; BÔER, C. A. Manejo de plantas de cobertura antecessoras à cultura da soja em plantio direto. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 55, n. 2, p. 94-101, 2015.

RAASCH, L. D.; BONALDO, S. M.; OLIVEIRA, A. A. F. *Bacillus subtilis*: enraizamento e crescimento de miniestacas de eucalipto em sinop, norte de mato grosso, Brasil. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 1, p. 1446-1457, 2013.

RABÊLO, G. A. F.; BAYÃO, R. S. Uso de bioestimulantes na produção de grãos no feijoeiro. **Revista Campo e Negócios**, Uberlândia, 2015.

RADONS, A. F. S. **Avaliação da aplicação de *bacillus subtilis* na Cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.)**. 2016. 30 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2016.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: IAC, 2001. p. 173-180. 2001.

RAMOS, A. P. S. **Estudo de bactérias potencialmente promotoras de crescimento em *Citrus* sp.** 2016. 111 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2016.

ROCHA, L. A.; VIEIRA, B. S.; MOTA, L. C. B. M.; LOPES, E. A. Potencial de isolados de *bacillus* sp. para o controle de *curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*. **Revista Ciência Agrícola**, Rio Largo, v. 14, n. 1, p. 45-50, 2016.

RODRIGUES, G. B. **Opções de plantas de cobertura, épocas e doses de aplicação de nitrogênio na implantação do feijoeiro em sistema plantio direto**. 2012. 74 f. Tese (Doutorado em Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2012.

ROSA, L. E. **Aspectos da biologia, suscetibilidade diferencial e eficácia de herbicidas alternativos ao glyphosate no manejo de populações de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica* L. Gaertn.)** 2016. 95 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2016.

ROSSI, R. **Nitrogênio em cobertura e bioestimulante aplicado via foliar em feijoeiro de inverno no sistema plantio direto**. 2011. 66 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2011.

SÁ, M. E.; OLIVEIRA, S. A.; BERTOLIN, D. C. **Roteiro prático da disciplina de produção e tecnologia de sementes: análise da qualidade de sementes.** São Paulo: Cultura Acadêmica, 2011. 114 p.

SALGADO, F. H. M.; SILVA, J.; OLIVEIRA, T. C.; BARROS, H. B.; PASSOS, N. G.; FIDELIS, R. R. Eficiência de genótipos de feijoeiro em resposta à adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 4, p. 368-374, 2012.

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

SANTOS, R. F.; BASTOS, B.; JUNGES, E.; PEDROSO, J. V.; PEDROSO, D. C.; MULLER, J.; MACHADO, R. T.; MUNIZ, M. F. B. Microbiolização de sementes de feijão. In: SIMPÓSIO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 15, 2011, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: [S.n.], 2011.

SANTOS, M. S. B.; SILVA, A. A. C. R. Sanidade de sementes de arroz, biocontrole, caracterização e transmissão de *Curvularia lunata* em semente-plântula de arroz. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n. 4, p. 511-517, 2014.

SAS INSTITUTE. **Statistical analysis program.** Cary: NCSAS Institute, 2014.

SBALCHEIRO, C. C. **Uso de *Bacillus* sp. e acibenzolar-s-metil como indutores de resistência ao cretamento bacteriano em soja (*Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea*).** 2010. 195 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade Federal de Passo Fundo, Passo Fundo, 2010.

SCHULTZ, N.; MORAIS, R. F.; SILVA, J. A.; BAPTISTA, R. B.; OLIVEIRA, R. P.; LEITE, J. M.; PEREIRA, W.; CARNEIRO JR, J. B.; ALVES, B. J. R.; BALDANI, J. I.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S.; REIS, V. M. Avaliação agronômica de variedades de cana de açúcar inoculadas com bactérias diazotróficas e adubadas com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 47, n. 2, p. 261-268, 2012.

SEAB – SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. Feijão - **Análise da conjuntura agropecuária.** Dezembro 2016. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/2017/Feijao_2016_17.pdf>. Acesso em: 25 set. 2017.

SEGATO, S. B.; BETTIO, D. P.; CACEFO, V.; ARAUJO, F. F. Controle biológico de nematóides em alface com *Bacillus subtilis*. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, v.12, p. 23-29, 2016.

SHARKEY, T.; VOGELMANN, T.; EHLERINGER, J.; SANDQUIST, D. Fotossíntese: considerações fisiológicas e ecológicas. In: TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. p. 243-270.

SHARMA, A.; JOHRI, B. N. Growth promoting influence of siderophore-producing *Pseudomonas* strains GRP3A and PRS9 in maize (*Zea mays* L.) under iron limiting conditions. **Microbiological Research**, Heidelberg, v.158, n.3, p.243-248, 2003.

SIQUEIRA, R. **Milho: semeadoras adubadoras para sistema plantio direto com qualidade**. IAPAR, 2008.

SILVA, E. C.; MURAOKA, T.; GUIMARÃES, G. L.; BUZETTI, S. Acúmulo de nutrientes em plantas de cobertura e no milho cultivado em sucessão sob diferentes doses de nitrogênio em plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 5, n. 2, p. 202-217, 2006.

SILVA, M. P. **Coberturas vegetais e adubação fosfatada no desenvolvimento e produtividade do feijoeiro cultivado no período de inverno em sistema plantio direto**. 2012. 95 f. Tese (Doutorado em Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2012.

SILVA, E. S. **Tolerância a salinidade em plantas de *Phaseolus vulgaris* L. inoculadas com bactérias promotoras de crescimento oriundas do semiárido baiano**. 2015. 59 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2015.

SILVA, O. F.; WANDER, A. E. Viabilidade econômica do cultivar de feijão comum BRS Estilo. **Revista Brasileira de Desenvolvimento Regional**, Blumenau, v. 3, n. 1, p. 223-242, 2015.

SILVA, K. C.; FARIAS, T. R. R.; CHAVEIRO JÚNIOR, I. R.; REZENDE, C. F. A.; SOUSA, C. N. A. Produtividade de sorgo consorciado com crotalária em plantio direto no Cerrado. **Revista Científica**, Goianésia, n. 5, v. 1, p. 76-81, 2017.

SIMIDU, H. M.; SÁ, M. E.; SOUZA, L. C. D.; ABRANTES, F. L.; SILVA, M. P.; ARF, O. Efeito do adubo verde e época de semeadura sobre a produtividade do feijão, em plantio direto em região do Cerrado. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 2, p. 309-315, 2010.

SOUSA NETO, E. L.; ANDRIOLI, I.; BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F. Atributos físicos do solo e produtividade de milho em resposta a culturas de pré-safra. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 2, p. 255-269, 2008.

SOUZA, L. C. D. **Plantas de cobertura e época de semeadura na produtividade e qualidade fisiológica de sementes de cultivares de feijão em sistema de plantio direto**. 2011. 92 f. Tese (Doutorado em Sistemas de Produção) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2011.

SOUZA, R. P. **Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de feijão com ênfase ao teste de condutividade elétrica de sementes**. 2013. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, 2013.

SOUZA, A. L. **Sanidade de sementes de feijão em função da palhada antecessora em área de semeadura direta**. 2016. 59 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2016.

SOUZA, E. DE F.C. DE; SORATTO, R.P. Adubação nitrogenada no feijoeiro após milho safrinha consorciado com *Urochloa brizantha* e *Urochloa ruziziensis*. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, p. 2669-2680, 2012.

SORATTO, R. P.; FERNANDES, A. M.; PILON, C.; CRUSCIOL, C. A. C.; BORGHI, E. Épocas de aplicação de nitrogênio em feijoeiro cultivado após milho solteiro ou consorciado com braquiária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 10, p. 1351-1359, 2013.

TEIXEIRA, C. M.; CARVALHO, G. J.; SILVA, C. A.; ANDRADE, M. J. B.; PEREIRA, J. M. Liberação de macronutrientes das palhadas de milho solteiro e consorciado com feijão de porco sob cultivo de feijão. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 947-505, 2010.

TEIXEIRA, C. M.; CARVALHO, G. J.; ANDRADE, M. J. B.; SILVA, C. A.; PEREIRA, J. M. Decomposição e liberação de nutrientes das palhadas de milho e milho + crotalária no plantio direto do feijoeiro. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 4, p. 647-653, 2009.

TEIXEIRA, E. M.; ROCHA, L. C. D.; MACHADO, T. de F.; PEREIRA, J. de M.; CHOEFI, F. M.; MORAIS, V. S. de P. Ocorrência de fungos micorrízicos arbusculares, nematoide e ácaro em solos sob diferentes sistemas de cultivo cafeeiro no sul de Minas Gerais. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, p. 101-108, 2010.

TEIXEIRA, M. B.; LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; PIMENTEL, C. Decomposição e liberação de nutrientes da parte aérea de plantas de milho e sorgo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 35, n.3, p. 867-876, 2011.

TOLÊDO-SOUZA, E. D. de. **Influência de sistemas de cultivo e de sucessões de culturas em patógenos de solo do feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 2006. 100 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Departamento de Biologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2006.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; FABIAN, A. J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 3, p. 421-428, 2008.

VARGAS, L.; OLIVEIRA, O. L. P. **Sistema de produção de uvas rústicas para processamento em regiões tropicais do Brasil**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005. Sistema de produção, 9.

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

VIEIRA, E. L.; SANTOS, C. M. G. STIMULATE na germinação de sementes, vigor de plântulas e crescimento inicial do algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5, 2005, Salvador. **Anais...** Salvador: [S.n.t].

ZHANG, S.; GAO, P.; TONG, Y.; NORSE, D.; POWLSON, D. Overcoming nitrogen fertilizer over-use through technical and advisory approaches: A case study from Shaanxi Province, northwest China. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Amsterdam, v. 209, p. 89-99, 2015.

ZUCARELI, C.; BRZEZINSKI, C. R.; ABATI, J.; WERNER, F.; JÚNIOR, E. U. R.; NAKAGAWA, J. Qualidade fisiológica de sementes de feijão carioca armazenadas em diferentes ambientes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 19, n. 8, p. 803-809, 2015.

WANG, K.; SIPES, B. S.; SCHIMITT, D. P. Crotalaria as a cover crop for nematode management: a review. **Nematropica**, Gainesville, v. 32, n. 1, p. 35-57, 2002.

WUTKE, E. B.; CALEGARI, A.; WILDNER, L. do P. Espécies de adubos verdes e plantas de cobertura e recomendações para uso. In: LIMA FILHO, O. F. de; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. (Ed.). **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. V. 1, p. 59-167.