

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CERRO LARGO
CURSO DE AGRONOMIA**

CLEIDI FRANCIELE HAMMES

**INOCULAÇÃO COM *Rhizobium tropici* E ADUBAÇÃO NITROGENADA EM
DIFERENTES CULTIVARES DE FEIJÃO NA REGIÃO DAS MISSÕES - RS**

CERRO LARGO

2020

CLEIDI FRANCIELE HAMMES

**INOCULAÇÃO COM *Rhizobium tropici* E ADUBAÇÃO NITROGENADA EM
DIFERENTES CULTIVARES DE FEIJÃO**

Trabalho apresentado à Universidade Federal da
Fronteira Sul, como parte das exigências do Curso de
Graduação em Agronomia, para a aprovação na
disciplina de TCC II.

Orientador: Prof. Dr. Renan Costa Beber Vieira

CERRO LARGO

2020

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Hammes, Cleidi Franciele
INOCULAÇÃO COM *Rhizobium tropici* E ADUBAÇÃO
NITROGENADA EM DIFERENTES CULTIVARES DE FEIJÃO / Cleidi
Franciele Hammes. -- 2021.
48 f.:il.

Orientador: Doutorado Renan Costa Beber Vieira

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Bacharelado em Agronomia, Cerro Largo, RS, 2021.

1. *Phaseolus vulgaris* L. Nitrogênio. Inoculante.. I.
Vieira, Renan Costa Beber, orient. II. Universidade
Federal da Fronteira Sul. III. Título.

CLEIDI FRANCIELE HAMMES

**INOCULAÇÃO COM *Rhizobium tropici* E ADUBAÇÃO NITROGENADA EM
DIFERENTES CULTIVARES DE FEIJÃO**

Trabalho apresentado à Universidade Federal da
Fronteira Sul, como parte das exigências do Curso de
Graduação em Agronomia, para a aprovação na
disciplina de TCC II.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 06/05/2021.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Renan Costa Beber Vieira – UFFS
Orientador



Prof. Dr. Nerison Poersch – UFFS
Avaliador



Prof.ª Dr.ª Tatiane Chassot – UFFS
Avaliador

Dedico este trabalho a minha família, que não
pouparam esforços para que eu pudesse
concluir meus estudos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, criador da vida!

A minha vó por todo apoio, por principalmente ter me encorajado a continuar na vida acadêmica e por todas as orações dedicadas a mim.

A minha mãe por ter me dado à vida e por todo amor.

Ao meu irmão, parceiro de todas as horas.

Ao meu companheiro Mauricio, por todo amor, parceria e apoio ao longo do curso.

Ao meu professor orientador Renan, pela confiança e extrema dedicação ao meu trabalho e por toda a ajuda no experimento.

Ao professor Dr. Nerison Poersch, por toda a ajuda no experimento.

A todos os funcionários da UFFS da área experimental, dos laboratórios e ao engenheiro agrônomo responsável Odair que tornaram esse trabalho viável.

Aos colegas e amigos João, Thiago, Morgana, Tatiane, Bianca, Jeferson, Flávia, Daiana, Kessin, Gabriel, Luciano e Rodrigo por toda a ajuda na condução do experimento e processamento das amostras.

À UFFS e ao Departamento de Estatística que fizeram parte da minha formação e me fizeram sentir um “quentinho no coração pela vida docente” como monitora de 2017/2021 das disciplinas de Estatística Básica, Experimentação Agrícola e TCC – Trabalho de conclusão de curso. Muito obrigada professoras Denise, Iara e especialmente a Tatiane, por toda confiança no meu trabalho, ao longo de todos esses anos trabalhando juntas e pelos colegas que junto comigo realizaram essa caminhada de monitores, em especial Ritiele, João, Thiago, Leticia e a Júlia.

Aos meus amigos por toda amizade e ensinamentos passados.

Aos membros da banca, Dr. Nerison e Dr.^a Tatiane, por terem aceitado o convite.

Não é o que o reserva para você, é o que você traz ao mundo (ANNE WITH AN E, 1908, não paginado).

RESUMO

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L) é a espécie mais cultivada no mundo entre as demais do gênero *Phaseolus* e sendo o Brasil o maior produtor e consumidor. A cultura é exigente em nutrientes, sendo o Nitrogênio o mais importante e o maior limitador de produtividade. Essa demanda pode ser suprida através do uso de adubação nitrogenada e inoculação das sementes. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência da inoculação e da adubação nitrogenada em diferentes cultivares de feijão. O experimento foi realizado na área experimental da UFFS – Campus Cerro Largo – RS, em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 4, com quatro repetições, totalizando 48 unidades experimentais. O primeiro fator constituiu-se de três cultivares de feijão, do grupo preto as cultivares (BRS Esteio e IPR Uirapuru) e do grupo carioca a cultivar (Pérola). O segundo fator ao uso (CI) ou não (SI) de inoculante nas sementes com (40N) ou sem (0N) adubação nitrogenada na dose de 40kg N ha⁻¹, constituindo os tratamentos SI 0N, CI 0N, SI 40N, CI 40N. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância, no programa estatístico SISVAR. Não ocorreu interação entre as cultivares de feijão com a adubação nitrogenada e o uso de inoculante. A cultivar BRS Esteio foi a melhor cultivar quanto as variáveis avaliadas. A adubação nitrogenada influenciou positivamente no teor clorofila em V3 e R6 e aumentou o número de vagens/planta, no entanto não influenciou nos demais componentes do rendimento. Não ocorreu resposta positiva à inoculação.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L. Nitrogênio. Inoculante.

ABSTRACT

The common bean plant (*Phaseolus vulgaris* L) is the most cultivated species in the world among the others of the *Phaseolus* genus, and Brazil is the major producer and consumer. The crop is demanding on nutrients, with Nitrogen being the most important and the biggest limiter of productivity. This demand can be met through the use of nitrogen fertilization and seed inoculation. Thus, the goal of this study was to evaluate the efficiency of inoculation and nitrogen fertilization in different bean cultivars. The experiment was carried out in the experimental area of UFFS – Cerro Largo – RS, Brazil, in a completely randomized design, in a 3 x 4 factorial scheme, with four replications, totaling 48 experimental units. The first factor consisted of three bean cultivars, from the black group the cultivars will be evaluated (BRS Esteio and IPR Uirapuru) and in the carioca group will be evaluated the cultivar (Pérola). The second factor to the use (WI - with inoculant) or not (NI - no inoculant) of inoculant in the seeds with (40N) or without (0N) nitrogen fertilization in the dose of 40kg N ha⁻¹, constituting the NI 0N, WI 0N, NI 40N, WI 40N treatments. The results were subjected to analysis of variance, and the means compared to each other by the Scott-Knott test at 5% significance, in the SISVAR statistical program. There was no interaction between bean cultivars with nitrogen fertilization and the ones using inoculants. The cultivar BRS Esteio was the best cultivar in terms of the variables evaluated. Nitrogen fertilization positively influenced the chlorophyll content in V3 and R6 and increased the number of pods/plants, however it didn't influence the other components of the yield. There was no positive response to inoculation.

Keywords: *Phaseolus vulgaris* L. Nitrogen. Inoculant.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Croqui de distribuição dos tratamentos no experimento, Cerro Largo, 2021.32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Análise química do solo, na camada 0-20cm, Universidade Federal Fronteira Sul – <i>Campus</i> Cerro Largo, 2019.	30
Tabela 2 – Médias das variáveis resposta: avaliação clorofila total V3 (CTV3), avaliação clorofila total R6 (CTR6), número de vagens/planta (NVP), número de grãos/planta (NGP), número de grãos/vagem (NGV), massa (g) de 100 grãos (M100), rendimento (g) por planta (RP), em diferentes cultivares de feijão, Cerro Largo – RS, 2021.....	34
Tabela 3 – Médias das variáveis resposta: avaliação clorofila total V3 (CTV3), avaliação clorofila total R6 (CTR6), número de vagens/planta (NVP), número de grãos/planta (NGP), número de grãos/vagem (NGV), massa (g) de 100 grãos (M100), rendimento (g) por planta (RP) em tratamentos de adubação nitrogenada e uso de inoculante, Cerro Largo – RS, 2021.	36

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	OBJETIVOS.....	14
1.1.1	Objetivo Geral	14
1.1.2	Objetivos Específicos.....	14
2	REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1	ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS DA CULTURA DO FEIJOEIRO	16
2.2	BOTÂNICA	17
2.3	EXIGÊNCIAS CLIMÁTICAS	19
2.4	CULTIVARES E ZONEAMENTO AGROCLIMÁTICO	20
2.5	CALAGEM E ADUBAÇÃO	22
2.5.1	Nitrogênio.....	23
2.5.2	Fixação biológica de nitrogênio.....	25
2.5.2.1	<i>Inoculante.....</i>	27
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	30
3.1	LOCAL DO EXPERIMENTO	30
3.2	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO .	30
3.3	AVALIAÇÕES	33
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
	REFERÊNCIAS.....	40

1 INTRODUÇÃO

O feijão é considerado um dos mais antigos alimentos utilizados pelo homem, tornando-se parte importante da dieta de várias civilizações (BASSAN *et al.*, 2001). O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é um dos principais alimentos brasileiros, devido a sua importância social e econômica (TAVARES *et al.*, 2013).

O feijão é consumido em todas as regiões do País e, acompanhado do arroz, se faz presente na mesa de todas as classes sociais – é fonte de proteínas, ferro e carboidratos. (MORAES; MENELAU, 2017). O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de feijão, com produção média anual de 3,2 milhões de toneladas (CONAB, 2020).

O feijoeiro é cultivado em pequenas e grandes propriedades, em diversificados sistemas de produção e em todas as regiões brasileiras (SOUSA *et al.*, 2013). Essa cultura destaca-se por ser cultivada, principalmente por agricultores familiares e pela importância quanto à geração de emprego e renda. (MOURA; BRITO, 2015).

A cultura do feijoeiro caracteriza-se pela ampla adaptação climática, o que permite seu cultivo durante todo o ano, em quase todos os estados, e possibilita constante oferta ao mercado (SALVADOR, 2014). A produção desse grão é bastante difundida em todo o território nacional e distribuída em três safras ao longo do ano, sendo o Brasil o terceiro maior produtor mundial (CONAB, 2018).

O feijoeiro é uma planta bastante exigente em nutrientes e, por possuir ciclo curto, necessita que eles estejam prontamente disponíveis nos momentos de demanda, para não limitar a produtividade. O nitrogênio é considerado o nutriente mais importante para a cultura (SILVA E SILVEIRA, 2000). A falta do nitrogênio é um dos principais fatores limitantes de produtividade dessa cultura (HUNGRIA; CAMPO; MENDES, 2007).

Da mesma forma, o nutriente mais extraído e exportado pelo feijoeiro é o nitrogênio, sendo o componente principal da molécula de proteína (FONSECA, 2011). As fontes mais consideráveis desse elemento são o solo, os fertilizantes e a fixação biológica de nitrogênio atmosférico. Nos solos do Brasil, a concentração de nitrogênio à disposição para as plantas não é o bastante para viabilizar altas produtividades. Assim sendo, a adubação mineral é a prática mais aplicada pelos produtores para fornecer o nutriente à planta (MOTA, 2013).

As informações em trabalhos científicos sobre a adubação nitrogenada na cultura do feijoeiro são muito divergentes, sendo a resposta à adubação influenciada pelo material genético/cultivar, solo e sua composição química, teor de matéria orgânica, cultura anterior e quantidade e disponibilidade de água no solo (BERNARDES *et al.*, 2014). Para suprir parte da

necessidade de nitrogênio das plantas, na cultura do feijoeiro, é viável valer-se da fixação biológica de nitrogênio (FBN), sendo uma opção com menor custo econômico e sustentável, possibilitando ao produtor redução do uso do fertilizante mineral (SALES, 2020).

As bactérias do gênero *Rhizobium* através da inoculação das sementes possuem a capacidade de infectar o sistema radicular do feijoeiro e estimular a produção de nódulos, que serão capazes de fixar N atmosférico e de disponibilizá-lo às plantas. Esse processo é conhecido por fixação biológica de nitrogênio (HUNGRIA; CAMPO; MENDES, 2007).

A quantidade de N fixado pelas bactérias depende de fatores diversos, incluindo fatores bióticos, tais como o genótipo da planta, duração do ciclo da cultura, nodulação tardia e senescência precoce dos nódulos (ALCÂNTARA *et al.*, 2009). Embora a fixação biológica do nitrogênio não seja suficiente para suprir todo o N necessário para o desenvolvimento do feijoeiro, o simples fato de ter a redução da necessidade de fertilizantes nitrogenados na cultura, é um ganho ambiental e econômico (ZOFFOLI, 2015).

A melhoria da eficiência de uso de N é desejável para aumentar a produtividade, reduzir os custos de produção e manter a qualidade ambiental (MAIA, 2014). Assim sendo, a resposta tanto da adubação nitrogenada, quanto da fixação biológica através da inoculação das sementes, varia conforme a cultivar e os fatores locais. A partir disto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência da inoculação e da adubação nitrogenada em diferentes cultivares de feijão, no município de Cerro Largo – Rio Grande do Sul.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar a eficiência da inoculação e da adubação nitrogenada em diferentes cultivares de feijão.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Identificar a relação entre diferentes cultivares de feijão sobre a adubação nitrogenada e o uso de inoculante;
- Analisar o efeito da adubação nitrogenada e o uso de inoculante sobre componentes do rendimento do feijoeiro (nº de vagens/planta, grãos/vagem, grãos/planta, peso de grãos por planta, peso de mil grãos) e sobre a clorofila total;

- Identificar a cultivar de feijão mais responsiva à adubação nitrogenada e ao uso de inoculante.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS DA CULTURA DO FEIJOEIRO

No Brasil, são cultivadas duas espécies de feijoeiro, o feijão comum *Phaseolus vulgaris* (L.) e o feijão caupi *Vigna unguiculata* (L.) Walp. As regiões norte e nordeste destacam-se pelo cultivo do feijão caupi. Por outro lado, o feijão comum é produzido nas demais regiões, com maior produção do tipo comum preto na região sul e do tipo comum-cores na região sudeste e centro-oeste (CONAB, 2019).

O feijão destaca-se, pela importância no agronegócio brasileiro, por manifestar características de adaptação climática e ser cultivado em todas as regiões do país (MOURA; BRITO, 2015). O feijão faz parte do hábito alimentar do brasileiro. Culturalmente, o grão é consumido e cultivado em todos os cantos do país, sendo que a produção é quase que totalmente designada ao consumo interno (CONAB, 2020).

A cultura do feijoeiro é produzida por pequenos e grandes produtores, mas, principalmente, por agricultores familiares, nos mais variados sistemas de produção e níveis tecnológicos (VALADÃO *et al.*, 2009). A cadeia de produção de grãos de feijão gera emprego e renda no país, especialmente, para as classes menos privilegiadas, tornando o feijão, um dos produtos agrícolas de maior importância econômico-social, devido, especialmente à mão-de-obra empregada, desde o preparo para a semeadura, até o produto embalado nas prateleiras dos supermercados (GONÇALVES *et al.*, 2010).

Em 2011, a cultura do feijoeiro ocupou a quarta posição em relação a área colhida no país, estando atrás apenas das culturas da soja, milho e cana-de-açúcar, superando grandes culturas como arroz, café, trigo e mandioca (BORÉM; CARNEIRO, 2015). O Brasil está entre os maiores produtores mundiais de feijão, permanecendo atrás apenas da Índia e Myanmar e seguido pelos Estados Unidos, China e México (RUAS, 2019).

A produtividade média da produção do feijoeiro, no Brasil, é relativamente baixa, onde na safra 2017/18 ficou em torno de 1.031 kg ha⁻¹ (CONAB, 2019). A baixa produtividade evidencia o baixo nível tecnológico aplicado pelos produtores, assim como a produção em área com solos de baixa fertilidade, especialmente pobres em N (PELEGRIN *et al.*, 2009). Segundo Ruas (2019, p.58), nos últimos quatro anos, a produção média de feijão em países que compõem o Mercosul foi de 3,6 milhões de toneladas, “sendo o Brasil o principal produtor, com cerca de 3,1 milhões de toneladas anuais; seguido da Argentina, com 350,0 mil toneladas; do Paraguai, com 56,0 mil toneladas; e do Uruguai, com 3,5 mil toneladas”.

A grande contribuição do Brasil na produção mundial de feijão se justifica pelo fato de ser possível a realização de três safras anuais no território brasileiro, com diferenças consideráveis entre si, quanto a produção, área cultivada e produtividade. A primeira safra equivale a aproximadamente 33%, a segunda safra com 42% e a terceira safra a 25% da produção total, que foi de 3.022 mil toneladas na safra 2018/19. A produção na primeira safra localiza-se nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, a segunda safra, nas regiões Sul e Centro-Oeste, com ênfase na produção os estados do Paraná, Minas Gerais e Mato Grosso e a terceira safra fica localizada 70% nas regiões Norte e Nordeste (CONAB, 2019).

Conforme o décimo segundo levantamento do acompanhamento da safra brasileira de grãos, que ocorreu em setembro de 2020, a primeira safra obteve uma produção de 1.105,6 mil toneladas em uma área cultivada de aproximadamente 914,5 mil hectares. A segunda safra foi cultivada em 1.424 mil hectares com uma produção de 1.244,7 mil toneladas. A terceira safra foi implantada em uma área de 588,2 mil hectares e possui uma estimativa de colheita de 879,8 mil toneladas (CONAB, 2020).

A produção de feijão total no estado do Rio Grande do Sul, na safra 2017/2018, chegou a aproximadamente 58,8 mil hectares plantados, alcançando uma produtividade média de 1.830 kg ha⁻¹ e um volume final de 107,7 mil toneladas. No ano seguinte, na safra 2018/2019, ocorreu uma leve diminuição da área que passou a 56,1 mil hectares cultivados, alcançando uma produtividade média de 1.694 kg ha⁻¹ e um volume final de 95,0 mil toneladas (CONAB, 2019).

2.2 BOTÂNICA

O feijoeiro é classificado botanicamente, como sendo pertencente ao reino Vegetal, classe Dicotyledoneae, ordem Rosales, família Fabaceae, gênero *Phaseolus* e espécie *Phaseolus vulgaris* L. O centro de origem do gênero *Phaseolus* é o continente americano e possui cerca de 55 espécies, entre elas, a mais importante é o feijoeiro comum *Phaseolus vulgaris*, sendo a espécie mais antiga a ser cultivada (SANTOS *et al.*, 2015).

O hábito de crescimento é apontado como uma das principais características, sendo fundamental para retratar as cultivares na hora da escolha mais coerente para as mais diferentes condições de cultivo. Uma das características é o hábito de florescimento das plantas, sendo determinado “as que desenvolvem uma inflorescência no ápice da haste principal e das hastes laterais” ou indeterminado “o florescimento ocorre da base para o ápice” (SANTOS *et al.*, 2015, p. 54)

Segundo Silva (2020), os hábitos de crescimento das cultivares de feijoeiro são agrupados e caracterizados em quatro principais tipos. O tipo I possui hábito de crescimento determinado, arbustivo e porte da planta ereto; o tipo II, hábito de crescimento indeterminado, arbustivo, porte da planta ereto e caule pouco ramificado; o tipo III, possui hábito de crescimento indeterminado, prostrado ou semi prostrado, com ramificação bem desenvolvida e aberta e o tipo IV, possui hábito de crescimento indeterminado, trepador, caule com forte dominância apical e número reduzido de ramos laterais, pouco desenvolvidos.

O ciclo da cultura está relacionado com o hábito de crescimento. Assim sendo, as cultivares do Tipo I possuem o ciclo mais curto, variando de 60 a 70 dias do plantio à colheita. As cultivares dos Tipos II e III apresentam ciclos intermediários, durando cerca de 80 a 100 dias do plantio à colheita, de acordo com a cultivar e com as condições ambientais e as do Tipo IV o ciclo mais longo, com mais de 100 dias do plantio à colheita (ARAÚJO; HUNGRIA, 1994).

As flores estão organizadas em inflorescências, classificadas como racemosas, sendo originadas nos axilares das folhas ou de gemas mistas. As flores podem expressar a cor branca, rósea ou violeta. O feijoeiro tende a se autopolinizar, devido a sua morfologia floral, na qual as anteras estão dispostas no mesmo ponto que os estigmas. Quando acontece a antese, os grãos de pólen caem diretamente sobre o estigma (SANTOS *et al.*, 2015).

O fruto é um legume, mais conhecido por vagem, possui um carpelo, seco, deiscente e zigomorfa, em geral são alongadas e comprimidas, onde as sementes ficam localizadas numa fileira central. Possui várias tonalidades externamente, que variam, de acordo com a cultivar e o grau de maturação, do verde a arroxeadada até o marrom (SILVA; COSTA, 2003).

A semente do feijoeiro é responsável por manter as reservas nutritivas, que estão localizadas nos cotilédones. Possui tamanho que variam de muito pequenas a grandes e diversas formas, da arredondada até quase cilíndrica. Da mesma forma, apresenta ampla variabilidade de cores, variando do preto até o branco (SILVA; COSTA, 2003).

As raízes sustentam a planta e fornecem água e nutrientes. O feijoeiro possui um sistema radicular formado por quatro tipos de raízes: primária, basais, adventícias e laterais. As raízes laterais se localizam na base do caule, quase na superfície do solo e apresentam nódulos que podem vir a serem colonizados, por bactérias fixadoras de nitrogênio (SANTOS *et al.*, 2015).

2.3 EXIGÊNCIAS CLIMÁTICAS

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), mesmo possuindo ampla adaptação e ser cultivado em quase todos os estados brasileiros, é pouco tolerante aos fatores extremos do ambiente, sendo uma cultura muito exigente quanto à maioria das condições climáticas (ANDRADE *et al.*, 2015).

O feijoeiro comum pode ser cultivado em diferentes períodos do ano, desde que se satisfaçam as condições climáticas adequadas, podendo ser produzidas até três safras anuais em algumas regiões. A 1ª safra, ou safra das “águas” é cultivada entre os meses de agosto e novembro. A 2ª safra, ou safra da “seca” é cultivada entre os meses de dezembro e abril. Já a 3ª safra, também conhecida como safra irrigada, é cultivada entre os meses de abril e julho (EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO, 2012).

O feijoeiro é uma cultura sensível, a algumas condições climáticas, limitando seu cultivo em algumas regiões, em determinadas épocas. No município de Cerro Largo no Rio Grande do Sul, a 3ª safra não pode ser realizada, pois a temperatura média nos meses mais frios, como “maio (16,9°C), junho (15,1°C), julho (15,7°C) e agosto (17,3°C)” (CLIMATE-DATA.ORG, 2019 apud BRUINSMA, 2019, p. 15), impossibilita seu cultivo nesses períodos, visto que a faixa média conhecida por ótima para o desenvolvimento do feijoeiro está entre 18 a 24°C, sendo 21°C é a ideal (VIEIRA, 1967 apud ANDRADE; CARVALHO; VIEIRA, 2006).

Segundo Portes (1996 apud ANDRADE; CARVALHO; VIEIRA, 2006), caso as temperaturas baixas ocorrerem logo após a sementeira, podem dificultar, limitar ou retardar a germinação das sementes e emergência das plântulas, ocasionando, em uma pequena população de plantas e, como resultado, acarretar em uma redução da produtividade. Durante o crescimento vegetativo, baixas temperaturas vão ocasionar a redução da altura da planta e o crescimento de ramos, levando à produção de pequenos números de vagens por planta.

Do mesmo modo que ocorre com as baixas temperaturas, o feijoeiro é sensível a temperaturas elevadas. Essas, podem reduzir a produtividade final quando ocorrem em períodos importantes do desenvolvimento do feijoeiro, causando principalmente o abortamento de flores, bem como o pegamento das vagens e o número de grãos por vagem (DICKSON; BOETTGER, 1984; PORTES, 1988; apud ANDRADE *et al.*, 2015).

A água é outro fator limitante do rendimento da cultura, interferindo diretamente nos processos básicos da planta, como “absorção e translocação de nutrientes, fotossíntese e translocação de assimilados, transpiração, respiração e, em última análise, no crescimento e na produção de grãos” (GUIMARÃES, 1988, p. 71, apud de ANDRADE *et al.*, 2015). Desta

forma, a cultura do feijoeiro necessita de uma boa disponibilidade de água no solo durante todo seu ciclo, onde as limitações são notadas em todos os estádios do ciclo, sendo considerados os mais críticos a germinação e emergência, floração e enchimento de grãos (ANDRADE; CARVALHO; VIEIRA, 2006).

Quanto aos efeitos do excesso de água no solo, ou encharcamento, são condições não suportadas pelo feijoeiro. Caso ocorra durante o período de estabelecimento da cultura do feijoeiro, vai afetar a germinação, além de propiciar o desenvolvimento de doenças nas raízes. Durante a fase de maturação, o excesso de água no solo pode alongar o ciclo das plantas, atrasar a colheita e ainda podendo ocorrer brotação e manchas nos grãos (ANDRADE *et al.*, 2013).

O excesso de umidade no solo também pode acarretar em perdas significativas na rentabilidade da cultura, causando a redução da concentração de oxigênio, produção de substâncias tóxicas ao desenvolvimento da planta, aumento da resistência da água através do sistema radicular e redução da absorção de nutrientes, além da suscetibilidade a doenças e lixiviação dos nutrientes (SANTANA *et al.*, 2009).

A precipitação pluviométrica é mais um fator limitante, sendo que, a estimativa de consumo hídrico da cultura do feijão, fica entre 300 a 600mm, bem distribuídas ao longo de todo o ciclo, sendo o consumo diário de 3 a 4mm e disponibilidade mensal mínima de 100mm (MARCO *et al.*, 2012).

2.4 CULTIVARES E ZONEAMENTO AGROCLIMÁTICO

O produtor tem como finalidade, de qualquer um de seus projetos agrícolas, a obtenção de lucratividade. No caso da cultura do feijoeiro, isso é alcançado através da redução nos custos de produção, aliada à maior produtividade possível por área cultivada. Em ambas as opções, a escolha da cultivar adequada é fundamental (RAMALHO; ABREU, 2015).

Segundo Pereira *et al.*, (2014), a cultivar de feijão BRS Esteio é uma cultivar do grupo comercial preto, possui ciclo normal (85 a 94 dias, da emergência à maturação fisiológica), arquitetura de planta semi ereta, hábito de crescimento indeterminado tipo II, tolerância ao acamamento (adaptada à colheita mecânica direta) e alto potencial produtivo. Possui resistência ao mosaico-comum, é moderadamente resistente à antracnose e tem reação intermediária à ferrugem. É suscetível ao crestamento bacteriano comum, à mancha-angular e às murchas de fusário e *Curtobacterium*. A BRS Esteio é uma cultivar que se adapta muito bem à agricultura familiar e suas características trazem risco de produção muito pequeno para o agricultor, o que permite a indicação da cultura para sistemas com baixo uso de insumos. Com relação às

características de qualidade tecnológica e industrial dos grãos, a cultivar possui uniformidade de coloração e tamanho de grãos com massa média de 24 gramas por 100 grãos. A BRS Esteio é indicada para a semeadura no estado do Rio grande do Sul, nos períodos da primeira e segunda safra (MAPA, 2021).

Conforme Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR, 2020), a cultivar de feijão IPR Uirapuru, pertence ao grupo comercial preto, hábito de crescimento indeterminado tipo II, possui ampla adaptação e porte ereto, com possibilidade de colheita mecânica. O tempo médio até o florescimento é de 43 dias e o ciclo médio de 86 dias, apresentando resistência à ferrugem, ao oídio e ao mosaico-comum, sendo suscetível à antracnose, ao crestamento bacteriano comum, à murcha de *Curtobacterium*, a murcha de fusário e à mancha-angular. Possui boa tolerância ao déficit hídrico e altas temperaturas, mostrando-se também eficiente em condições de baixa disponibilidade de fósforo. As sementes possuem teor médio de proteína de 21% e tempo médio de cozimento de 28 minutos. A massa média de 100 sementes é de 24,6 g. A cultivar IPR Uirapuru possui adaptabilidade e está dentro do zoneamento agrícola para o estado do Rio Grande do Sul.

A cultivar de feijão Pérola, pertence ao grupo comercial carioca, possui hábito de crescimento indeterminado (tipo II), porte semi-ereto. O tempo médio até o florescimento é de 46 dias e o ciclo médio de 90 dias, possui flores de coloração branca; vagem verde, levemente rosada, na maturação e vagem amarelo-areia na colheita. O grão da cultivar Pérola é de cor bege-clara, com rajas marrom-claras, brilho opaco e peso de 100 sementes de 27 g. Vale destacar que esta cultivar, comparada às demais cultivares do mesmo grupo, produz grãos maiores, o que lhe confere excelente aspecto visual. A cultivar Pérola apresenta resistência à ferrugem e ao mosaico-comum. Em condições de campo, é moderadamente resistente à murcha de *Fusarium* e à mancha angular (YOKOYAMA *et al.*, 1999). É a cultivar mais tradicional da Embrapa, lançada a mais de vinte anos, amplamente conhecida no mercado pela sua excelente adaptação em diferentes regiões e sistemas de manejo, alto potencial produtivo e alto valor comercial dos grãos (MELO, 2014).

O regime térmico no Rio Grande do Sul, de maneira geral, atende às necessidades do feijoeiro, porém, ocorrem diferenças entre regiões, onde as de maior altitude apresentam menor disponibilidade de soma térmica. Logo, em alguns locais, o período de semeadura fica limitado devido aos maiores riscos por baixa temperatura (MALUF *et al.*, 2001). Desta forma, o zoneamento agroclimático é uma ferramenta empregada com o propósito, de evitar que intempéries climáticas, possam vir a afetar o desenvolvimento das culturas, estabelecendo a época mais apropriada de plantio para cada região (PEREIRA *et al.*, 2014).

A cultura do feijoeiro é classificada como uma cultura de ciclo curto e, por esse motivo, possui uma vantagem para o produtor, onde o mesmo consegue ajustar o seu planejamento de semeadura, dentro de uma janela menor, sem ter que abrir mão da produção de outros grãos ainda no mesmo ano-safra. Assim sendo, o Brasil dispõe de três épocas diferentes para implantação da cultura, favorecendo assim uma oferta constante do produto ao longo de todo o ano (CONAB, 2020).

Conforme o Zoneamento Agrícola de Risco Climático, para o município de Cerro Largo – RS, é indicado o plantio da cultura do feijoeiro da primeira safra, no período de 11 de agosto a 10 de novembro. E a segunda safra ou safrinha, o plantio vai de 11 de janeiro a 20 de fevereiro (MAPA 2020).

2.5 CALAGEM E ADUBAÇÃO

O pH solo, que disponibiliza as maiores possibilidades, para o crescimento e desenvolvimento da cultura do feijoeiro, fica em torno de 6,0 (VIEIRA, 2006). A correção do solo, com calcário conforme Vieira *et al.*, (2015, p.149) “neutraliza o Al e aumenta a CTC efetiva, fornece Ca e Mg e aumenta a disponibilidade de P e Mo para a planta, melhora o ambiente para o crescimento de raízes e aumenta a atividade biológica, favorecendo a simbiose rizóbio-planta”.

A correção da acidez melhora a capacidade da planta na utilização da água e nutrientes. A ação do calcário com o solo é demorada e necessita de água. Desta forma, é necessário que a calagem seja feita, pelo menos, três meses antes da implantação da cultura no campo (VIEIRA *et al.*, 2015).

A cultura do feijoeiro pode ser implantada em solos com textura que varia de arenosa leve a argilosa pesada (WALLACE, 1980 apud ANDRADE *et al.*, 2015). Nos solos com textura argilosa pesada é mais comum a incidência de fungos do solo e o desenvolvimento de uma crosta superficial compactada, conhecida como pé de grade, que vai dificultar a emergência das plântulas e acarretar em uma diminuição do estande final de plantas (ANDRADE *et al.*, 2015). O feijoeiro é muito sensível à compactação do solo. Desta forma, o aumento da compactação do solo influencia negativamente o desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea do feijoeiro (GUIMARÃES; STONE; MOREIRA, 2002).

Solos com elevadas concentrações de sais podem manifestar sérios problemas quanto à implantação de lavouras de feijoeiro, por ser uma das espécies mais sensíveis a altos teores de sódio trocável e alta condutividade elétrica no solo (ANDRADE *et al.*, 2015). A forma como o

estresse salino se apresenta na planta do feijoeiro é diversificada, sendo que influencia em quase todos os processos de crescimento e os danos acarretados variam conforme a duração, a severidade e do estágio de desenvolvimento da planta (GARCIA *et al.*, 2009).

Sem restrições climáticas, nem problemas físicos para o desenvolvimento das raízes, o crescimento e a produção do feijoeiro dependem dos atributos químicos do solo. Sendo assim, é fundamental a capacidade em fornecer os nutrientes nas proporções adequadas para o crescimento das plantas (MORAES, 1988 apud ANDRADE; CARVALHO, VIEIRA, 2006).

A disponibilidade de nutrientes, logo depois da germinação é fundamental, para o estabelecimento da cultura do feijoeiro. Alguma restrição no suprimento de nutrientes vai atrasar e diminuir a formação de raízes, prejudicando o crescimento das plântulas (ANDRADE *et al.*, 2015). A concentração dos nutrientes na solução dos solos brasileiros geralmente é baixa, logo, produções boas, somente são obtidas em solos com excelente fertilidade ou que estejam adequadamente adubados (HEINRICHS *et al.*, 2008).

2.5.1 Nitrogênio

O nitrogênio é o elemento mineral necessário em grandes concentrações pelas plantas, por fazer parte de vários componentes das células vegetais, como os aminoácidos, as proteínas e os ácidos nucléicos (TAIZ; ZEIGER, 2013). Desta forma, o nitrogênio é o elemento que mais limita a cultura do feijoeiro, tendo alta taxa de absorção e exportação por parte da cultura (FONSECA, 2011). Esse nutriente tem grande demanda, principalmente durante o estágio que ocorre o florescimento (ROSOLEM; MARUBAYASHI, 1994). Logo, caso ocorra à deficiência do nutriente, inibe rapidamente o crescimento e desenvolvimento vegetal (TAIZ; ZEIGER, 2013).

A planta de feijoeiro é capaz de ter acesso ao nitrogênio necessário para seu desenvolvimento através de quatro formas: o solo, sobretudo pela decomposição da matéria orgânica; a atmosfera, através de descargas elétricas; os fertilizantes nitrogenados e a fixação biológica do nitrogênio atmosférico (HUNGRIA; CAMPO; MENDES, 2007).

No solo, o nitrogênio pode passar por um processo de perdas através da lixiviação, onde o mesmo está na forma de nitrato e pode ser perdido por percolação para as camadas mais profundas. Da mesma forma, o nitrogênio pode sair do sistema através da volatilização, quando passa para a forma de amônia e se perde para a atmosfera (CANTARELLA, 2017).

Segundo Pelegrin *et al.*, (2009), um dos aspectos que mais limitam a produção do feijoeiro no Brasil é o baixo nível tecnológico aplicado pelos produtores e a implantação das áreas de cultivos em locais com solos de baixa fertilidade, principalmente pobres em nitrogênio.

Logo, é necessária uma constante análise, monitoramento e a reposição do nitrogênio, com a finalidade de não causar déficit do nutriente para as plantas e ao ambiente. Vale ressaltar a importância do momento correto, da forma de aplicação e da dose adequada de nitrogênio, para que se possa ter um acréscimo na produtividade da cultura do feijoeiro (SALES, 2020). Quando o nitrogênio é utilizado nas doses corretas para a cultura é assegurado um bom rendimento da produção, um crescimento vegetal (em estatura e de folhagens) e, do mesmo modo, um incremento na concentração de proteínas nos grãos e aumento da massa seca de parte aérea (SOUZA, 2015).

A recomendação para a adubação nitrogenada na cultura do feijoeiro é de 20 a 100 kg de N ha⁻¹, variando de acordo com o nível de tecnologia empregado pelo produtor. Porém, para haver elevada produtividade é necessário adubar a cultura com quantidade superior a 100 kg de N (VIEIRA, 2006).

O feijoeiro possui um ciclo curto, assim sendo, as folhas são os órgãos da planta que melhor refletem o seu estado nutricional. Desta forma, a diagnose foliar é um dos principais métodos de avaliação no feijoeiro (RAMBO *et al.*, 2004). A deficiência causada pelo nitrogênio é a mais frequente na cultura do feijão (SORATTO *et al.*, 2013). Logo, os sintomas visuais de deficiência em nitrogênio, nas plantas de feijoeiro, são quando as folhas apresentam coloração entre verde pálido e amarelado, que se inicia pelas folhas mais velhas e está relacionado com a participação do N na estrutura da molécula de clorofila (MALAVOLTA *et al.*, 1997 apud MAIA, 2014).

A reposição do nitrogênio, através da adubação nitrogenada, é bastante difundida e utilizada pelos produtores da cultura do feijoeiro, pois o N é determinante no seu rendimento (SORATTO *et al.*, 2013). No entanto, os fertilizantes nitrogenados possuem um alto custo econômico para o produtor e, às vezes, baixas respostas por não ter sido utilizado da forma adequada (FONSECA, 2011). Um agravante na utilização de fertilizantes nitrogenados é o fato de estes terem baixa eficiência na sua utilização por parte das plantas, raramente ultrapassando 50%. Logo, caso o agricultor colocar 100 kg de N no solo, 50 kg serão perdidos pelos processos de lixiviação, desnitrificação e ou volatilização (HUNGRIA; CAMPO; MENDES, 2007). Desta forma, acabam causando a contaminação de lençóis freáticos, rios e lagos (FONSECA, 2011).

Referente à resposta sobre a adubação nitrogenada, existe diferença entre cultivares de feijão. Algumas cultivares respondem à aplicação de N (responsivos) e também produzem bem

quando a disponibilidade de N no solo é baixa (eficientes), estas, ajustam-se tanto a cultivos com baixa quanto com alta concentração de nitrogênio. A utilização de altas doses de nitrogênio, em uma cultivar eficiente, mas não responsiva, pode acarretar em desperdício de fertilizante (VIEIRA *et al.*, 2015).

As respostas em trabalhos científicos sobre a adubação nitrogenada na cultura do feijoeiro são muito divergentes, sendo a resposta à adubação influenciada pelo material genético/cultivar, solo e sua composição química, teor de matéria orgânica, cultura anterior e quantidade e disponibilidade de água no solo (BERNARDES *et al.*, 2014). Desta forma, a melhoria da eficiência de uso de N é desejável para aumentar a produtividade, reduzir os custos de produção e manter a qualidade ambiental (MAIA, 2014). Uma parte da demanda das plantas pelo nitrogênio pode ser suprida através da associação com bactérias, do gênero *Rhizobium*, capazes de fixar simbioticamente o N atmosférico (LEMOS *et al.*, 2003).

2.5.2 Fixação biológica de nitrogênio

Levando em conta a baixa eficiência da utilização da adubação nitrogenada, pela cultura do feijoeiro e os problemas ambientais acarretados pelo uso inadequado ou pelo excesso de uso, a fixação biológica de nitrogênio (FBN) assume uma importância ainda mais considerável, sendo uma opção mais viável para proporcionar parte do nitrogênio à cultura (MERCANTE, 2014).

A fixação biológica do nitrogênio é o processo no qual o nitrogênio presente na atmosfera (N_2) é convertido em formas assimiláveis pelas plantas. Esse processo ocorre através de uma reação que é catalisada pela enzima nitrogenase, que estão presentes em todas as bactérias fixadoras (HUNGRIA; MENDES; MERCANTE, 2013). Neste processo, estabelece-se uma ligação entre a bactéria e a planta hospedeira, envolvendo a ativação de vários genes, os quais levam a processos específicos, com os quais é possível a bactéria penetrar na raiz, desenvolvendo um cordão de infecção e promovendo o crescimento das células do córtex da planta hospedeira, até que exista a formação de uma estrutura específica na planta, conhecida como nódulo (HUNGRIA; CAMPO; MENDES, 2007).

A FBN ocorre através de uma “relação benéfica tanto para a planta, que obtém o nitrogênio atmosférico (N_2) na sua forma prontamente absorvida (amônia – NH_3), quanto para a bactéria (rizóbio) que recebe os fotoassimilados para o seu metabolismo” (SAMPAIO, 2013, p.32). A simbiose pode ser identificada através das estruturas especializadas do processo biológico, os nódulos, que são formadas nas raízes das leguminosas. Quando o nódulo estiver

ativo, a coloração interna deste será rosa intensa (HUNGRIA; CAMPO; MENDES, 2007). Após a formação de nódulos nas raízes, a bactéria passa a fixar o nitrogênio atmosférico em compostos orgânicos que são utilizados pelas plantas, diminuindo a necessidade de uso de adubos nitrogenados (EMBRAPA, 2020).

Os estresses ambientais são fatores que influenciam e limitam a eficiência da FBN. Esses fatores em condições tropicais são a acidez dos solos, as elevadas temperaturas e o déficit hídrico (HUNGRIA; VARGAS, 2000 apud FERNANDES JUNIOR; REIS, 2008). Os solos brasileiros, em sua maioria, Latossolos ou Argilossos, bastante profundos, com baixa fertilidade natural e geralmente ácidos. Na associação rizóbio-planta, são afetados pelo pH baixo dos solos, mas vale ressaltar, que a tolerância à acidez do solo é diferenciada, entre as espécies e estirpes de rizóbio (FERNANDES JUNIOR; REIS, 2008). A acidez do solo afeta, desde a sobrevivência e multiplicação do rizóbio no solo, até a infecção e eficiência da fixação, influenciando a troca de sinais moleculares entre a planta e o microssimbionte (HUNGRIA; VARGAS, 2000 apud DIAS, 2017).

As elevadas temperaturas são outro fator limitante, agravado quando combinado com condições de deficiência hídrica. Esses influenciam no estabelecimento da associação e caso a mesma já tenha ocorrido, pode influenciar na eficácia da FBN e na manutenção dos nódulos. Caso ocorram longos períodos de estiagem, podem acarretar em uma redução da população de rizóbios (FERNANDES JUNIOR; REIS, 2008).

A fixação biológica de nitrogênio varia conforme as espécies utilizadas, sendo um fator limitante a existência generalizada e diversificada de estirpes nativas nos solos que competem com as estirpes introduzidas na área. Estas interagem de forma diferenciada com as diferentes cultivares utilizadas, acarretando numa variabilidade de resposta à inoculação, contribuindo em grande parte com o insucesso da inoculação em condições de campo (CASSINI; FRANCO, 2006). Desta forma, é necessário utilizar estirpes selecionadas, que sejam eficientes para a cultura desejada e que sejam competitivas para com as estirpes nativas (FERNANDES JUNIOR; REIS, 2008).

Além da alta capacidade competitivas das estirpes nativas, outro ponto que deve ser levado em conta na ocupação nodular de estirpes de rizóbio que vão ser inoculadas, é a promiscuidade das plantas hospedeiras (FERNANDES JUNIOR; REIS, 2008). Essas plantas não possuem especificidade com estirpes rizobianas, sendo capazes, por esse motivo, de estabelecer as associações com diversos rizóbios nativos do solo. A cultura do feijoeiro é uma leguminosa, considerada promíscua (STRALIOTTO *et al.*, 2002 apud FERNANDES JUNIOR; REIS, 2008, p.13). A presença de estirpes de rizóbio competitivas e de baixa eficiência, além

da promiscuidade da espécie hospedeira, são fatores importantes na redução da eficiência e do estabelecimento das estirpes inoculadas (FERNANDES JUNIOR; REIS, 2008).

As bactérias pertencentes ao gênero *Rhizobium* são aeróbicas, gram-negativas, móveis e crescem em temperatura ótima de 25-30°C e pH 6-7. Uma das espécies, pertencentes a este gênero, é a *Rhizobium tropici* (MARIN *et al.*, 1999). As estirpes de *Rhizobium tropici* recomendadas e aprovadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), para a produção de inoculantes comerciais e posterior inoculação do feijoeiro no Brasil, são a SEMIA 4077 (CIAT 899), SEMIA 4080 (PRF 81) e SEMIA 4088 (H 12) (MAPA, 2011).

No Brasil, através do processo de FBN, a inoculação substitui totalmente a necessidade do uso de adubos nitrogenados na cultura da soja (EMBRAPA, 2020). No entanto, na cultura do feijoeiro, esse processo não é eficiente da mesma forma. Uma teoria é que o processo de domesticação e seleção de cultivares de feijoeiro pode ter sido acompanhado de um processo indireto de seleção negativa, em relação à capacidade de nodulação, alterando o equilíbrio simbiótico, estabelecido pela seleção natural no processo evolutivo do sistema rizóbio-planta (MYTTON, 1984 apud CARVALHO, 2002, p. 24).

Logo, as características de nodulação e eficiência simbiótica na fixação do N₂ podem ter sido negligenciados no processo de melhoramento, dando-se maior atenção apenas às características agrônomicas do material de interesse, puramente comercial (CARVALHO, 2002). Além de todos os fatores supracitados, um dos problemas associados com a baixa FBN na cultura do feijoeiro-comum está relacionada à variabilidade dos genótipos, que por muitos anos não foi considerada nos programas de melhoramento.

A fixação biológica de nitrogênio, por meio da inoculação das sementes com as estirpes de bactérias de *Rhizobium tropici*, é uma alternativa para o fornecimento de nitrogênio às plantas. Isto acaba resultando em uma economia substancial de energia fóssil que é empregada na produção de fertilizantes nitrogenados fundamentais para atender a demanda da agricultura (ALCÂNTARA *et al.*, 2009). Embora a fixação biológica do nitrogênio não seja suficiente para suprir todo o N necessário para o desenvolvimento do feijoeiro, o simples fato de ter a redução da necessidade de fertilizantes nitrogenados na cultura, é um ganho ambiental e econômico (ZOFFOLI, 2015).

2.5.2.1 Inoculante

A cultura do feijoeiro tem a capacidade de fixar nitrogênio, através da simbiose com bactérias intituladas como rizóbios. A inoculação dos rizóbios nas sementes é uma opção, de

baixo custo, para aumentar sua produtividade e suprir parte da demanda de N (MERCANTE, 2014).

O inoculante é um produto ou formulação, que possui uma determinada espécie de microrganismo, usados com o objetivo de inserir ou aumentar a população destes no ambiente. Na agricultura, esse produto é usado para fazer a inoculação de sementes com rizóbios, tendo em vista, estimular a fixação biológica do nitrogênio (VIEIRA *et al.*, 2006).

A inoculação de sementes de feijoeiro, com rizóbios aptos a fixar N atmosférico e de disponibilizá-lo às plantas, é uma opção viável para suprir parte da demanda por nitrogênio da cultura do feijoeiro. Visto que, a fixação biológica de nitrogênio realizada pelas bactérias do gênero *Rhizobium*, fornecem concentrações significativas, de nitrogênio às plantas de feijoeiro (LEMOS *et al.*, 2003).

O inoculante pode ser encontrado em várias formas e formulações no mercado, sendo líquido ou sólido. As formulações líquidas podem ser usadas diretamente na semente ou também no solo. Os objetos usados para realizar a inoculação das sementes precisam estar livres de qualquer tipo de microrganismo e resquícios de agrotóxicos. Da mesma forma, as sementes não devem ser tratadas com fungicidas, pois isso pode reduzir a viabilidade dos rizóbios (VIEIRA *et al.*, 2006).

A recomendação do manual de calagem e adubação, da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (2016), é inocular as sementes com inoculante de boa qualidade, contendo a estirpe recomendada de rizóbio para a cultura. O processo de inoculação deve ser realizado, à sombra e o inoculante armazenado em temperatura menor que 25°C. Na semeadura deve-se aplicar de 10 a 20 kg de N ha⁻¹, conforme as análises da área.

Em 15 a 20 dias após a emergência das plantas deve-se avaliar as raízes, para verificar se a nodulação foi adequada e se os nódulos estão ativos. A nodulação é considerada adequada quando o número de nódulos fixados é maior que 20. Caso a nodulação for adequada e a estirpe for eficiente, não tem a necessidade de aplicar N em cobertura. No entanto, caso a inoculação não seja suficiente, para suprir toda a demanda de N no feijoeiro, é necessário realizar a aplicação em cobertura do restante da dose de N sugeridas pelo manual, preferencialmente nos estádios fenológicos V3 e V4. A adubação nitrogenada, na fase inicial da cultura é imprescindível, para não comprometer o vigor de crescimento e a produção das plantas (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2016).

Pelegrin *et al.* (2009) verificaram que a adubação com 20 kg N ha⁻¹ na semeadura, acrescida de inoculação com *R. tropici* possibilitou a obtenção de rendimento de grãos de feijão equivalente à aplicação de até 160 kg ha⁻¹ de N. Figueiredo *et al.* (2016) também observaram

que a aplicação de 20 kg ha⁻¹ na semeadura, não reduziu a nodulação em feijoeiro inoculado com rizóbio. No entanto, Valadão *et al.*, (2009) não encontraram diferenças significativas para o rendimento de grãos entre os tratamentos em que houve apenas a inoculação e aquele em que houve adubação nitrogenada (10 kg ha⁻¹ na semeadura + 50 kg ha⁻¹ em cobertura).

Assim sendo, a quantidade de N fixado pelas bactérias depende de fatores diversos, incluindo fatores bióticos, tais como o genótipo da planta, duração do ciclo da cultura, nodulação tardia e senescência precoce dos nódulos (ALCÂNTARA *et al.*, 2009). A falta de respostas quanto à inoculação realizadas na cultura do feijoeiro é, muitas vezes, devido a presença nos solos brasileiros de estirpes nativas, que são considerados um fator limitante ao sucesso da inoculação do feijoeiro. Em algumas áreas de produção, além de estarem presentes em populações elevadas, as estirpes nativas disputam eficientemente pelos sítios de infecção nodular, com as estirpes inseridas através da inoculação. No entanto, as estirpes nativas, apresentam baixa capacidade fixadora e podem dificultar a inserção de estirpes mais eficientes na área (VARGAS; MENDES; HUNGRIA, 2000).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido na casa de vegetação da área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), campus Cerro Largo/RS. As coordenadas geográficas do local são latitude 28°08'30" sul e longitude 54°45'31" oeste, com a altitude de aproximadamente 255 metros.

O clima do município é classificado como Cfa de acordo com a classificação de Köppen e Geiger. Apresentando uma temperatura média anual em torno de 20,7°C, onde no mês mais quente do ano a temperatura média fica em torno dos 26,0°C e no mês mais frio com médias próximas a 15,1°C. Quanto às chuvas, o município apresenta uma pluviosidade média anual de 1842 mm (CLIMA-DATA.ORG, 2020).

O solo é classificado como Latossolo Vermelho, pertencente à Unidade de Mapeamento Santo Ângelo (EMBRAPA, 2006). Foi realizada em julho de 2019 a coleta de solo para análise da caracterização química e granulométrica da camada de 0 a 20 cm de profundidade (Tabela 1).

Tabela 1 – Análise química do solo, na camada 0-20cm, Universidade Federal Fronteira Sul – Campus Cerro Largo, 2019.

pH água 1:1	Ca	Mg	Al	H + Al	CTC efet.	Saturação (%)		Índice SMP	% MO	% Argila	P - Mehlich mg/dm ³	K cmol _e /dm ³
	cmol _e /dm ³					Al	Bases					
5,8	6,4	2,7	0,0	3,5	9,6	0,0	73,4	6,2	2,6	69	6,2	0,573

Fonte: Centro de Ciências Rurais - Departamento de Solos, (UFMS – Santa Maria).

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 4, com quatro repetições, totalizando 48 unidades experimentais. O primeiro fator constituiu-se de três cultivares de feijão, sendo do grupo preto as cultivares (BRS Esteio e IPR Uirapuru) e do grupo carioca, a cultivar (Pérola). O segundo fator correspondeu a quatro tipos de manejo de inoculante/adubação nitrogenada: (SI 0N) sem utilização de inoculante nas sementes e sem aplicação de adubação nitrogenada, (CI 0N) com utilização de inoculante nas sementes e sem aplicação de adubação nitrogenada, (SI 40N) sem utilização de inoculante nas

sementes e com aplicação de adubação nitrogenada, (CI 40N) com utilização de inoculante nas sementes e com aplicação de adubação nitrogenada.

O solo coletado, para preenchimento dos vasos, foi oriundo de uma área próxima da casa da vegetação e ficou disposto em uma lona preta de plástico, até a implantação do experimento. O peneiramento grosso do solo foi realizado, com uma peneira com uma malha de 2,5 cm, para eliminar os torrões e homogeneizar o solo, visando facilitar, posteriormente, a semeadura do experimento. A umidade do solo foi determinada a partir de amostras retiradas aleatoriamente do solo já homogeneizado (em triplicatas). As amostras de solo foram secas em estufa a 105°C até massa constante. A umidade do solo foi utilizada para determinar a quantidade de solo, que foi colocado em cada vaso.

A cultura foi instalada em vasos de 12 dm³ preenchidos com uma mistura de solo e substrato comercial Maxfertil®, na proporção 2:1. Os mesmos foram misturados e homogeneizados em um saco de estopa, junto com a adubação para cada vaso. Primeiro foram misturados os tratamentos que não receberam nitrogênio em sua adubação e posteriormente os que receberam.

A adubação da cultura do feijoeiro foi realizada de acordo com as recomendações técnicas do Manual de Adubação e Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, utilizando como base a análise química do solo previamente realizada. Desta forma, foram aplicados 40 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de KCl (Cloro de Potássio) e 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de SFT (Super Fosfato Triplo).

Para suprir a demanda por N (nitrogênio) por parte da cultura foi necessário a aplicação de 50 kg ha⁻¹ Ureia 45%. Quanto à aplicação da Ureia, foi utilizada nos tratamentos com aplicação da adubação nitrogenada e a mesma foi parcelada. No momento de semeadura foram utilizados apenas 10 kg ha⁻¹ do recomendado para a cultura, sendo que os outros 40 kg ha⁻¹ foram aplicados em cobertura, na fase de V3 (primeira folha composta aberta) a V4 (terceira folha trifoliada aberta) (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2016).

A adubação nitrogenada em cobertura foi realizada, com a aplicação de ureia (45% de N) na dose de 40 kg ha⁻¹. A dose foi diluída, em 100 mL de água, em um bécker e distribuída igualmente dentro do vaso. Os tratamentos que não receberam adubação em cobertura, receberam apenas a dosagem de 100 mL de água. As aplicações foram efetuadas, quando a cultura estava no estágio (V3), em torno de 25 dias após a semeadura.

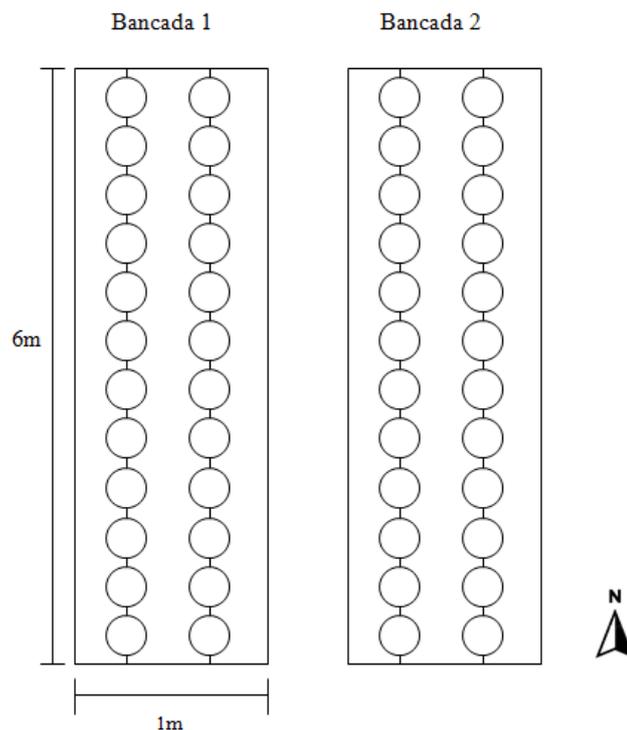
O inoculante utilizado foi o Bioma Rhyzo Feijão, é um formulado contendo as estirpes de *Rhizobium tropici* (SEMIA 4077), concentrado (1x10⁹ células viáveis/mL), sendo

recomendado para a cultura do feijoeiro. A dose utilizada foi a recomendada pelo fabricante de 150 ml de calda do inoculante, para cada 50 kg de sementes de feijão.

A inoculação das sementes foi realizada com o auxílio de sacos plásticos, agitando a mistura à sombra, sendo realizada a semeadura em seguida de oito sementes por vaso, dispostas aleatoriamente. No momento que as plantas atingiram o estágio V3, em torno de 15 dias após o plantio, foi realizado o desbaste, deixando-se três plantas por vaso.

Os vasos foram dispostos, conforme o sorteio realizado, sobre uma bancada de 6 m de comprimento, apresentando 12 vasos de cada lado da bancada, com distanciamento entre vasos de 0,5 m, conforme Figura 1. Segundo Storck *et al.* (2016), no caso de experimentos em casas de vegetação, as unidades experimentais devem ser periodicamente trocadas de lugar de maneira aleatória. Logo, toda semana foi feito um novo sorteio da disposição dos vasos na bancada.

Figura 1 – Croqui de distribuição dos tratamentos no experimento, Cerro Largo, 2021.



Fonte: elaborado pelo autor (2021).

A irrigação foi realizada via gotejamento, utilizando fita flexível com vazão de 1,3 L h⁻¹ e emissores espaçados em 0,50 m. O arranquio manual de plantas daninhas e o estaqueamento da cultura foi realizado, conforme necessidade.

3.3 AVALIAÇÕES

A determinação da Clorofila total foi realizada utilizando um clorofilômetro portátil ClorofiLOG, modelo CFL 1030, que analisa três faixas de frequência de luz na medição e, através de relações de absorção de diferentes frequências, determina o Índice de Clorofila ICF (Índice de clorofila Falker) levando em consideração a presença de clorofila dos tipos A e B, e clorofila total (FALKER, 2008). As leituras foram realizadas no período da manhã a pleno sol, quando as plantas estavam no estágio V3 e R6, onde foram amostradas todas as três plantas da unidade experimental, sendo que em cada planta foram realizadas duas leituras por trifólio da última folha trifoliolada completamente desenvolvida em todo o limbo, exceto nervuras, somando assim, seis leituras por parcela. Na segunda avaliação, foi realizada a leitura no mesmo trifólio destacado na primeira leitura. Posteriormente foi efetuada a média de clorofila total por tratamento, resultando no valor por tratamento.

A determinação do número de vagens foi realizada através da contagem das vagens viáveis por planta (todas as plantas por parcela), sendo efetuada a média das três plantas, resultando no número de vagens/planta por tratamento.

A determinação do número de grãos foi realizada através da contagem dos grãos viáveis por vagem (todas as plantas por parcela), sendo efetuada a média das três plantas, resultando no número de grãos/vagem por tratamento.

A determinação de grãos por planta foi realizada através da contagem da quantidade de grãos de cada planta e realizado a média por tratamento. Em seguida foi feito a pesagem dos mesmos, em uma balança de precisão e através da média do peso de cada planta, se obteve a massa de grãos por planta. E através de uma regra de três, se estipulou a massa de 100 grãos. A umidade dos grãos foi feita com duas amostras sorteadas por cultivar, pelo método de estufa a 105°C.

As variáveis resposta foram submetidos à análise da variância, sendo que as médias dos tratamentos foram comparadas entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de significância, utilizando-se o programa estatístico SISVAR.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto aos coeficientes de variação, verificou-se que, para todas as variáveis resposta analisadas, os valores são considerados de baixo a médios (tabela 2), evidenciando resultados com uma alta e média precisão, de acordo com classificação de Storck *et al.* (2016). Entre os fatores diferentes cultivares de feijoeiro e o uso ou não de inoculante nas sementes e com ou sem adubação nitrogenada, não se obteve interação significativa.

Tabela 2 – Médias das variáveis resposta: avaliação clorofila total V3 (CTV3), avaliação clorofila total R6 (CTR6), número de vagens/planta (NVP), número de grãos/planta (NGP), número de grãos/vagem (NGV), massa (g) de 100 grãos (M100), rendimento (g) por planta (RP), em diferentes cultivares de feijão, Cerro Largo – RS, 2021.

Cultivares	CTV3	CTR6	NVP	NGP	NGV	M100	RP
Pérola	22,5 b	33,2 b	7,3 b	31,9 b	3,7 b	30,0 ^{ns}	8,40 ^{ns}
BRS Esteio	24,0 a	36,5 a	9,3 a	38,3 a	4,7 a	27,7	10,55
IPR Uirapuru	22,3 b	32,4 b	8,0 b	32,5 b	4,5 a	26,1	9,56
CV (%)	7,54%	8,76%	9,57%	8,65%	11,51%	14,10%	14,24%
p	0,1261	0,9995	0,1450	0,1560	0,7564	0,8616	0,2538

*Médias não seguidas pela mesma letra, diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade de erro.
^{ns} Não significativo. CV: Coeficiente de variação.

p ≥ 0,05 interação não significativa.

Fonte: elaborado pelo autor (2021).

A avaliação de clorofila total (ICF – Índice de Clorofila Falker), nos estádios de V3 e em R6, se comportaram da mesma forma em ambas as avaliações, onde se obteve uma diferença significativa entre as médias das cultivares (Tabela 2). O maior índice de clorofila, foi encontrada na cultivar BRS Esteio (24,0 e 35,5 ICF) e o menor índice, na cultivar IPR Uirapuru (22,3 e 32,4 ICF) que não diferiram significativamente da cultivar Pérola. Dentre as cultivares analisadas, Santos *et al.* (2018) também encontraram diferença significativa quanto ao índice de clorofila total, onde a cultivar BRS Tapaihum (52,63 ICF) apresentou os maiores índices e os menores índices foram encontrados na cultivar BRS Sempre Verde (47,20 ICF). As leituras foram realizadas no trifólio da última folha trifoliolada completamente desenvolvida. A segunda avaliação apresentou teores de clorofila mais altos, sendo que a leitura foi realizada no mesmo trifólio destacado na primeira leitura, assim sendo, as folhas velhas apresentaram maiores teores de clorofila. Isso foi confirmado por Toso *et al.* (2011), que observaram diferença no teor de clorofila obtido com clorofilômetro em folhas em diferentes fases

fisiológicas, ou seja, folhas velhas, aquelas situadas na base da planta e sem sinais de senescência apresentaram teores de clorofila mais elevados até a fase de floração (R6), seguido de folhas médias, aquelas situadas em posição intermediária entre as novas e as velhas, e novas, aquelas situadas no ápice da planta.

O número de vagens por planta e o número de grãos por planta apresentaram um comportamento similar, ocorrendo uma diferença significativa entre as médias das cultivares, onde a cultivar BRS Esteio se sobressaiu às demais cultivares, apresentando 9,3 vagens e 38,3 grãos por planta, em média. As cultivares Pérola e IPR Uirapuru não diferiram significativamente entre si, apresentando 7,3 e 8,0 vagens por planta e 31,9 e 32,5 grãos por planta, respectivamente. Conforme Araújo et al. (2007), isto pode ser justificado pela variável vagens por planta ser um componente característico de alta herdabilidade genética, estando intrinsecamente ligados à característica de cada cultivar. Nas cultivares analisadas por Zoffoli, (2015), a Ouro Negro obteve a maior média de vagens por planta (8,3) e a menor média foi encontrada também na cultivar Pérola (6,8). Da mesma forma, entre as quinze cultivares analisadas no experimento de safra 2018-19 por Simon (2019), a cultivar BRS Esteio apresentou um resultado similar (37,4) grãos por planta, a cultivar IPR Uirapuru (35,6) e a cultivar Pérola (14,1) apresentou uma média bastante inferior ao presente trabalho.

Ao contrário do observado com o número de grãos e vagens por planta em que a cultivar BRS Esteio foi superior as demais cultivares, no número de grãos por vagem pode se verificar uma similaridade entre a BRS Esteio e a IPR Uirapuru, com 4,7 e 4,5 grãos por vagem, respectivamente, enquanto que a cultivar Pérola apresentou apenas 3,7 grãos por vagem. Nas cultivares analisadas por Zoffoli (2015), a cultivar Ouro Negro obteve a maior média de grãos por vagem (3,5) e a menor média também foi encontrada na cultivar Pérola (3,2). Desta forma, o número de grãos por vagem apresenta-se como uma característica intrínseca a cultivar (genótipo) utilizado, conforme Maia (2014) podendo sofrer pouca influência das práticas culturais, sendo que estes valores normalmente estão por volta de 4 a 5 grãos por vagem.

Diferente das demais variáveis avaliadas, a massa (g) de 100 grãos e o rendimento de grãos (g) por planta, não obtiveram diferença entre as médias das cultivares, sobre a massa (g) de 100 grãos característica de cada cultivar. De acordo com Crusciol *et al.* (2007), a massa de 100 grãos é a característica que apresenta a menor variação percentual, em função das alterações no meio de cultivo. Sendo assim, Yokoyama *et al.* (1999), afirmaram que a cultivar Pérola se sobressaiu as demais cultivares avaliadas por possuir na característica de massa (g) de 100 grãos (27g), sendo inclusive um pouco inferior ao presente trabalho (30,0 g). Com relação as demais cultivares, Pereira *et al.* (2014), encontraram a massa média similares tanto entre as cultivares,

quanto em relação a esse experimento, na cultivar BRS Esteio (24,0 g) e a massa da cultivar IPR Uirapuru (24,6 g).

A avaliação de clorofila total nos estádios de V3 e em R6 apresentaram comportamento similar, onde se obteve uma diferença significativa entre as médias dos tratamentos. O maior índice de clorofila foi encontrado com a aplicação de 40 kg ha⁻¹ de N, enquanto que a inoculação não incrementou o teor de clorofila em nenhum estágio avaliado (Tabela 3). No entanto, Santos *et al.* (2018), não encontraram efeito significativo quanto às fontes de adubação, onde o mesmo justificou que essa resposta pode estar associada ao fato do teor de nutrientes presente no solo ser suficientes para atender a demanda das cultivares analisadas. A aplicação de rizóbios segundo Zwirtes (2014), tem como objetivo aumentar a disponibilidade de nitrogênio e conseqüentemente o índice de clorofila. Logo, isso pode ser observado no tratamento CI 0N, onde as médias foram levemente superiores ao tratamento SI 0N, considerado a testemunha (não significativa).

Tabela 3 – Médias das variáveis resposta: avaliação clorofila total V3 (CTV3), avaliação clorofila total R6 (CTR6), número de vagens/planta (NVP), número de grãos/planta (NGP), número de grãos/vagem (NGV), massa (g) de 100 grãos (M100), rendimento (g) por planta (RP) em tratamentos de adubação nitrogenada e uso de inoculante, Cerro Largo – RS, 2021.

Adubação/ inoculante	CTV3	CTR6	NVP	NGP	NGV	M100	RP
SI 0N	20,8 b	32,9 b	8,3 b	32,1 ^{ns}	4,1 ^{ns}	24,8 ^{ns}	8,69 ^{ns}
CI 0N	22,1 b	34,0 b	8,7 b	32,4	4,2	25,6	9,60
SI 40N	26,4 a	36,9 a	9,4 a	36,8	4,4	28,1	9,97
CI 40N	25,0 a	35,8 a	9,1 a	35,7	4,3	26,5	9,74
CV (%)	7,54%	8,76%	9,57%	8,65%	11,51%	14,10%	14,24%
p	0,1261	0,9995	0,1450	0,1560	0,7564	0,8616	0,2538

*Médias não seguidas pela mesma letra, diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade de erro.

^{ns} Não significativo. CV: Coeficiente de variação.

p ≥ 0,05 interação não significativa.

Fonte: elaborado pelo autor (2021).

O número de vagens por planta apresentou um comportamento similar as variáveis anteriores, sendo observada diferença significativa entre as médias dos tratamentos, onde o maior número de vagens por planta foi encontrado no tratamento SI 40N (9,4) que não diferiu do tratamento CI 40N (9,1) e o menor valor, foi obtido no tratamento SI 0N (8,7) que não diferiu do CI 0N (8,3). Os tratamentos que receberam adubação de N no plantio segundo Zoffoli

(2015), apresentaram maiores números de vagens por planta, onde a maior média foi encontrada no tratamento inoculado com a estirpe BR 534 com N no plantio e em cobertura aos 25 DAE (10,2). A mesma afirmação foi feita Andrade *et al.* (2001), que afirmaram que o fornecimento de N na forma mineral resulta em maior número de vagens por planta, tanto em semeadura quanto em cobertura e quando associado com a prática de inoculação, comparados a testemunha absoluta e apenas a inoculação.

As demais variáveis, número de grãos por planta, número de grãos por vagem, massa de 100 (g) grãos e rendimento (g) por planta não obtiveram diferença significativa entre as médias dos tratamentos. Tochetto (2015), obteve resultados similares quanto a não diferenciação dos tratamentos, porém suas médias em relação ao número de grãos por planta foram bastante superiores, sendo a maior média no tratamento com apenas aplicação da adubação foliar (53,8 grãos por planta). Já Bellaver e Fagundes (2009), obtiveram diferenças entre os tratamentos de forma significativa, onde se destacou o tratamento inoculado, adubado no plantio e complementado com N em cobertura (64,2 grãos por planta). As menores médias foram as do tratamento testemunha (38,3), seguido pelo tratamento sem inoculante, com adubação de base sem cobertura (48,3).

Nas safras 2018 e 2019, Sales (2020) obteve resultados constantes apresentando em média 5 grãos por vagem entre os tratamentos em função do manejo da adubação nitrogenada e reinoculação com estirpe de *Rhizobium tropici*, ficando claro que nenhum dos tratamentos foi capaz de influenciar nessa característica. Assim sendo, da mesma forma que o número de vagens por planta, o número de grãos por vagem é uma característica de alta herdabilidade e dificilmente serão modificadas em função do manejo, exceto quando muito bem nutridas as plantas, que acabem respondendo em maior altura e maior número de ramos produtivos, provavelmente vai refletir em um maior número de vagens (CAIXETA *et al.*, 2016). No entanto, Bellaver e Fagundes (2009), obtiveram diferença significativa e resultados similares a esse trabalho, onde a maior média (4,5 grãos por vagem) foi no tratamento inoculado, adubado na base e adubado em cobertura e a menor média foi o tratamento sem inoculação, sem adubação de base e sem cobertura (4,0 grãos por vagem). Assim como Zoffoli (2015), que obteve os maiores valores nos tratamentos inoculado com BR 534 com N no plantio e em cobertura aos 25 DAE (3,4), no tratamento inoculado com BR 932 com N no plantio e em cobertura aos 25 DAE (3,4) e testemunha nitrogenada (3,3). O menor valor foi encontrado no tratamento BR 534 com N em cobertura aos 15 e 25 DAE (2,5).

A massa (g) de 100 grãos, segundo Soratto *et al.* (2004), não sofre grande variação em diferentes doses de N. Da mesma forma, Tochetto (2015), não obteve resultados significativos,

mas suas médias foram similares a este trabalho, onde a maior média foi no tratamento com utilização de inoculante e com aplicação da adubação foliar (26,8 g). Assim como Bellaver e Fagundes (2009), que também não obtiveram diferenças significativas, uma vez que a menor média obtida foi (19,7 g) para o tratamento não inoculado, adubado na base e adubado em cobertura e a maior média para o tratamento testemunha com (20,9 g). Sales (2020), afirmou que, mesmo os tratamentos com as menores médias (inoculação com rizóbio (27,43 g) e co-inoculação (27,36 g), mostraram-se superiores às médias estimadas para as cultivares, onde os dados deixam claro que a qualidade nutricional foram mantidas e supridas pelos tratamentos com uso de bactérias fixadoras nas condições experimentais avaliadas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Não ocorreu interação entre as cultivares de feijão com a adubação nitrogenada e o uso de inoculante.

A cultivar BRS Esteio a melhor cultivar na avaliação clorofila total V3 e em R6, número de vagens/planta, número de grãos/planta e número de grãos/vagem.

A adubação nitrogenada influenciou positivamente no teor clorofila em V3 e R6 e aumentou o número de vagens/planta, no entanto não influenciou nos demais componentes do rendimento.

Não ocorreu resposta positiva a inoculação.

REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA, R. M. C. M. *et al.* Relações entre a contribuição da fixação biológica de nitrogênio e a duração do ciclo de diferentes genótipos de cultivos de leguminosas de grãos. Embrapa Meio-Norte. Teresina, PI, 2009. (Documentos, 197). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/663936>. Acesso em: 08 jun. 2020.
- ANDRADE, M. J. B. *et al.* Exigências Edafoclimáticas. In: CARNEIRO, José Eustáquio; PAULA JUNIOR, Trazildo José de; BORÉM, Aluízio (ed.). **Feijão: do plantio a colheita**. Viçosa: UFV, 2015. p. 67-95.
- ANDRADE, Messias José Bastos de; CARVALHO, Abner José de; VIEIRA, Neiva Maria Batisa. Exigências Edafoclimáticas. In: VIEIRA, Clibas; PAULA JUNIOR, Trazildo José de; BORÉM, Aluízio (ed.). **Feijão**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2006. p. 67-86.
- ANDRADE, M.J.B. *et al.* Época de colheita em cinco cultivares de feijoeiro e efeitos sobre o rendimento de grãos e seus componentes primários. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, 2001, p.213-219.
- ARAUJO, Ricardo. S.; HUNGRIA, Mariangela. **Microorganismos de importância agrícola**. Brasília: EMBRAPA – CNPAF, 1994, 236P. ((Documentos, 44). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/26171/1/doc-44.pdf>. Acesso em 09 jun. 2020.
- ARAÚJO, F. F. *et al.* Fixação biológica de N₂ no feijoeiro submetido a dosagens de inoculante e tratamento químico na semente comparado à adubação nitrogenada. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá, v. 29, n. 4, p.535-540, 2007.
- BASSAN, D. A. Z. *et al.* Inoculação de sementes e aplicação de nitrogênio e molibdênio na cultura do feijão de inverno: produção e qualidade fisiológica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 23, nº1, p.76-83, 2001. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/228603116_Inoculacao_de_sementes_e_aplicacao_de_nitrogenio_e_molibdenio_na_cultura_do_feijao_de_inverno_producao_e_qualidade_fisiologica_de_sementes. Acesso em: 20 maio 2020.
- BELLAVER, Anderson; FAGUNDES, Regiane Slongo. Inoculação com *Rhizobium tropici* e uso do nitrogênio na base e por cobertura na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 2, n. 4, p.1-10, 2009.
- BERNARDES, T. G. *et al.* Resposta do feijoeiro de outono-inverno a fontes e doses de nitrogênio em cobertura. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 2, p. 458-468, Mar./Apr. 2014. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/17966/13761>. Acesso em: 09 jun. 2020.
- BORÉM, Aluízio; CARNEIRO, José Eustáquio S. A cultura. In: CARNEIRO, José Eustáquio; PAULA JUNIOR, Trazildo José de; BORÉM, Aluízio (ed.). **Feijão: do plantio à colheita**. Viçosa: UFV, 2015. p. 9-15.

BRUINSMA, Mateus Schneider. **Potencial de isolados bacterianos, associados ou não ao silício, no manejo de doenças em cultivo do feijoeiro**. Orientador: Juliane Ludwig, 2019. 46 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo, 2019. Disponível em: <https://rd.uffrs.edu.br/handle/prefix/3444>. Acesso em: 20 abr. 2020.

CAIXETA, L. C.; VEIGA, A. D.; VEIGA, P. O. A.; ANDRADE, M. J. B.; REIS, M. C. S. Co-inoculação de *Rhizobium*, *Azospirillum* e *Trichoderma* na cultura do feijoeiro comum. *In: JORNADA CIENTIFICA E TECNOLÓGICA*, 8, SIMPOSIO DA PÓS-GRADUAÇÃO DO IFSULDEMINAS, 5, 2016, Passos. **Anais [...]**. Passos: [s.n.], 2016.

CANTARELLA, Heitor. Nitrogênio. *In: NOVAIS, R. F. et al. (ed.). Fertilidade do solo*. Viçosa: SBCS, 2007. p. 375-470.

CARVALHO, Eraldo Augusto de. **Avaliação agronômica da disponibilização de nitrogênio à cultura de feijão sob sistema de semeadura direta**. Orientador: Durval Dourado Neto. 2002. 63 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz: ESALQ, 2002. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-03042003153318/publico/eraldo.pdf>. Acesso em 18 jun. 2020.

CASSINI, Sérgio Túlio A.; FRANCO, Marília Caixeta. Fixação biológica de nitrogênio: microbiologia, fatores ambientais e genéticos. *In: VIEIRA, Clibas; PAULA JUNIOR, Trazildo José de; BORÉM, Aluizio (ed.). Feijão*. 2. ed. Viçosa: UFV, 2006. p. 143-170. CLIMATE-DATA.ORG. **Clima: Cerro Largo**. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/rio-grande-do-sul/cerro-largo-43782/>. Acesso em: 20 maio 2020.

CONAB - Companhia Nacional do Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v. 7 - Safra 2019/20 N.12 - Décimo segundo levantamento, Brasília, p. 1-68, setembro 2020.

CONAB - Companhia Nacional do Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v. 7 - Safra 2019/20 – N.8 – Oitavo levantamento, Brasília, p. 1-66, maio 2020.
CONAB - Companhia Nacional do Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v. 6 Safra 2018/19 – N.12 – Décimo Segundo levantamento, Brasília, p. 1-126, setembro 2019.

CRUSCIOL, C. A. C. *et al.* Fontes e doses de nitrogênio para o feijoeiro em sucessão a gramíneas no Sistema Plantio Direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, p. 1545-1552, 2007.

DIAS, Polianna Alves Silva. **Potencial genético de linhagens elite de feijoeiro-comum para fixação biológica de nitrogênio**. Orientador: Patrícia Guimarães Santos Melo. 2017. 111 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tede/7281/5/Tese%20Polianna%20Alves%20Silva%20Dias%20-%202017.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2020.

EMBRAPA. Fixação biológica de nitrogênio. 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-fixacao-biologica-de-nitrogenio/perguntas-e-respostas>. Acesso em: 18 jun. 2020.

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. **Dados conjunturais da produção de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e caupi (*Vigna unguiculata* L.) no Brasil (1985 a 2011):** área, produção e rendimento. Disponível em: <http://www.cnpaf.embrapa.br/socioeconomia/index.htm>. Acesso em: 21 maio 2020.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. – Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006.

FALKER AUTOMAÇÃO AGRÍCOLA LTDA. Manual do medidor eletrônico de clorofila ClorofiLOG CFL 1030. Porto Alegre, 2008. 4p.

FERNANDES JUNIOR, Paulo Ivan; REIS, Veronica Massena. **Algumas limitações à fixação biológica de nitrogênio em leguminosas**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2008. 33 p. (Documentos, 252). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAB-2010/35748/1/doc252.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2020.

FIGUEIREDO, M.A. *et al.* Adubações nitrogenada e molíbdica e inoculação com *Rhizobium* spp. no feijoeiro-comum em dois latossolos. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 38, n. 1, p. 85-92, 2016. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1807-86212016000100085&script=sci_arttext. Acesso em: 19 jun. 2020.

FONSECA, Guilherme Godoy. **Resposta de Cultivares de Feijoeiro-comum à inoculação das sementes com estirpes de rizóbio em Minas Gerais**. Orientador: Messias José Bastos de Andrade, 2011, 166 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras: UFLA, 2011. Disponível em: http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/1785/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Resposta%20de%20cultivares%20de%20feijoeiro-comum%20%C3%A0%20inocula%C3%A7%C3%A3o%20das%20sementes%20com%20estirpes%20de%20riz%C3%B3bio%20em%20Minas%20Gerais.pdf. Acesso em: 20 maio 2020.

GARCIA, S. H. *et al.* Estresse hídrico e salino na produção relativa e potencial de água na folha do feijoeiro. **Irriga**. Botucatu, v. 14, n. 4, p. 470-480, outubro-dezembro, 2009. Disponível em: <http://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/3434>. Acesso em: 04 jun. 2020.

GONÇALVES, J. G. R. *et al.* Estudo da estabilidade fenotípica de feijoeiro com grãos especiais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 922-931, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cagro/v34n4/v34n4a18.pdf>. Acesso em: 09 jun. 2020.

GUIMARÃES, Cleber M.; STONE, Luís F.; MOREIRA, José A. A.. Compactação do solo na cultura do feijoeiro. II: efeito sobre o desenvolvimento radicular e da parte aérea. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, n.2, p.213-218, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v6n2/v6n2a05.pdf>. Acesso em: 04 jun. 2020.

HEINRICH, R. *et al.* Atributos químicos do solo e produção do feijoeiro com a aplicação de calcário e manganês. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 03, p. 1157-1164, 2008. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPPSE/18067/1/PROCIAM2008.00142.pdf>. Acesso em: 04 jun. 2020.

HUNGRIA, Mariângela; MENDES, Iêda Carvalho; MERCANTE, Fabio Martins. **Tecnologia de fixação biológica de nitrogênio com o feijoeiro**: viabilidade em pequenas propriedades familiares e em propriedades tecnificadas. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 32 p. (Embrapa Soja. Documentos, 338). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/964425/tecnologia-de-fixacao-biologica-do-nitrogenio-com-o-feijoeiro-viabilidade-em-pequenas-propriedades-familiares-e-em-propriedades-tecnificadas>. Acesso em: 07 jun. 2020.

HUNGRIA, Mariângela; CAMPO, Rubens José; MENDES, Iêda Carvalho. **A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja**: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 80 p. (Embrapa Soja. Documentos, 283). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/564908/a-importancia-do-processo-de-fixacao-biologica-do-nitrogenio-para-a-cultura-da-soja-componente-essencial-para-a-competitividade-do-produto-brasileiro>. Acesso em: 15 maio 2020.

HUNGRIA, Mariângela; CAMPO, Rubens José; MENDES, Iêda Carvalho. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2001. 48 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 35) (Embrapa Cerrados. Circular Técnica, 13). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPSO/18515/1/circTec35.pdf>. Acesso em: 15 maio 2020.

IAPAR. **Principais características das cultivares de feijão com sementes disponíveis no mercado**. Disponível em: <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1363> Acesso em: 22 maio 2020.

LEMONS, L. B. *et al.* Inoculação de rizóbio e adubação nitrogenada em genótipos de feijoeiro. **Agronomia**, Rio de Janeiro, v.37, n. 1, p.26-31, 2003. Disponível em: http://www.ia.ufrj.br/revista/artigos/2003-1/22_36.pdf. Acesso em: 04 jun. 2020.

MAIA, Suelen Cristina Mendonça. **Critérios para o manejo da adubação nitrogenada na cultura do feijão utilizando clorofilômetro portátil**. Orientador: Rogério Peres Soratto, 2014. x, 104 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, 2014. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/123368>. Acesso em: 25 set. 2019.

MALUF, J. R. T. *et al.* Zoneamento de risco climático para a cultura de feijão no Rio Grande do Sul. **Revista brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v.9, n. 3, (Nº Especial: Zoneamento Agrícola), p.468-476, ago./dez. 2001. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/pesquisa/agromet/pdf/revista/cap10.pdf>. Acesso em: 19 maio 2020.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Regional Sul: Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC, 2016. 376 p.

MAPA. **ZONEAMENTO AGRÍCOLA 2020**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/riscos-seguro/riscoagropecuario/portarias/safra-vigente/rio-grande-do-sul/word/PORTN44FEIJAO1SAFRARS.pdf>. Acesso em: 22 maio 2020.

MAPA. **Relação dos micro-organismos autorizados para produção de inoculantes no Brasil**. 2011. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/legislacao/in-sda-13-de-24-03-2011-inoculantes.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2020.

MARIN, V. A. *et al.* **Fixação biológica de nitrogênio**: bactérias fixadoras de nitrogênio de importância para a agricultura tropical. Seropédica: Embrapa-CNPAB, 1999. 24 p. (Embrapa-CNPAB. Documentos, 91). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/598661>. Acesso em: 08 jun. 2020.

MELO, Carlos Lasaro Pereira de. Cultivares de feijão. *In*: PADOVAN, Milton Parron; PEZARICO, Carmen Regina; OTSUBO, Auro Akio (ed.). **Tecnologias para a agricultura familiar**. Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste, maio 2014. 97 p. (Documentos/Embrapa Agropecuária Oeste, 122). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/103482/1/DOC2014122.pdf>. Acesso em: 08 jun 2020.

MERCANTE, Fábio Martins. Fixação Biológica de Nitrogênio: Uso de Inoculante no Feijoeiro. *In*: PADOVAN, Milton Parron; PEZARICO, Carmen Regina; OTSUBO, Auro Akio (ed.). **Tecnologias para a agricultura familiar**. Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste, maio 2014. 97 p. (Documentos/Embrapa Agropecuária Oeste, 122). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/103482/1/DOC2014122.pdf>. Acesso em: 08 jun 2020.

MARCO, K. *et al.* Aptidão Agroclimática e Características Agronômicas do Feijão-Comum Semeado na Safra das Águas em Tangará da Serra – MT. **Enciclopédia Biosfera**. Goiânia, v. 8, n. 15, p. 160, 2012. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2012b/ciencias%20agrarias/aptidao.pdf>. Acesso em: 21 maio 2020.

MORAES, Elenice da Silva; MENELAU, Almir Silveira. Análise do mercado de feijão comum. **Revista de Política Agrícola**. Ano XXVI – nº1 p.81-92, – Jan./Fev./Mar. 2017. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/163229/1/Analise-do-mercado-de-feijao-comum.pdf>. Acesso em: 19 maio 2020.

MOURA, Altair Dias de; BRITO, Lélis Maia de. Aspectos socioeconômicos. *In*: CARNEIRO, José Eustáquio; PAULA JUNIOR, Trazildo José de; BORÉM, Aluízio (ed.). **Feijão: do plantio à colheita**. Viçosa: UFV, 2015. p. 16-36.

PELEGRIN, R. *et al.* Resposta da cultura do feijoeiro à adubação nitrogenada e à inoculação com rizóbio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa v. 33, n. 1, p. 219-226, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbcs/v33n1/23.pdf>. Acesso em: 04 jun. 2020.

PEREIRA, V. G. C. *et al.* Exigências agroclimáticas para a cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Energias Renováveis**. v.3, p. 32-42, 2014. Disponível em: https://revistas.ufpr.br/rber/article/view/36917/pdf_13. Acesso em: 22 de maio de 2020.

PEREIRA, H. S. *et al.* **BRS Esteio - Cultivar de feijoeiro comum com grãos pretos, alto potencial produtivo e resistência à antracnose**. Embrapa Arroz e Feijão: Santo Antônio de Goiás - GO. Setembro, 2014. 4 p. (Comunicado técnico, 213). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/108084/1/Comtec213-2ed.pdf>. Acesso em: 09 jun. 2020.

OLIVEIRA, M. G. C. *et al.* **Conhecendo a fenologia do feijoeiro e seus aspectos fitotécnicos**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 59 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1085830/conhecendo-a-fenologia-do-feijoeiro-e-seus-aspectos-fitotecnicos>. Acesso em: 25 maio 2020.

OLIVEIRA, M. G. de C. *et al.* **Desempenho produtivo da cultivar de feijão-comum BRS Esteio em Unidades Demonstrativas na Região Centro-Sul do Paraná**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2017. 19 p. - (Boletim de pesquisa e desenvolvimento/ Embrapa Arroz e Feijão, ISSN 1678-9601; 49). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1071340/desempenho-produtivo-da-cultivar-de-feijao-comum-brs-esteio-em-unidades-demonstrativas-na-regiao-centro-sul-do-parana>. Acesso em: 22 maio 2020.

RAMALHO, Magno Antonio Patto; ABREU, Ângela de Fátima Barbosa. Obtenção de cultivares. *In*: CARNEIRO, José Eustáquio; PAULA JUNIOR, Trazildo José de; BORÉM, Aluizio (ed.). **Feijão: do plantio à colheita**. Viçosa: UFV, 2015. p.96-114.

RAMBO, L. *et al.* Testes de nitrato no solo como indicadores complementares no manejo da adubação nitrogenada em milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, p. 1279-1287, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cr/v34n4/a54v34n4.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2020.

ROSOLEM, Ciro. A.; MARUBAYASHI, Osvaldo. M. Seja o doutor do seu feijoeiro. **Encarte do Informações Agronômicas**, São Paulo, n. 68, 1994.

RUAS, João Figueiredo. Feijão. *In*: CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Perspectivas para a agropecuária** – v.7, – Brasília, p. 1-100, outubro 2019. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/perspectivas-para-a-agropecuaria>. Acesso em: 18 maio 2020.

RUAS, João Figueiredo. Feijão. *In*: CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Perspectivas para a agropecuária** – v.6, – Brasília, p. 1-112, outubro 2018. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/perspectivas-para-a-agropecuaria>. Acesso em: 18 maio 2020.

SALES, Leticia Zylmennith de Souza. **Momentos de reinoculação de *Rhizobium tropici* no feijoeiro na implantação de sistema plantio direto**. Orientador: Orivaldo Arf. 2020. 61 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha

Solteira. Área de conhecimento: Sistemas de Produção, 2020. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/191998>. Acesso em: 25 maio 2020.

SALVADOR, Carlos Alberto. **Feijão: Análise da Conjuntura Agropecuária**. Curitiba: SEAB 2012. Disponível em: http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/feijao_2012_13.pdf. Acesso em: 15 maio 2020.

SAMPAIO, Fernanda Bueno. **Isolados de rizóbios capturados por genótipos silvestres de feijoeiro**: obtenção, morfologia e uso de fontes de carbono. Orientadora: Eliana Paula Fernandes Brasil. 2013. 86 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Solo e Água) – Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/70/o/Disserta%C3%A7%C3%A3o_FERNANDA_BUENO_SAMPAIO.pdf. Acesso em: 08 jun. 2020.

SANTANA, M. J. *et al.* Viabilidade técnica e econômica da aplicação de água na cultura do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 2, p. 532-538, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cagro/v33n2/v33n2a27.pdf>. Acesso em: 09 jun. 2020.

SANTOS, M. M. *et al.* Avaliação de cultivares de feijão caupi em área de cerrado no sul do estado do Tocantins. **Tecnologia e ciência agropecuária**, João Pessoa, v.12, n.4, p.9-13, dez. 2018.

SANTOS, J. B. *et al.* Botânica. In: CARNEIRO, José Eustáquio; PAULA JUNIOR, Trazildo José de; BORÉM, Aluízio (ed.). **Feijão: do plantio à colheita**. Viçosa: UFV, 2015. p. 37-66. SANTOS, João Bosco dos; GAVILANES, Manuel Losada. Botânica. In: VIEIRA, Clibas; PAULA JUNIOR, Trazildo José de; BORÉM, Aluízio (ed.). **Feijão**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2006. p. 41-66.

SILVA, Heloisa Torres da. **Morfologia**. 2020. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/CONTAG01_9_1311200215101.html. Acesso em: 25 maio 2020.

SILVA, Heloisa Torres da; COSTA, Aline Oliveira. **Caracterização botânica de espécies silvestres do gênero *Phaseolus* L. (Leguminosae)**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 40 p. – (Documentos / Embrapa Arroz e Feijão, 156). Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/doc_156ID-E4XyDjZQ09.pdf. Acesso em: 25 maio 2020.

SILVA, Corival Cândido da; SILVEIRA, Pedro Marques da. Influência de sistemas agrícolas na resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) irrigado à adubação nitrogenada em cobertura. Pesquisa Agropecuária Tropical. 2000. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 30, n. 1, p. 86-96, 2000. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/pat/article/view/2868/2918>. Acesso em: 21 de maio de 2020.

SIMON, Solange. **Avaliação de cultivares de feijão em diferentes safras no município de Cerro Largo**. Orientador: Nerison Luís Poersch, 2019. 24 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo, 2019.

- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.** – Núcleo Regional Sul. – [s.i.]: Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC, 2016. 376 p.
- SOUZA, José Eduardo Barbosa de. Co-inoculação de *Rhizobium tropici* e *Azospirillum brasilense* no feijoeiro-comum visando aumento de produtividade e redução de custo de produção. Orientador: Enderson Petrônio de Brito Ferreira. 2015. 83 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/6720>. Acesso em: 05 jun. 2020.
- SOUZA, M. D. D. M. D. *et al.* Efeito da adubação potássica no crescimento do feijão de corda preto. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 7, 2013. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/pat/article/view/2868/2918>. Acesso em: 19 maio 2020.
- SOUZA H. A. *et al.* Folha diagnóstica para avaliação do estado nutricional do feijoeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.15, n.12, p.1243–1250, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v15n12/a05v15n12.pdf>. Acesso em: 06 jun 2020.
- SORRATO, R. P. *et al.* Extração e exportação de nutrientes por cultivares de feijão sob diferentes níveis de fertilização: I – Macronutrientes. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, 37:1027-1042, 2013.
- SORATTO, R. P. *et al.* Teor de clorofila e produtividade do feijoeiro em razão da adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, p. 895-901, 2004.
- STORCK, L. *et al.* **Experimentação vegetal**. 3. ed. Santa Maria: Ed. Da UFSM, 2016. 200 p.
- TAVARES, C.J. *et al.* Fitossociologia de plantas daninhas. 92 Ano XXVI – No 1 – Jan./Fev./Mar. 2017 na cultura do feijão. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 1, p. 27-32, 2013. Disponível em: http://www.agraria.pro.br/ojs2.4.6/index.php?journal=agraria&page=article&op=view&path%5B%5D=agraria_v8i1a1849&path%5B%5D=971. Acesso em: 20 maio 2020.
- TAIZ, Lincoln; ZEIGER, Eduardo. **Fisiologia vegetal**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.
- TOCHETTO, Cristian Renan. **Inoculação com *Bradyrhizobium japonicum* e adubação foliar na nodulação e componentes de produtividade do feijoeiro**. Orientador: Hugo von Linsinge Piazzetta, 2015. 21 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, Erechim, 2015.
- TOSO, V. *et al.* Leituras de clorofila em feijoeiro cultivado com diferentes disponibilidades de nitrogênio. In: **Congresso nacional de pesquisa de feijão**, 2011, Goiânia. **Anais [...]**. Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão, 2011.
- VALADÃO, F. C. A. *et al.* Inoculação das sementes e adubações nitrogenada e molíbdica do feijoeiro-comum, em Rolim de Moura, RO. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 39, n. 4, p. 741-748, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/aa/v39n4/v39n4a02.pdf>. Acesso em: 15 maio 2020.

- VARGAS, Milton; MENDES, Iêda; HUNGRIA, Mariangela. Response of field-grown bean (*Phaseolus vulgaris* L.) to *Rhizobium* inoculation and nitrogen fertilization in two Cerrados soils. **Biology and Fertility of Soils**. 32. 228-233. 10.1007/s003740000240. (2000).
- VIEIRA, R. F. *et al.* Adubação. *In*: CARNEIRO, José Eustáquio; PAULA JUNIOR, Trazildo José de; BORÉM, Aluízio (ed.). **Feijão: do plantio à colheita**. Viçosa: UFV, 2015. p. 145-172.
- VIEIRA, Clibas. Adubação Mineral e Calagem. *In*: VIEIRA, Clibas; PAULA JUNIOR, Trazildo José de; BORÉM, Aluízio (ed.). **Feijão**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2006. p. 115-142.
- YOKOYAMA, L.P *et al.* **Nível de aceitabilidade da cultivar de feijão “Pérola”**: avaliação preliminar. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 20p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 98). Disponível em:
https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/doc_98ID-tlPdoj29S.pdf. Acesso em: 23 maio 2020.
- ZOFFOLI, Bárbara Cavalheiro. **Influência da época de aplicação de nitrogênio no crescimento e produção de grãos de feijoeiro inoculado com rizóbios**. Orientador: Adelson Paulo de Araújo. 2015. 67f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Ciência do Solo). Instituto de Agronomia, Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2015.
- ZWIRTES, Alvicio. **Nodulação, crescimento e desenvolvimento de feijão inoculado com diferentes estirpes de *Rhizobium***. Orientador: Evandro Pedro Schneider. 2014. 26f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo, 2014.