



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL – UFFS
CAMPUS CERRO LARGO
CURSO DE AGRONOMIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ALVICIO ZWIRTES

**NODULAÇÃO, CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE FEIJÃO INOCULADO
COM DIFERENTES ESTIRPES DE *RHIZOBIUM***

CERRO LARGO – RS

2014

ALVICIO ZWIRTES

**NODULAÇÃO, CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE FEIJÃO INOCULADO
COM DIFERENTES ESTIRPES DE *RHIZOBIUM***

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.

Prof. Dr. Evandro Pedro Schneider

CERRO LARGO - RS

2014

DGI/DGCI - Divisão de Gestão de Conhecimento e Inovação

Zwirtes, Alvício

NODULAÇÃO, CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE FEIJÃO
INOCULADO COM DIFERENTES ESTIRPES DE RHIZOBIUM/ Alvício

Zwirtes. -- 2014.

26 f.

Orientador: Evandro Pedro Schneider.

Trabalho de conclusão de curso (graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Agronomia , Cerro Largo, RS, 2014.

1. nodulação, crescimento e desenvolvimento de feijão
inoculado com diferentes estirpes de Rhizobium. I.
Schneider, Evandro Pedro, orient. II. Universidade
Federal da Fronteira Sul. III. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
COORDENAÇÃO DO CURSO DE AGRONOMIA
CAMPUS CERRO LARGO

**Comprovante de Defesa do
Trabalho Conclusão de Curso II**

Ministério da Educação
Universidade Federal da
Fronteira Sul

Campus Cerro Largo
Rua Major Antônio Cardoso, 590
Cerro Largo/RS CEP 97900-000

(55) 3359 3950
www.ufff.edu.br

Acadêmico (a): Alécio Zucinato

Título do Trabalho: Nodulação, crescimento e desenvolvimento de feijão inoculado com diferentes estirpes de Rhizobium.

Banca Examinadora:

Presidente: Mauro Pedro Schneider

Avaliador 01: Rodion Casconel

Avaliador 02: Deborah Leizhe Becker

Cerro Largo, 09 de dezembro de 2014.

RESUMO

Zwirtes, Alvicio. **Nodulação, crescimento e desenvolvimento de feijão inoculado com diferentes estirpes de *Rhizobium***. 2014. 26f. TCC Universidade Federal Fronteira Sul, Cerro Largo.

A fixação biológica de nitrogênio em feijoeiro através da simbiose com *Rhizobium tropici* se apresenta como uma alternativa para a redução do uso dos fertilizantes nitrogenados. Esse trabalho teve o objetivo de avaliar a capacidade de nodulação e fixação biológica de nitrogênio com diferentes estirpes de *Rhizobium* (SEMIA 4080, SEMIA 4077 e SEMIA4080 + SEMIA 4077), aplicadas em pré-plantio nas sementes da cultivar de feijoeiro BRS Explendor. O experimento foi realizado no município de Cerro Largo, caracterizado pela predominância do Latossolo Vermelho Distroférico Típico, o experimento conduzido em blocos ao acaso, com quatro repetições. Nas condições do ensaio a inoculação se mostrou eficiente para a nodulação das raízes, influenciando positivamente sobre a área foliar e o número de vagens quando comparadas ao tratamento testemunha (sem inoculação).

Palavras-chave: nodulação, fixação biológica de nitrogênio, *Rhizobium tropici*, inoculação.

ABSTRACT

Alvicio Zwirtes. **Nodulation, growth and development of bean inoculated with different *Rhizobium* strains.** 2014.26f. TCC Federal University Southern Border, Cerro Largo.

The nitrogen biologic fixation by the bacteria *Rhizobium tropici* is an alternative to the reduction of the nitrogen fertilizers. This work aimed to evaluate the ability of nodulation and nitrogen biological fixation with different strains of *Rhizobium* (SEMIA, SEMIA 4080 4077 and SEMIA4080 + SEMIA 4077), applied in pré-plantio in seeds on bean cultivar BRS Explendor in Cerro Largo, which prevails the typic distroferric red latosoil, the experiment was conducted in randomized blocks design with four repetitions. Under the test conditions inoculation proved efficient for nodulation of the roots, positively influencing on the foliar area and the number of pods when compared to witness treatment (without inoculation).

Keywords: Nodulation, nitrogen biologic fixation, *Rhizobium tropici*, inoculation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1: Análise química de solo da área experimental.	15
TABELA 1: Índice relativo de clorofila (SPAD) em feijão inoculado com diferentes estirpes de Rhizobium. Cerro Largo, 2014.....	18
TABELA 2: Índice de altura em feijão inoculado com diferentes estirpes de Rhizobium. Cerro Largo, 2014.	19
TABELA 3: Índice foliar em feijão inoculado com diferentes estirpes de Rhizobium. Cerro Largo, 2014.	19
TABELA 4: Nodulação em feijão inoculado com diferentes estirpes de Rhizobium. Cerro Largo, 2014.	20
TABELA 5: Massa seca da parte aérea do feijão inoculado com diferentes estirpes de Rhizobium. Cerro Largo, 2014.	21
TABELA 6: Número de vagens no feijão inoculado com diferentes estirpes de Rhizobium. Cerro Largo, 2014.	22

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	8
2.1. Caracterização da cultura do feijoeiro.....	8
2.2. Fixação biológica de nitrogênio na cultura do feijão.....	10
3. MATERIAL E MÉTODOS	14
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4. CONCLUSÃO	22
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

1. INTRODUÇÃO

A cultura do feijão (*Phaseolus Vulgaris L.*) é cultivado em todo o território nacional, sendo uma das mais importantes fontes de proteínas e carboidratos para população brasileira (EPAGRI, 2012). Na safra 2012/2013, a cultura ocupava aproximadamente 3075,3 mil hectares divididos em três plantios, e tendo uma produção em torno de 2805,3 mil toneladas, obtendo um rendimento médio de aproximadamente 913 kg por hectare (CONAB, 2013), sendo o Brasil um dos principais produtores mundiais desta leguminosa.

Com o crescimento da população no mundo, a qual deve atingir oito bilhões de pessoas em meados de 2030 (HUNGRIA et al, 2007), acarretará uma maior demanda por alimentos. Esta demanda pode ser suprida com a adoção de novas tecnologias, onde a cultura poderá atingir uma produtividade mais elevada, preferencialmente com um custo energético e ambiental menor, isto tudo buscando maximizar o potencial da natureza, através da interação de microrganismos e a cultura.

A busca por novas alternativas para a fixação biológica de nitrogênio aponta para o uso de bactérias que convertem o nitrogênio atmosférico em amônio (EPSTEIN & BLOOM, 2004). Este processo biológico contribui com aproximadamente 65% de todas as entradas de nitrogênio, sendo este o maior provedor de nitrogênio para a manutenção de vida na Terra (HUNGRIA et al, 2007). O processo de fixação biológica poderia ser potencializado com a utilização de estirpes mais eficientes do que as espécies nativas. Esta técnica já vem sendo adotada na cultura da soja e pode significar um incremento de produtividade através do aprimoramento da técnica para a potencialização do uso deste na cultura do feijoeiro. Reduzindo o uso de insumos como a uréia e reduzindo as perdas decorrentes da falta de nitrogênio disponível.

Alguns rizóbios formam associações simbióticas com plantas superiores em que o procarioto supre diretamente a planta com nitrogênio fixado e em troca ele recebe outros nutrientes e carboidratos das plantas (EPSTEIN & BLOOM, 2004). Para Hungria (2007), a simbiose pode ser facilmente identificada, pois estruturas especializadas para o processo biológico, chamadas nódulos são formadas nas

raízes das leguminosas. O tipo mais comum de simbiose é entre membros da família das fabaceae, onde o feijoeiro está incluso, e as bactérias do solo chamadas coletivamente de rizóbios, nas quais estão incluídos representantes dos gêneros *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Azorhizobium*, *Sinorhizobium* e *Photorhizobium* (EPSTEIN & BLOOM, 2004). Os quais são apontados como capazes de fixar o Nitrogênio do ar e disponibilizar para as plantas.

O objetivo deste trabalho é avaliar o efeito da aplicação de diferentes estirpes de rizóbios na nodulação e a fixação biológica de nitrogênio na cultura do feijoeiro (*Phaseolus Vulgaris L.*), através da avaliação de crescimento e número de vagens do feijoeiro (*Phaseolus Vulgaris L.*).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Caracterização da cultura do feijoeiro

O centro de origem da cultura do feijão é a América, sendo o seu principal centro de domesticação a América Central e América do Sul (VIEIRA et al., 2006). Sendo este dividido em três centros principais, o mesoamericano, o sul dos Andes e o norte dos Andes (TÁVORA & DINÍZ, 2006). Mais precisamente o México, local onde originaram cultivares as quais possuem sementes pequenas, Peru e o norte da Argentina originaram sementes de porte grande, e está localizada na Colômbia, diferindo das demais pela composição das substâncias das sementes (VIEIRA et al., 2006)

Para Yokoyama (2002), o cultivo dessa leguminosa é bastante difundida em todo o território nacional, tanto no sistema de monocultura ou consorciado com outras culturas. A cultura do feijoeiro apresenta um ciclo relativamente curto comparado a outras culturas anuais (EPAGRI, 2012). A precocidade é determinada pelo genótipo, mesmo estas apresentando o mesmo hábito de crescimento podem apresentar tempos diferentes entre a emergência e o início da floração (FANCELLI & DOURADO NETO, 2007).

O feijoeiro apresenta hábito de crescimento determinado, crescimento indeterminado e arbustivo (FANCELLI & DOURADO NETO, 2007). Apresentando

um sistema radicular superficial (EPAGRI, 2012). A raiz principal cresce a partir da radícula, originando-se desta as raízes secundárias e destas originam as terciárias, os pelos estão situados nas regiões de crescimento (VIEIRA et al., 2006). O Caule é herbáceo, formado por nós e entrenós. O primeiro nó constitui os cotilédones, o segundo corresponde à inserção das folhas primárias e o terceiro, das folhas trifoliadas (TÁVORA & DINÍZ, 2006). A inflorescência ocorre a partir de gemas floríferas formadas nas axilas da folha, sendo a autopolinização da cultura favorecida pela sua morfologia floral (VIEIRA et al., 2006). O fruto é um legume, deiscente, constituído de duas valvas unidas por duas suturas, uma dorsal e outra ventral (TÁVORA & DINIZ, 2006). A semente apresenta formato de rim nas cultivares mais comuns, podendo o seu tamanho variar desde sementes menores até algumas bem graúdas (VIEIRA et al., 2006).

Para Távora & Diniz (2006), para que o feijoeiro possa atingir seu rendimento potencial, torna-se necessário que a temperatura do ar apresente valores entre 12°C e 29°C, e a temperatura ótima de 21°C. Vieira et al. (2006), afirmam que a temperatura ótima para a cultura do feijoeiro fica entre 17,5°C e 25°C e a ideal fica entornando dos 21°C.

Para obter sucesso em uma lavoura é importante reunir todas as condições que favoreçam a planta a expressar todo o seu potencial produtivo, a escolha da área, a qualidade das sementes deve ser levada em consideração (YOKOYAMA, 2002).

O feijão é uma cultura exigente no que diz respeito a macro e micro nutrientes, não tolera solos ácidos e com altos teores de alumínio trocável, onde os nutrientes devem estar disponíveis para a cultura no seu curto ciclo (EPAGRI, 2012). Quando o sistema plantio direto está estabelecido, a aplicação do calcário não necessita mais ser incorporado, sendo suficiente a sua aplicação superficial, desde que siga as recomendações para a cultura (MANUAL DE ADUBAÇÃO E CALAGEM, 2004).

Os solos devem ter sua acidez neutralizada com elevação do pH em água para 5,5 a 6, conforme o sistema de preparo do solo utilizado (EPAGRI, 2012). A calagem é recomendada no sistema plantio direto quando o pH em água for menor do que 5,5 ou a saturação por bases for menor do que 65%. Ao se atingir apenas

um dos critérios, a aplicação de calcário não é recomendada se a saturação da CTC efetiva por alumínio for inferior a 10% e a faixa de teor de P for igual a Muito alto (MANUAL DE ADUBAÇÃO E CALAGEM, 2004). Com um manejo adequado da calagem pode se ter um maior desempenho da cultura.

Com relação a algumas substâncias é necessário se ter um cuidado especial para a cultura do feijoeiro, e para as leguminosas em geral, por estas serem exigentes em molibdênio (EPSTEIN & BLOOM, 2004). Para Amane (1999), a adubação com molibdênio é essencial para cultura do feijão, segundo Epstein e Blom (2004), plantas que são nutridas com suprimento de nitrogênio na forma de amônio, necessitam menos molibdênio do que quando a fonte é nitrato, isto devido a influência de um cofator do molibdênio que é parte da redutase do nitrato, uma enzima requerida na assimilação do nitrato. Para obter as máximas produções, as doses de molibdênio variaram de 70 a 100 g /ha, sendo necessário aplicar as maiores doses com as menores doses de N (AMANE et al., 1999).

A aplicação de molibdênio via foliar tem sido recomendada nas doses de 80 a 90 g/ha na forma de molibdato de amônio, o qual é aplicado entre os estádios V3 e V4 (EPAGRI, 2012). O molibdênio é essencial também na fixação simbiótica de nitrogênio, quando tais plantas dependem da fixação de nitrogênio, a deficiência de molibdênio, torna as mesmas deficientes em nitrogênio (EPSTEIN & BLOOM, 2004).

Segundo Epstein & Bloom (2004), o cobalto é outro elemento fundamental, sendo este essencial para as plantas que dependem da fixação biológica de nitrogênio, onde essa necessidade não é diretamente associada a planta, mas sim aos microrganismos simbióticos que fixam nitrogênio que necessitam de cobalto este é parte do complexo enzimático-cobalamina, o qual atua nos microrganismos que fixam nitrogênio. O cobalto pode ser aplicado no ato da realização do tratamento de semente, utilizando-se 0,25 g/ha de cobalto (ROSOLEM & MRUBAYAH, 1994).

2.2. Fixação biológica de nitrogênio na cultura do feijão

A fixação biológica de nitrogênio é um processo bastante complexo, onde ocorrem varias reações para tornar o sistema efetivo, para ter a sua máxima eficiência expressada, o sistema funciona em condições anaeróbicas, com a presença de 21% de oxigênio no ambiente externo (EPSTEIN & BLOOM, 2004). Uma das proteínas características da simbiose é a leghemoglobina, a qual exerce o transporte do oxigênio nas concentrações necessárias. Quando o nódulo estiver em plena atividade, a coloração interna deste será rosa intensa, isto devido à ação da leghemoglobina, em nódulos senescentes, ocorre à degradação da leghemoglobina resultando em uma coloração esverdeada e, para nódulos formados por aquelas bactérias que são ineficientes na fixação biológica de nitrogênio, a coloração interna é branca ou esverdeada (HUNGRIA et al., 2007).

Para Yokoyama (2002), a cultura do feijoeiro, se beneficia do processo da fixação biológica de nitrogênio atingindo produtividade de até 2.500 kg ha⁻¹. Para a cultura do feijoeiro, o principal gênero de rizóbios que atua na nodulação é o *Rhizobium*, essa espécie é capaz de fixar nitrogênio no feijoeiro sendo denominada *Rhizobium leguminosarum* qual é dividida em três *biovars*, a *phaseoli*, *viciae* e *trifoli* (VIEIRA et al., 2006).

Para Távora & Diniz (2006), a simbiose pode ocorrer com as seguintes espécies de bactéria: *Rhizobium leguminosarum phaseoli*, *R. tropici*, *R. gallicum* e *R. giardinii*. A variação na fixação de nitrogênio depende das espécies utilizadas, sendo um fator limitante a competição com as espécies nativas, as quais se adaptam melhor as mudanças no meio (VIEIRA et al., 2006). O inoculante comercial é produzido do *Rhizobium tropici*, a qual é resistente a altas temperaturas, acidez do solo e altamente competitiva (TÁVORA & DINIZ, 2006).

A nodulação é um processo complexo, a qual é dividida em várias etapas. Na semente, existindo condições favoráveis na germinação exsudam diversas moléculas atraindo através de estímulos químicos os rizóbios (HUNGRIA et al., 2007). Os exsudatos das sementes promoveram o aumento da atividade da enzima β -glucuronidase, os quais atuaram como indutores dos genes da nodulação dos rizóbios (SILVA et al., 2012).

Existindo a ativação dos genes da nodulação, estes induzem a bactéria a produzir outras moléculas, as quais por sua vez são capazes da ativação de genes

da planta hospedeira, responsáveis por dar sequência ao processo de nodulação (HUNGRIA et al., 2007). Os procariontos simbioses responsáveis pela fixação do nitrogênio habitam órgãos especiais da planta hospedeira, onde estão separados do citoplasma da planta por membranas, as quais derivam da membrana plasmática da planta (EPSTEIN & BLOOM, 2004).

Com este processo estabelece-se uma conexão entre a bactéria e a planta hospedeira, envolvendo a ativação de vários genes os quais desencadeiam processos específicos com os quais é possível a bactéria penetrar na raiz, formado um cordão de infecção e provocando o crescimento das células do córtex da planta hospedeira, até que exista a formação de uma estrutura específica na planta sendo esta estrutura o nódulo, o qual serve para hospedar a bactéria e permitir que ela realização do processo de fixação biológica do N² sob condições adequadas (HUNGRIA et al., 2007).

Mesmo desenvolvendo as estruturas adequadas alguns fatores podem influenciar negativamente na formação dos nódulos, dentre eles os fatores ambientais, os quais são importantes para o processo de fixação biológica de nitrogênio (STRALIOTTO et al., 2003).

Nos primeiros dias após a planta germinar, as plântulas utilizam no seu crescimento o nitrogênio que estava armazenado nos cotilédones, sendo que muitas vezes as reservas dos cotilédones acabam antes do início da fixação biológica de nitrogênio, ocasionando assim a ocorrência de clorose, sendo esta de caráter provisório e leve nas folhas (HUNGRIA et al., 2007).

No feijão ocorre a indução da formação de nódulos nas plantas por parte das bactérias fixadoras de nitrogênio, induzindo assim a planta a formar nódulos radiculares, os quais são órgãos especiais da planta hospedeira que atuam no abrigo das bactérias (EPSTEIN & BLOOM, 2004). É importante salientar que com a presença de um bom número de bactérias em estado fisiológico e em condições ambientais adequadas e favoráveis ao estabelecimento da simbiose contribuirá para que a planta possa receber mais prontamente os produtos nitrogenados e evitando perdas pela falta destes. É de grande importância se obter um bom número de nódulos com tamanho igual ou superior a 2 mm, os quais apresentam maior capacidade de fixação biológica de N₂ (HUNGRIA et al., 2007).

O inoculante contém em sua formulação uma determinada espécie de microrganismo, a qual é viável e possui o objetivo de aumentar a população destes no ambiente. Para a agricultura esse produto é utilizado para realizar a inoculação de sementes afim de aumentar a fixação biológica de nitrogênio (VIEIRA et al., 2006).

A inoculação das sementes é um procedimento simples, bastando misturar as sementes com o inoculante de rizóbio (YOKOYAMA, 2002). A inoculação deve ser feita à sombra, preferencialmente nas horas mais frescas do dia (TÁVORA & DINIZ, 2006). Os utensílios utilizados devem ser livres de qualquer tipo de microrganismo e resíduos de agrotóxicos, nem as sementes serem tratadas com fungicidas, os quais visam reduzir a viabilidade dos rizóbios (VIEIRA et al., 2006). Para efetuar a inoculação utiliza-se uma solução açucarada a 10% como adesivo (TÁVORA & DINIZ, 2006). Mistura-se 500 g de inoculante com 200 a 300 ml de solução açucarada, em seguida, mistura-se esta pasta a 50 kg de sementes de feijão até que fiquem totalmente cobertas com o inoculante (YOKOYAMA, 2002).

As sementes inoculadas devem secar à sombra, em local fresco e arejado, realizando o plantio o mais rápido possível no máximo em dois dias após (TÁVORA & DINIZ, 2006). Após o plantio, nos estádios V3 a V4, deve-se verificar se a simbiose entre rizóbios e planta está sendo eficiente, caso não for eficiente deverá ser feita uma adubação de cobertura com N no estádio V3 ou V4 (EPAGRI, 2012). Mesmo o feijoeiro sendo uma planta com elevado potencial de aproveitamento do nitrogênio disponível no solo, a aplicação de adubos nitrogenados tende a afetar negativamente o processo de nodulação (TÁVORA & DINIZ, 2006). Sendo assim a aplicação deste só deve ser efetuada com extrema necessidade.

Para se identificar a eficiência da planta, é necessário observar o número e tamanho dos nódulos, os quais são a presença de 4 a 6 nódulos, com 2 a 4 mm de diâmetro cada, situados na região da coroa da planta ou mais de 20 nódulos por planta (EPAGRI, 2012).

O inoculante pode ser encontrado em diversas formas no mercado, na forma de líquido ou sólido, sendo o veículo mais utilizado para as formulações sólidas a turfa, das formulações líquidas fazem parte aqueles com formulação oleosa que

foram introduzidas recentemente, onde este pode ser utilizado diretamente na semente ou também no solo (VIEIRA et al, 2006).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Cerro Largo, localizado na região Noroeste do Rio Grande do Sul (latitude 28° 09' 02", longitude 54° 44' 19"), e altitude média de 197 metros. O solo pertence à Unidade de Mapeamento Santo Ângelo, sendo classificado como Latossolo Vermelho Distroférico Típico e o clima subtropical com verão quente (Cfa).

O manejo do solo foi efetuado no sistema plantio direto, sobre a palha de aveia, a análise química do solo da área experimental foi efetuada na profundidade de 0 a 10 cm (figura 1) conforme é indicado para o plantio direto, com a correção sendo executada de acordo com a indicação do manual de adubação e calagem (MANUAL DE ADUBAÇÃO E CALAGEM, 2004), com aplicação de 2,35 kg de superfosfato triplo em 384 m² e 4,8ml de "SEED" como fonte de Molibdênio e Cobalto.

A condução da área experimental se deu sem irrigação, com o manejo as plantas espontâneas através de capina manual.

Figura 1: Análise química de solo da área do experimento.

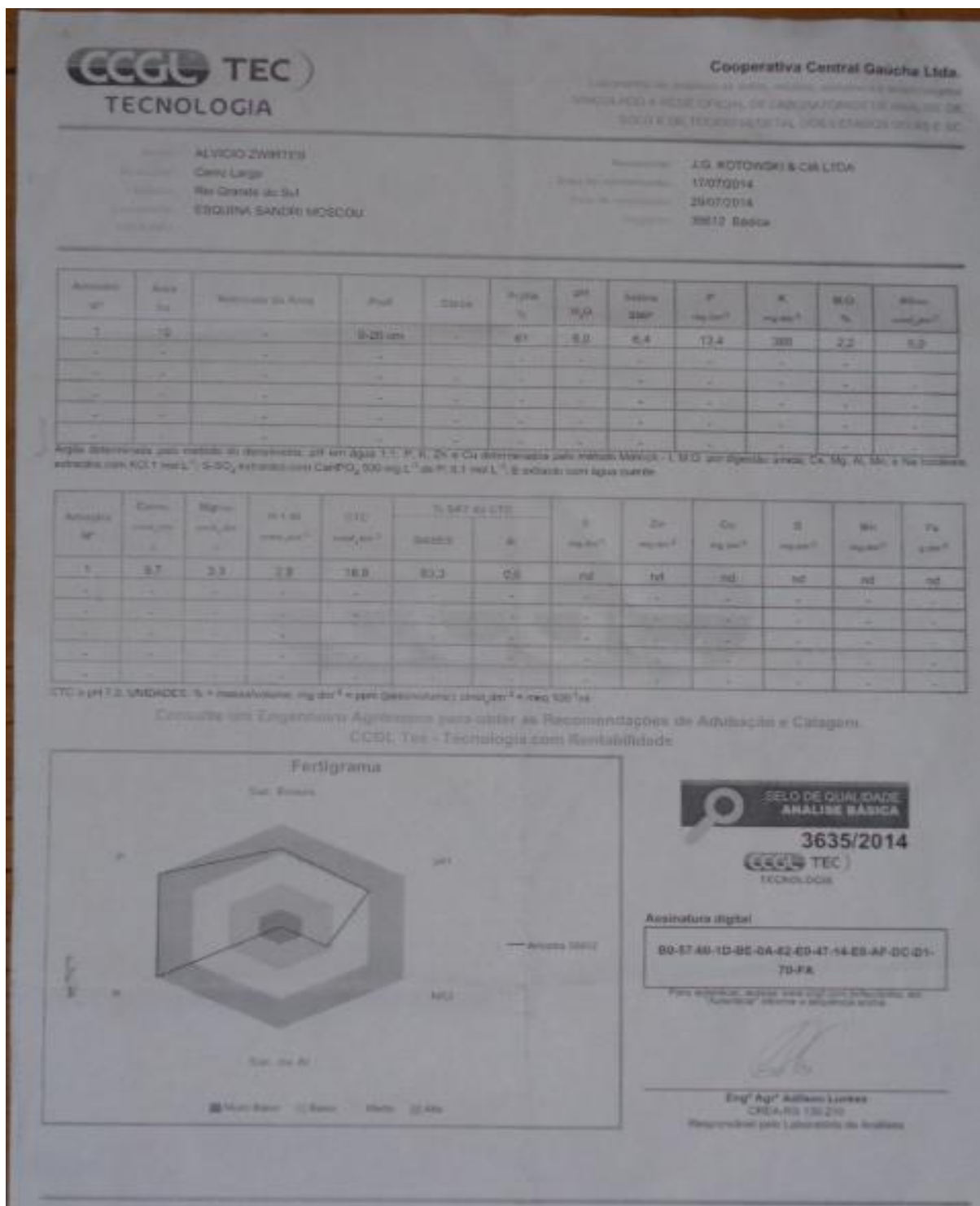


Imagem: Alvício Zwirtes

O delineamento experimental empregado foi o delineamento blocos ao acaso com 4 repetições e com quatro tratamentos, sendo estas de 6 metros de comprimento e 4 metros de largura, com 8 linhas, com espaçamento de 50cm entre as linhas, onde foi utilizada a cultivar de feijão BRS Explendor, inoculada com duas estirpes diferentes de *Rhizobium tropici*, sendo os tratamentos A = SEMIA 4080, B = SEMIA 4077, C = SEMIA 4080 + SEMIA 4077, sendo estes utilizados nas dosagens de 4g por kg de semente, com concentração de 2×10^9 células por grama de inoculante e onde existiu a junção das duas estirpes foi colocado 2g de cada uma para totalizar as 4g do tratamento e D a testemunha sem tratamento com inoculante (somente espécies nativas).

A semeadura foi efetuada nos dias 26, 27 e 28 do mês de agosto, segundo as recomendações do zoneamento agrícola para a cultivar, sendo esta executada manualmente, a semente estando inoculada, onde o procedimento adotado para tal fim foi o umedecimento da semente de feijão com uma solução açucarada à 10% com 6ml de água e 0,6g de açúcar para cada kg de semente e posterior inoculação conforme as recomendações do fabricante.

A densidade de semeadura foi de 16 sementes por metro linear, com objetivo de se alcançar uma população de aproximadamente 12 plantas por metro linear ou 240.000 plantas por hectare. Para chegar a esta população foi realizado o desbaste das plantas que excederam a quantidade indicada anteriormente logo após a emergência destas.

Para fins de avaliação foram utilizadas as 6 linhas internas, sendo descartadas as bordaduras, sendo que a avaliação ocorreu no estágio reprodutivo R4, onde foram coletadas 10 plantas aleatoriamente em cada parcela e a partir destas foram determinadas as variáveis: Índice de clorofila nas folhas, altura, determinação do índice foliar, nodulação, massa seca e número de vagens.

Na determinação do índice de clorofila nas folhas foi utilizado o leitor de clorofila SPAD, para tanto foram utilizadas duas folhas por planta, onde estas foram medidas dos dois lados, gerando uma média por folha. Foi efetuada a média de clorofila por tratamento, resultando no valor por tratamento.

Para determinar a altura, o método utilizado foi o de uma régua graduada em centímetro, onde foi realizada a leitura diretamente a campo e com as plantas eretas e posteriormente foi realizada a média das alturas em cm.

Na determinação do índice foliar, foi utilizado o paquímetro digital, onde foi medido a largura e o comprimento de todas as folhas das plantas escolhidas por tratamento. Para chegar ao índice foliar por planta, foi realizada a multiplicação do comprimento pela largura e posteriormente feita a média por tratamento.

Para se determinar o número de nódulos por planta, foi realizada a extração da planta com suas raízes conservadas, e posteriormente foi realizada a contagem destes a uma distancia de três centímetros em torno da coroa. Para chegar ao número de nódulos por planta foi efetuada a média dos nódulos por planta em cada tratamento.

Na determinação da massa seca da parte aérea das plantas de feijoeiro, foram eliminadas as raízes e posteriormente levadas a estufa para realizar a sua secagem, quando estas estavam secas foi efetuada a pesagem calculando a média e utilizando esta por tratamento, sendo a massa dada em gramas.

Na determinação das vagens do feijoeiro, foram contadas as vagens viáveis por planta (10 plantas por parcela).

Posteriormente os dados foram submetidos à análise de variância e, quando o teste "F" foi significativo a 5%, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de tukey a 5% com o auxílio do software SASM-agri.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na realização da avaliação da clorofila nas folhas através do índice de SPAD, com a realização da análise de variância a 5%, o resultado não foi significativo entre os tratamentos para a clorofila nas folhas (tabela 1).

TABELA 1: Índice relativo de clorofila (SPAD) em feijão inoculado com diferentes estirpes de *Rhizobium*. Cerro Largo, 2014.

TRATAMENTO	Índice SPAD
SEMIA 4080	40,62 *
SEMIA 4077	40,31
SEMIA 4080 + SEMIA 4077	40,89
Testemunha	40,35
C.V. (%)	3,02

Fonte: Elaborado pelo autor

*Não significativo com F 5%.

A aplicação dos tratamentos não teve efeito significativo sobre o índice de SPAD, no qual era esperado que a aplicação de rizóbios aumentasse a disponibilidade de nitrogênio e conseqüentemente o índice de clorofila. No experimento realizado não ocorreu diferença entre os tratamentos, assim não sendo possível realizar a avaliação por este método.

Para o parâmetro da análise da altura também não se obteve significância a 5%, sendo que o resultado não foi significativo para a altura das plantas (tabela 2). Podendo ter ocorrido um erro na metodologia de avaliação da altura de plantas, por esta não levar em consideração a planta ereta e sim a altura da planta na lavoura e em conseqüência as plantas com uma maior altura estão mais sujeitas ao acamamento, o que pode ter causado o erro amostral.

TABELA 2: Índice de altura em feijão inoculado com diferentes estirpes de *Rhizobium*. Cerro Largo, 2014.

TRATAMENTO	ALTURA *
SEMIA 4080	54,35 **
SEMIA 4077	52,65
SEMIA 4080 + SEMIA 4077	54,15
Testemunha	49,40
C.V. (%)	5,69

Fonte: Elaborado pelo autor

*Altura em centímetros.

**Não significativo com F 5%.

A aplicação dos tratamentos não resultou em diferença significativa sobre a altura das plantas, onde era esperada uma diferença para a aplicação das estirpes, sendo que para Fonseca et al, (2013) a inoculação com as estirpes CIAT 899T e UFLA 04-173 fez com que se obtivesse um maior crescimento vegetativo do feijoeiro comparado com aquelas que não receberam tratamento algum.

Houve um incremento no índice foliar (tabela 3) da cultura quando inoculada com as estirpes de *Rhizobium* SEMIA 4080 + SEMIA 4077, sendo os demais tratamentos semelhantes à testemunha.

TABELA 3: Índice foliar em feijão inoculado com diferentes estirpes de *Rhizobium*. Cerro Largo, 2014.

TRATAMENTO	ÍNDICE FOLIAR*
SEMIA 4080	961,7 ab**
SEMIA 4077	928,6 ab
SEMIA 4080 + SEMIA 4077	1012,0 a
Testemunha	705,0 b
C.V. (%)	15,18%

Fonte: Elaborado pelo autor

*Índice foliar em cm²

**Significativo com F 5%.

Para o índice de área foliar, o que se esperava era uma maior área dos tratamentos comparado com a testemunha, sendo o que ocorreu, entretanto para Borges et al., (2008), não encontraram diferença estatística nos tratamentos até os 35 dias após a emergência mas posteriormente a testemunha (sem tratamento) apresenta uma área foliar maior.

Os tratamentos apresentaram resultados significativos para a nodulação, sendo que existe diferença estatística entre os tratamentos, com uma maior nodulação naqueles inoculados do quando comparados à testemunha D (sem inoculação), com o tratamento C atingindo 13,2 nódulos por planta e o D que não recebeu inoculação tem 2,4 nódulos por planta, sendo que segundo dados da Epagri, (2012), para se identificar a eficiência da planta, é necessário observar o número e tamanho dos nódulos, os quais são a presença de 4 a 6 nódulos, com 2 a 4 mm de diâmetro cada, situados na região da coroa da planta ou mais de 20 nódulos por planta. (tabela 4).

TABELA 4: Nodulação em feijão inoculado com diferentes estirpes de *Rhizobium*. Cerro Largo, 2014.

TRATAMENTO	NÚMERO DE NÓDULOS
SEMIA 4080	10,2 ab*
SEMIA 4077	12,9 a
SEMIA 4080 + SEMIA 4077	13,2 a
Testemunha	2,4 b
C.V. (%)	41

Fonte: Elaborado pelo autor

*Significativo com F 5%.

Desta forma os resultados obtidos vão ao encontro daqueles obtidos por Oliveira & Sbardelotto, (2011) onde a formação de nódulos na cultivar Eldorado não inoculado, mas com a presença de bactérias simbiotes nativas do solo foi inferior a 50% quando comparado com os tratamentos que foram inoculados, sendo assim a nodulação é significativa em plantas inoculadas. Para Fonseca et al., (2013) as populações nativas promovem a nodulação semelhante as inoculadas com as estirpes CIAT 899T e UFLA 04-173. Entretanto Pelegrin et al., (2009), observaram

que não houve diferença significativa entre a aplicação de da estirpe SEMIA 4077 acompanhada de aplicação de nitrogênio, sem aplicação de nitrogênio e aqueles que não foram inoculados quanto ao número de nódulos.

A massa seca da parte aérea do feijoeiro também apresentou variação significativa nos tratamentos, com maior produção de massa seca nas plantas inoculadas quando comparadas com as testemunhas, onde o tratamento A atingiu 8,7 g por planta de massa seca da parte aérea e o D o qual não recebeu inoculação produziu 5,2 g por planta de massa seca da parte aérea (Tabela 5), mostrando que com a utilização da inoculação existe uma maior produção de massa seca.

TABELA 5: Massa seca da parte aérea do feijão inoculado com diferentes estirpes de *Rhizobium*. Cerro Largo, 2014.

TRATAMENTO	MASSA SECA DA PARTE AEREA*
SEMIA 4080	8,8 a**
SEMIA 4077	7,6 ab
SEMIA 4080 + SEMIA 4077	8,4 ab
Testemunha	5,3 b
C.V. (%)	20,43

Fonte: Elaborado pelo autor

*Massa seca da parte aérea em gramas.

**Significativo com F 5%.

Para Fonseca et al, (2013) e Oliveira & Sbardelotto, (2011) encontraram uma maior produção de massa seca da parte aérea independente da estirpe utilizada na inoculação, com um aumento de 12 a 15 %, comparado com os tratamentos sem inoculação. Pelegrin et al., (2009) não detectaram diferença significativa na produção de matéria seca da parte aérea entre os tratamentos inoculados com CIAT 899 e PRF 81, mas com valores maiores naqueles com inoculante associado com nitrogênio.

Na contagem do número de vagens, este apresentou variação significativa entre os tratamentos, com um total de 8,8 vagens no tratamento C, e 5,8 vagens no tratamento D, podendo ser observado um maior número de vagens por planta no tratamento C, onde foi realizada a inoculação com a SEMIA 4080 + 4077, para os

demais tratamentos não foi observada diferença estatística da testemunha (Tabela 6).

TABELA 6: Número de vagens no feijão inoculado com diferentes estirpes de *Rhizobium*. Cerro Largo, 2014.

TRATAMENTO	NÚMERO DE VAGENS
SEMIA 4080	7,2 ab*
SEMIA 4077	6,8 ab
SEMIA 4080 + SEMIA 4077	8,8 a
Testemunha	5,8 b
C.V. (%)	13,19

Fonte: Elaborado pelo autor

*Significativo com F 5%.

Para Fonseca et al, (2013) as estirpes a estirpes CIAT 899T proporciona maior número de vagens e maior massa de cem grãos que a estirpe CIAT 899T e UFLA 04-173, Carvalho, (2002) encontrou em seu experimento diferença significativa entre os tratamentos no número de vagens, com melhor media aqueles inoculados do que aqueles que não receberam a inoculação.

O objetivo principal foi avaliar a produtividade do feijoeiro com diferentes estirpes de inoculante, e não existindo tempo hábil para a avaliação da colheita de grãos a conclusão foi estabelecida a partir da avaliação agregada dos critérios acima, dando prevalência a avaliação do número de vagens.

Obtendo a diferença no número de vagens, pode se dizer que a maior produtividade será do tratamento C quando comparado à testemunha podendo ser um indicativo de complementariedade do uso das estirpes SEMIA 4080 + SEMIA 4077 serem utilizadas concomitantemente.

4. CONCLUSÃO

A associação das estirpes de *Rhizobium Tropicum* SEMIA 4080 + SEMIA 4077, proporcionaram maior índice foliar, número de nódulos e vagens na cultivar de feijão BRS Explendor.

A inoculação não resultou em incremento no Índice relativo de clorofila (SPAD).

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIDAR, H.; **Sistemas de Produção**, Embrapa Arroz e Feijão, Versão eletrônica Jan/2003. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/CultivodoFeijoeiro/importancia.htm>. Acesso em: 25/abr./2014

AITA, C.; GIACOMINI, S.J.; Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol. 27, núm. 4, p. 601-612, 2003.

AMAME, M.I.V. et al; Adubação nitrogenada e molíbdica da cultura do feijão na zona da mata de minas gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n.23, p. 643-650, 1999.

BORGES, P. R. S. et al.; Crescimento de feijão caupi de hábito indeterminado inoculado com estirpes de bactérias fixadoras de nitrogênio. IX Simpósio Nacional Cerrado, 12 a 17 de outubro de 2008, **Desafios e Estratégias para o Equilíbrio entre Sociedade Agronegócio e Recursos Naturais**. Brasília, 2008.

BRITO, O.R. et al.; Inoculação com *Rhizobium tropici* e adubação nitrogenada em linhagens de feijoeiro do grupo preto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, n. 33. 31 de julho a 05 de agosto 2011, **Solos nos biomas brasileiros: Sustentabilidade e mudança climática**. Uberlândia, 2011.

CARVALHO, E.A.; **Avaliação agronômica da disponibilização de nitrogênio à cultura de feijão sob sistema de semeadura direta**. 2002, 63pg. tese (doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.

COMISSÃO técnica sul-brasileira de feijão. **Informações técnicas para o cultivo de feijão na Região Sul brasileira**. Florianópolis, 2ªed. Epagri, p.157, 2012.

CONAB, **Series históricas**, 2014. Disponível em: http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2&Pagina_objcmsconteudos=2#A_objcmsconteudos. Acesso: 25/abr./2014.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2ªedição, Londrina, Editora Planta, p.403, 2004.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de feijão**. Piracicaba, editora Livro Ceres, p.386, 2007.

FONSECA, G. G. et al.; Resposta de cultivares de feijoeiro-comum à inoculação das sementes com duas estirpes de rizóbio. **Jornal Biosci. J**. Uberlândia, v. 29, n. 6, p. 1778-1787, Nov./Dec. 2013.

HUNGRIA, M. et al.; **A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a**

competitividade do produto brasileiro. 1ª edição, Londrina, Embrapa Soja: Embrapa Cerrados, p.80, 2007.

YOKOYAMA, L. P.; **Sistemas de Produção**, Embrapa Arroz e Feijão, Versão eletrônica Jan/2000. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/CultivodoFeijoeiro/importancia.htm>. Acesso em: 25/abr./2014.

OLIVEIRA, R. C.; SBARDELOTTO, J. M.; Nodulação em diferentes variedades de feijão inoculadas com *Rhizobium tropici*. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v.4, n.2, p.46-52, 2011.

PELEGRIN, R. et al.; Resposta da cultura do feijoeiro à adubação nitrogenada e à inoculação com rizóbio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Brasil, v.33, n. 1, 219-226, janeiro/fevereiro de 2009.

RICCE, M. S. F. et al.; **Sistemas de Produção**, Embrapa Agrobiologia, 2ª Edição Versão Eletrônica, Dez./2006. Disponível em: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Cafe/CafeOrganico_2ed/mercado.htm. Acesso em: 25/abr./2014.

SANT'ANA, E. V. P. et al.; Adubação nitrogenada na produtividade, leitura spad e teor de nitrogênio em folhas de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 4, p. 491-496, out./dez. 2010.

SILVA, M. B. et al.; Indução dos genes da nodulação de *Rhizobium tropici* pela presença de exsudatos de sementes de leguminosas. In: FERTIBIO, 2012, **A responsabilidade socioambiental da pesquisa agrícola**. Maceió, 2012.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina / Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Comissão de Química e Fertilidade do Solo.** 10. Edição, Porto Alegre, p.400, 2004.

STRALIOTTO, R. et al.; **Sistemas de Produção**, Embrapa Arroz e Feijão. Versão eletrônica, Jan/2003. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/CultivodoFeijoeiro/importancia.htm>. Acesso em: 25/abr./2014.

TÁVORA, F. J. A. F.; DINIZ, B. L. M. T.; **Cultura do feijão comum (*phaseolus vulgaris* L.)**. Fortaleza, editora UFC, p.25 2006.

VIEIRA, C. et al.; **Feijão.** 2ª Edição, Viçosa, Editora UFV, p.600, 2006.