

AÇÃO DE FUNGICIDAS NA FIXAÇÃO BIOLÓGICA DO NITROGÊNIO EM FEIJOEIRO

Eder Almeida Silva¹
Edmilson Rodrigues Barbosa¹
Carlos Manoel da Costa¹
Guilherme Geraldo da Silva¹
Hernani Luiz Cruz Teodoro¹
Luciane Tavares Cunha²

RESUMO

O feijão é um alimento muito importante para a população por ser uma fonte barata de proteína. A produtividade do feijoeiro é relativamente baixa no país, assim é preciso de uma correta nutrição mineral e controle de pragas e doenças. O uso de fungicidas para o tratamento de sementes pode interferir na ação de inoculantes a base de estirpes de *Rhizobium*. O objetivo deste trabalho foi avaliar a ação de fungicidas na fixação biológica do nitrogênio em feijoeiro. Utilizaram-se sementes de feijão tratadas com fungicidas em diferentes dosagens e de inoculante para a nodulação das raízes, foi feita a semeadura e aos 30 dias após emergência, foram avaliados o número de nódulos totais, número de nódulos viáveis e massa seca de nódulos. A maior quantidade de nódulos e viabilidade presentes nas raízes das plantas foram as que receberam tratamento com *Trichoderma asperellum*, contudo a testemunha apresentou maior média de valor de massa seca de nódulos viáveis quando comparado às sementes que receberam tratamento com fungicidas. Conclui-se que as sementes do feijoeiro inoculadas e não tratadas quimicamente com fungicidas parecem apresentar maior eficiência na fixação biológica do nitrogênio.

Palavras-chave: Controle fúngico. Feijão. Produção.

¹Graduandos de Eng. Agrônoma UNIS-MG.

²Professora Doutora Titular do UNIS/Varginha-MG. E-mail: luciane.cunha@unis.edu.br

FUNGICIDES ACTION IN BIOLOGICAL FIXATION OF NITROGEN IN BEAN PLANT

ABSTRACT

Beans are very important food for the population because they are a cheap source of protein. The productivity of bean plants is relatively low in the country, so it is necessary for correct mineral nutrition and control of pests and diseases. The use of fungicides for seed treatment can interfere with the action of inoculants based on *Rhizobium* strains. The objective of this work was to evaluate the action of fungicides on biological nitrogen fixation in a common bean plant. Bean seeds treated with fungicides in different dosages and inoculant for root nodulation were used, sowing was done and at 30 days after emergence, the number of total nodules, number of viable nodules and dry mass of nodules were evaluated. The largest amount of nodules and viability present in the roots of the plants were those that received treatment with *Trichoderma asperellum*, however the testimony showed a higher mean value of dry mass of viable nodules when compared to the seeds that received treatment with fungicides. It was concluded that the bean seeds inoculated and not chemically treated with fungicides seem to present greater efficiency in biological nitrogen fixation.

Keywords: Fungal control. Bean. Production.

1. INTRODUÇÃO

O feijão é um dos alimentos mais antigos do mundo e é uma importante fonte de proteína vegetal na dieta humana dos países desenvolvidos, regiões tropicais e subtropicais. No Brasil, o percentual de contribuição das leguminosas no total de proteínas ingeridas ficam entre 20% a 28% (HUNGRIA et al., 2013), e o feijão, originário das Américas, a origem evolutiva do gênero *Phaseolus* ainda é controversa. Existem locais com feijoeiro selvagem do norte do México até o norte da Argentina, em altitudes de 500 a 2000 m. O Brasil é o maior produtor e consumidor de feijão comum do mundo (*Phaseolus vulgaris* L.), seguido por Índia, China, México e EUA. Este grande volume produzido deve-se a adaptabilidade do feijoeiro a todas as regiões do Brasil, sendo produzido de norte a sul do país, obtendo-se até três safras em um ano (MEIRELES et al., 2003). Segundo Yokoyama e Stone (2000), a produção de feijão no Brasil é insuficiente para suprir o mercado interno o que, muitas vezes, pode comprometer o abastecimento da população. O feijão

é uma planta eudicotiledônea, da família Fabaceae, e das 55 espécies existentes, apenas 5 são cultivadas comercialmente, como o feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L), feijão de lima, feijão de ayocote, feijão tapari e o feijão *P. polyanthus*.

A produtividade do feijoeiro ainda é baixa no Brasil e para amenizar este problema, proceder uma correta nutrição mineral é de suma importância. Dentre os muitos nutrientes essenciais para o desenvolvimento do feijoeiro destaca-se o fósforo e o nitrogênio (MALAVOLTA, 1972). Outros fatores que favorecem o aumento da produtividade do feijoeiro é a utilização de práticas agrícolas como a calagem e a adubação que tem uma ótima resposta quanto à nitrogenada, embora alguns autores a contestam afirmando que esta prática não é economicamente viável em razão do baixo rendimento (SIQUEIRA; MOREIRA, 2002).

O nitrogênio é o elemento mais exigido pelas plantas e, em especial, pelo feijoeiro, principalmente em função do curto ciclo de vida, do pequeno sistema radicular e por acumular grande quantidade de nitrogênio nos grãos e parte aérea. Em regiões tropicais, como no Brasil, o nitrogênio é o maior limitador do crescimento das plantas, por ser exigido em grandes quantidades e participar de inúmeros processos metabólicos (PERIN, et al., 2004).

Uma característica importante das leguminosas é a capacidade de, em simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*, realizarem a fixação biológica de nitrogênio (FBN). Os solos brasileiros possuem em sua composição, de maneira natural, bactérias do gênero *Rhizobium*, que são responsáveis pela fixação e conversão do nitrogênio atmosférico (N₂) em nitrogênio assimilável pelas plantas, uma vez que 80% da composição do ar atmosférico está na forma de N₂ e, aproximadamente, 70 a 80 toneladas incidem sobre o solo (XAVIER et al., 2008). A FBN, realizada pelo *Rhizobium*, sob condições ambientais adequadas, pode atender a maior parte da necessidade de nitrogênio requerida pela cultura do feijão, contudo, os efeitos da inoculação com rizóbios específicos podem não ser constantemente positivos em distintos sistemas de produção e com amplitude agroecológica (PELEGRIN et al., 2017). É preciso certificar-se de que os inoculantes contêm uma ou duas das três estirpes recomendadas para o Brasil que são SEMIA 4077, SEMIA 4080 e SEMIA 4088, e sempre realizando a inoculação de forma eficiente de acordo com as recomendações.

A produção de feijão depende de diversos fatores e, dentre estes, destacam-se a germinação de sementes e o stand final de plantas. Nas áreas em que se cultiva o feijão, em anos subsequentes, torna-se necessário o tratamento de sementes com fungicidas como forma de prevenção de doenças que atacam a cultura (SARTORATO; RAVA, 1994). Os fungicidas são usados no tratamento de sementes para um controle fitossanitário que, no caso do feijão, por ser uma planta susceptível a doenças, seu uso se torna imprescindível. O uso incorreto pode causar problemas sanitários à cultura e danos ao meio ambiente, sendo necessários maiores estudos sobre os compostos usados,

modo de ação e períodos de carência do produto. A aplicação de fungicidas via tratamento de sementes é uma das maneiras de se reduzir perdas, desde a germinação para que a planta tenha desenvolvimento normal, até ao ponto máximo de seu desenvolvimento, não ocasionando a deterioração no solo (BARROS et al., 2001; PESKE et al., 2009). Ao contrário, o uso de sementes não tratadas com fungicidas pode ocasionar perdas de estande por tombamento de plantas, causados por fungos no solo, que podem contaminar as sementes e levar à redução da qualidade e afetar a germinação.

Uma das principais características das leguminosas é a capacidade de realizar a fixação biológica de nitrogênio quando em simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*. Essa característica pode ser aproveitada nos solos brasileiros, pois este possui em sua composição essas bactérias, que são responsáveis pela fixação e conversão de nitrogênio atmosférico (N₂) em nitrogênio assimilável pelas plantas (XAVIER et al., 2008). Contudo, o tratamento de sementes de leguminosas com fungicidas enfrentam uma séria restrição quando se pretende utilizar inoculantes a base de estirpes de *Rhizobium* (MONTEIRO et al, 1990). O contato direto entre o fungicida e o inoculante pode ser prejudicial à sobrevivência do inóculo devido aos possíveis efeitos nocivos dos princípios ativos dos fungicidas (OLIVEIRA et al, 1999). Por outro lado, segundo Cardillo (2015), o efeito biológico do tratamento de sementes é dependente da dose que é aplicada de fungicida, da estirpe de *Rhizobium* utilizada, de fatores climáticos e de outros microrganismos existentes na rizosfera. O efeito inibidor dos fungicidas pode ser depressivo, não influenciar ou até mesmo incrementar os fatores produtivos da cultura.

As condições climáticas do país são favoráveis para o aparecimento de fungos e as sementes se tornam veículos de contaminação. Assim, sabendo-se da necessidade de proteger as sementes da contaminação por fungos, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a ação de fungicidas na fixação biológica do nitrogênio em feijoeiro.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido à campo, instalado no Centro Universitário do Sul de Minas - UNIS, no município de Varginha – MG, localizado nas coordenadas geográficas 21° 34' 27.0"S, altitude média de 980 metros, com predominância de solo latossolo vermelho e com clima tropical.

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), com seis tratamentos e quatro repetições, totalizando 24 parcelas. As parcelas foram constituídas de cinco linhas de plantio, utilizando-se o espaçamento de 0,10 metros entre plantas e 0,50 metros entre linhas, e as parcelas foram sorteadas ao acaso. Foi realizada a análise química do solo antes da semeadura, afim de verificar a necessidade de correção e adubação do solo. Para adubação de

semeadura foi utilizado o adubo organomineral na formulação 03-13-06, com dosagem de 700 Kg.ha⁻¹. Utilizou-se sementes da cultivar de feijão BRS Estilo, variedade Carioca, da categoria S2 da safra 2016/2016, com 98% de pureza, 80% de germinação, conforme especificações técnicas do fabricante. As sementes foram tratadas com fungicidas específicos na dose de 100 ml/100kg semente e de inoculante do tipo líquido (*Rhizobium tropici*), para a nodulação das raízes das plantas, realizados em laboratório.

Foram testados os fungicidas e suas respectivas dosagens: Fluquinconazol (3 ml/kg), Tiofanato Metílico + Fluazinam (1 ml/kg), Fludioxonil + Metalaxil-M (2 ml/kg), Carbendazim + Thiram (2 ml/kg), *Trichoderma asperellum* (1g/kg). Exceto o princípio *Trichoderma asperellum*, que é um fungicida microbiológico os demais produtos testados tratam-se de ingredientes com ação sistêmica. A testemunha recebeu somente tratamento com inoculante.

A semeadura foi realizada em março de 2017, logo após o tratamento das sementes. Foi semeada uma semente por cova e realizados os tratos culturais necessários para o desenvolvimento da cultura. Logo após emergência da planta, foi constatado o ataque de *Diabrotica speciosa*, sendo realizado o controle com o inseticida sistêmico Tiametoxan na dosagem 200 g/Ha, e aplicado aos 14 dias após a semeadura, e reaplicado aos 7 dias após a primeira aplicação, conforme recomendação do fabricante.

Aos 30 dias após emergência, foram avaliados o número de nódulos totais (NNT), número de nódulos viáveis (NNV) e massa seca de nódulos (MSN). Para MSN, os pesos foram expressos em gramas e pesados em balança de precisão. Pelos valores numéricos serem baixos, todos os valores obtidos foram multiplicados por 100. Foram colhidas 5 plantas de cada parcela, com raízes intactas, conduzidas ao laboratório de Fitopatologia do Centro Universitário do Sul de Minas - UNIS. Após separação e lavagem das raízes, foram retirados os nódulos, contados e pesados em balança de precisão. Para determinação da viabilidade, os nódulos foram seccionados ao meio, com estilete para identificação da coloração, sendo a cor rosada a que identifica nódulos viáveis e que fazem a fixação biológica do nitrogênio atmosférico, e nódulos com coloração escura e amarronzada em que foram avaliados como nódulos inviáveis, excluídos da avaliação deste parâmetro.

No estágio R5 da planta, foram retiradas amostras de folha, sendo três folhas de cada tratamento da parcela, totalizando 45 folhas, e conduzidas ao Laboratório de Análise de Solos da COCATREL-Cooperativa dos Cafeicultores da Zona de Três Pontas, MG, para avaliar os valores percentuais dos nutrientes como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre que ficaram fixados nas folhas. Os resultados foram interpretados estatisticamente por meio de análise de variância e foram comparados pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de significância, por meio de software estatístico Sisvar® (FERREIRA, 2011).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto ao número de nódulos totais (NNT), observou-se que o tratamento com a maior quantidade de nódulos presentes nas raízes das plantas foram as que receberam tratamento com *Trichoderma asperellum*, com 427 nódulos. A testemunha também apresentou um resultado superior com um número de nódulos totais de 327 nódulos, contudo a quantidade foi 30% menor que o tratamento de maior número de nódulos. O menor desempenho foi observado com as plantas que receberam tratamento com Tiofanato metílico + Fluazinam, com uma média de 180 nódulos (Figura 1).

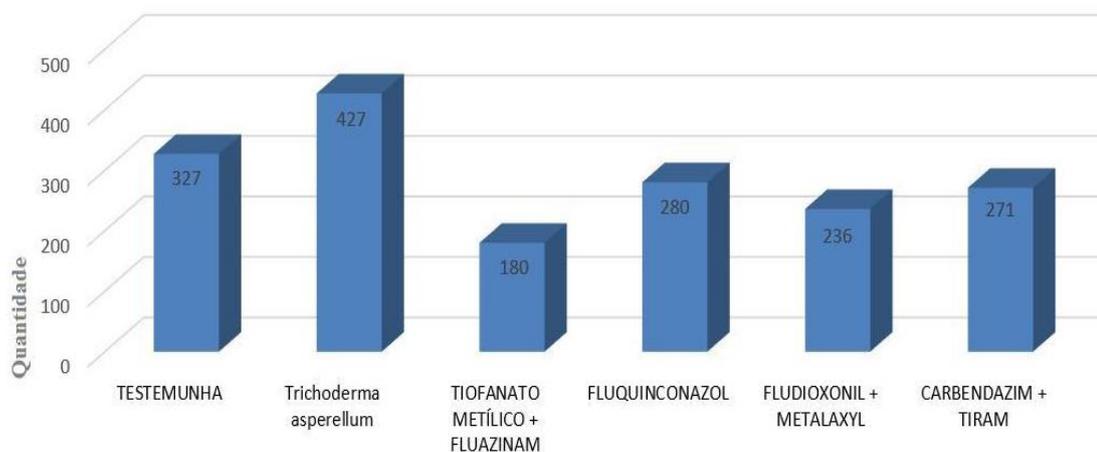


Figura 1. Quantidade total de nódulos (NNT) encontrada nos diferentes tratamentos.

O resultado superior do número de nódulos pode ser atribuído à capacidade do fungo *Trichoderma asperellum* estabelecer uma relação de antibiose, hiperparasitismo e competição com organismos maléficos para o desenvolvimento da planta (MELO, 1991). A presença do fungo contribui para a tolerância da planta ao estresse ambiental, solubilização e captura de nutrientes inorgânicos, além de inativar enzimas do patógeno (HARMAN, 2000), fazendo com que os nódulos das raízes tenham sua quantidade aumentada devido aos fatores benéficos criados pelo fungo.

O tratamento com *Trichoderma asperellum* estatisticamente foi o que melhor respondeu a nodulação, com número médio de 106,75 nódulos, em relação aos demais tratamentos, seguido da testemunha com média de 81,75 nódulos. O resultado menos expressivo foi encontrado com o uso de Tiofanato metílico + Fluazinam, e os demais tratamentos não apresentaram diferenças estatísticas, conforme pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1. Diferenças estatísticas quanto ao número de nódulos (NNT) encontrados nos diferentes tratamentos.

TRATAMENTOS	MÉDIAS
<i>Trichoderma asperellum</i>	106,75 a
TESTEMUNHA	81,75 b
FLUQUINCONAZOL	70,00 c
CARBENDAZIM + TIRAM	67,75 c
FLUDIOXONIL + METALAXYL	59,00 c
TIOFANATO METÁLICO + FLUAZINAM	45,00 d

Médias seguidas por letras minúsculas distintas nas colunas diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Scott-Knott.

Quando avaliada a viabilidade dos nódulos (NNV), a testemunha apresentou maior porcentagem com 98,29% de viabilidade, determinando-se, assim, o número de nódulos ativos por parcela. Foi observado um valor expressivo de viabilidade com o tratamento com *Trichoderma asperellum* por sua capacidade de criar condições favoráveis para o desenvolvimento da planta (95,10%), bem como o tratamento com Tiofanato Metílico + Fluazinam (92,47%) de viabilidade para ambos. O fungicida Fluquinconazol foi ingrediente ativo que mais interferiu na viabilidade dos nódulos, cerca de 62% de viabilidade, conforme pode ser observado na Figura 2.

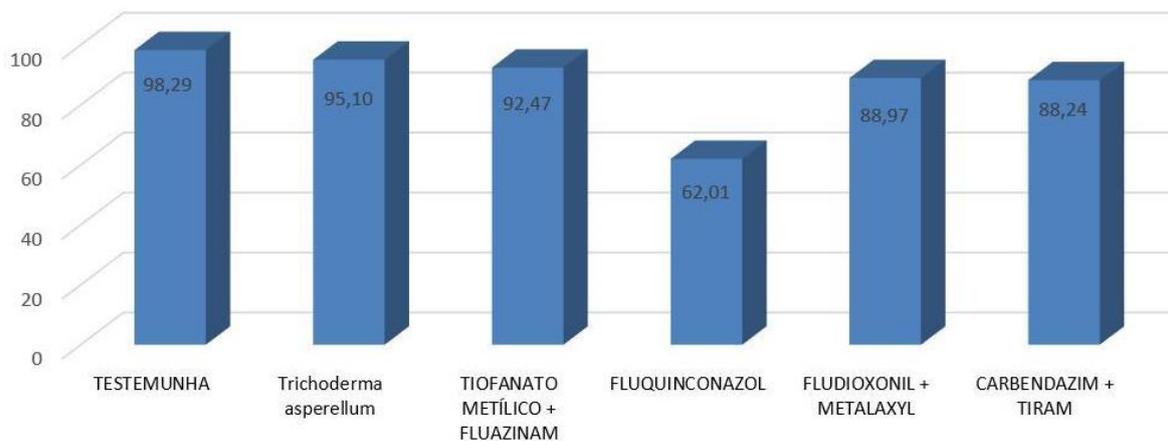


Figura 2. Porcentagem de nódulos viáveis (%) encontrados nos diferentes tratamentos.

O melhor tratamento, referente à viabilidade dos nódulos, foi obtida quando as sementes foram inoculadas e não tratadas com fungicidas, com média de 98,29% de nódulos viáveis, seguido pelo tratamento com *Trichoderma asperellum*, com 95,95% de viabilidade. Esses tratamentos foram melhores e superiores aos demais, não diferenciando estatisticamente entre si, com relação à viabilidade dos nódulos. As sementes tratadas com Fluquinconazol propiciaram menor

viabilidade (62,01%), e nos demais tratamentos não houve diferença estatística significativa, conforme observado na Tabela 2.

Tabela 2. Diferenças estatísticas quanto aos nódulos viáveis encontrados nos diferentes tratamentos.

TRATAMENTOS	MÉDIAS
TESTEMUNHA	98,29 a
<i>Trichoderma asperellum</i>	95,95 a
TIOFANATO METÁLICO + FLUAZINAM	92,46 b
FLUDIOXONIL+ METALAXYL	88,97 b
CARBENDAZIM + TIRAM	88,24 b
FLUQUINCONAZOL	62,01 c

Médias seguidas por letras minúsculas distintas nas colunas diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Scott-Knott. CV: 5,02%.

Para o parâmetro massa seca de 100 nódulos em gramas, a testemunha apresentou maior peso de 175,00 g, superior em 61,25% com relação ao tratamento que obteve melhor resultado, representado pelas plantas que receberam o fungicida a base de Fluquinconazol com 107,20 g. Sementes tratadas com Fludioxonil + Metalaxyl, apresentaram 83,30 gramas, resultado de menor desempenho comparado com *Trichoderma asperellum* e Carbendazim + Tiram, com 32,20 e 21,40 g, conforme demonstrado na Figura 3.

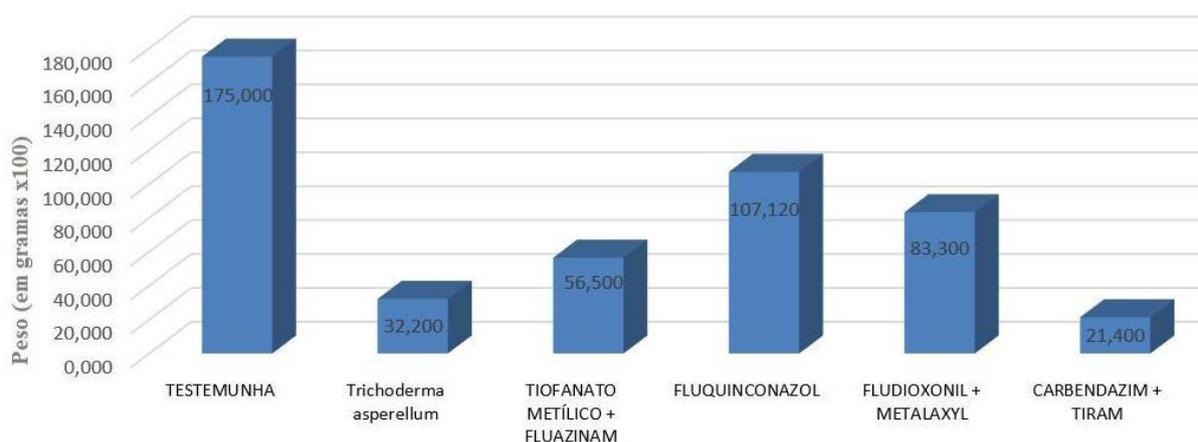


Figura 3. Massa seca de 100 nódulos viáveis (g) encontrados nos diferentes tratamentos.

Quando às diferenças estatísticas, observa-se que a testemunha apresentou maior média de valor de massa seca de nódulos viáveis (43,750 g), quando comparado às sementes que receberam tratamentos com fungicidas como o Fluquinconazol com média 26,780 g de massa seca de nódulos viáveis. As sementes quando tratadas com os fungicidas Fludioxonil + Metalaxyl não apresentaram diferenças estatísticas significativas, bem como quando as sementes foram tratadas

com *Trichoderma asperellum* e Carbendazim + Tiram, as quais apresentaram resultados menos satisfatórios, como demonstrado na Tabela 3.

Tabela 3. Diferenças estatísticas quanto à Massa seca (MSN) de nódulos viáveis (g).

TRATAMENTOS	MÉDIAS
TESTEMUNHA	43,750 a
FLUQUINCONAZOL	26,780 b
FLUDIOXONIL+ METALAXYL	20,825 b
TIOFANATO METÁLICO + FLUAZINAM	14,125 b
<i>Trichoderma asperellum</i>	8,050 c
CARBENDAZIM + TIRAM	5,350 c

Médias seguidas por letras minúsculas distintas nas colunas diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Scott-Knott (CV: 26,172%).

Em condições ambientais adequadas, a fixação biológica de nitrogênio pode atender a maior parte da necessidade de nitrogênio do feijoeiro (PELEGRIN et al., 2009), que apontam que esta tecnologia possui descrédito em relação a capacidade do feijoeiro em fixar nitrogênio atmosférico em quantidades suficientes para suprir suas exigências de produção quando em associação simbiótica, a ponto de recomendar o uso de adubos nitrogenados. Outros autores afirmam que em alguns casos o nível de inoculação em algumas culturas pode ser o bastante para suprir a necessidade de nitrogênio, dispensando adubos nitrogenados (FERREIRA et al., 2000).

Assim, para o acúmulo de nitrogênio em folha, observou-se uma maior porcentagem quando tratadas com Carbendazim + Tiram, 4,18%. Já os tratamentos com *Trichoderma asperellum* e Fluquinconazol apresentaram resultados iguais, de 3,99%, e o resultado com menor quantidade foi a Testemunha, quando as sementes não receberam tratamento químico com fungicida, de 3,71%, conforme pode ser observado na Figura 4.

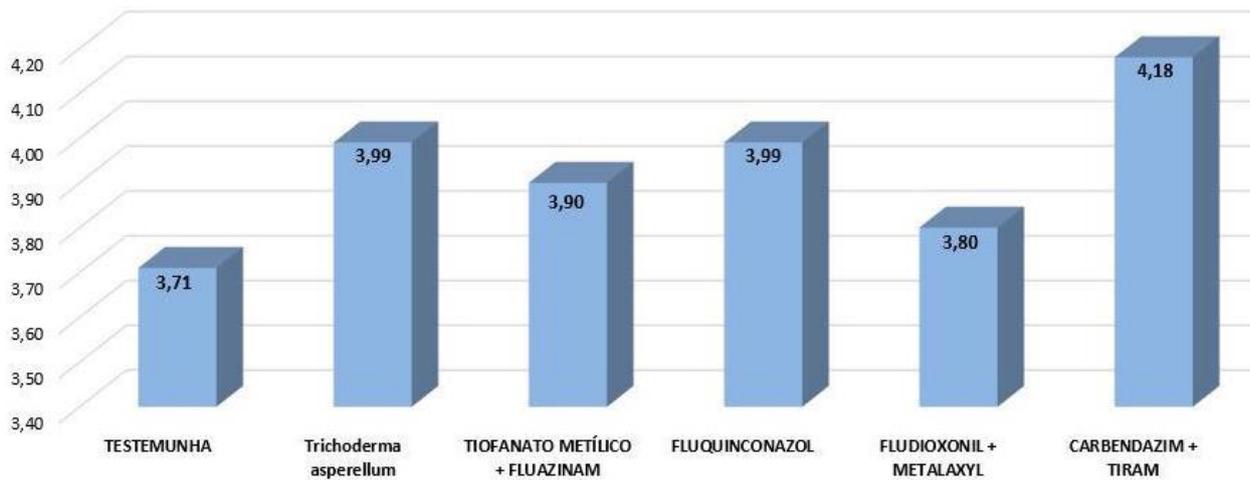


Figura 4. Acúmulo de Nitrogênio (%) em folhas do feijão encontrados nos diferentes tratamentos.

4. CONCLUSÃO

As sementes de feijão inoculadas e não tratadas quimicamente com fungicidas apresentaram maior eficiência na fixação biológica do nitrogênio quando comparadas às sementes inoculadas e tratadas com os fungicidas Tiofanato Metílico + Fluazinam, Fludioxonil + Metalaxyl, Carbendazim + Tiram, Fluquinconazol e com *Trichoderma asperellum*. Assim, conclui-se que os fungicidas podem reduzir os nódulos das raízes do feijoeiro e torná-los menos efetivos.

5. REFERÊNCIAS

BARROS, R. G.; YOKOYAMA, M.; COSTA, J. L. da S. Compatibilidade do inseticida thiamethoxam com fungicidas utilizados no tratamento de sementes de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 31, n.2, p. 153-157, 2001.

CARDILLO, B. E. S. **Compatibilidade de fungicidas via semente e fixação simbiótica em feijoeiro comum**. UFLA. Lavras – MG, 2015.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FERREIRA, A. N.; ARF, O.; CARVALHO, M. A. C.; ARAÚJO, R. S.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S. Estirpes de *Rhizobium tropici* na inoculação do feijoeiro. **Sci. Agric.**, Piracicaba, v. 57, n. 3, p. 507-512, 2000

HARMAN, G. E. **Myth and dogmas of biocontrol changes in perceptions derived from research on *Trichoderma harzianum* T-22**. Plant Disease, v.84, p. 377, 2000. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/feijaocaupi/arvore/CONTAG01_24_510200683536.html#>. Acesso em: 25 abr. 2017.

HUNGRIA, M; MENDES, I. C; MERCANTI, F. M. **Tecnologia de fixação biológica do nitrogênio com o feijoeiro: viabilidade em pequenas propriedades familiares e em propriedades tecnificadas**. Embrapa. Londrina – PR, 2013.

MALAVOLTA, E. Nutrição e adubação. **In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FEIJOAO**, 1., Campinas, 1971. Anais. Viçosa, Imprensa Universitária, 1972. p. 211-242.

MEIRELES, E. J. L. et al. Risco climático de quebra de produtividade da cultura do feijoeiro em Santo Antônio de Goiás, GO. **Bragantia**, v. 62, n. 1, p. 163-171, 2003.

MELO, I.S. de. Potencialidades de utilização de *Trichoderma* spp. no controle biológico de doenças de plantas. In: BETTIOL, W. (org.) **Controle biológico de doenças de plantas**. Jaguariúna : EMBRAPA-CNPDA, 1991. Cap. 9. 388p. (EMBRAPA-CNPDA. Documentos,15).

MONTEIRO, R. T R.; BARAIBAR, A.; TSAI, SIU MUI. Sobrevivência de *Rhizobium leguminosarum* bv phaseoli em sementes tratadas com fungicidas. **Revista de Microbiologia**, v. 21, n. 1, p. 55-59, 1990.

OLIVEIRA, P. P. A. et al. Interação entre cultivares, estirpes comerciais de *Rhizobium meliloti* e fungicidas no incremento da produção de alfafa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.3, p.425-431, 1999.

PERIN, A. et al. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 1, p. 35-40, 2004.

PELEGRIN, R. de MERCANTE, F. M.; OTSUBO, I. M. N.; OTSUBO, A. A. Resposta da cultura do feijoeiro à adubação nitrogenada e inoculação com rizóbio. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, 2009. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-068320090001000223&script=sci_arttext>. Acesso em: 28 mar. 2017.

PESKE, F. B.; PESKE, L. B. S. T. Produtividade de plantas de soja provenientes de sementes tratadas com fósforo. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 1, p. 095-101, 2009.

SARTORATO, A.; RAVA, C.A. **Principais doenças do feijoeiro comum e seu controle**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 300p.

SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M. de S. Transformações bioquímicas e ciclos dos elementos no solo. In: MOREIRA, F.M. de S.; SIQUEIRA, J.O. (Ed.). **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: Ed. da Ufla, 2002. p.305-329.

XAVIER, T. F. et al. Inoculação e adubação nitrogenada sobre a nodulação e a produtividade de grãos de feijão-caupi. **Ciência Rural**, v. 38, n. 07, p. 2037-2041, 2008.

YOKOYAMA, L. P.; STONE, L. F. **Cultura do feijoeiro no Brasil: características da produção**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000.