



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA - UEPB
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS - CCAA
CURSO DE BACHARELADO EM AGROECOLOGIA**

VANUZE COSTA DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DA NODULAÇÃO RADICULAR EM CULTIVARES DE FEIJÃO
DESENVOLVIDAS EM DIFERENTES SUBSTRATOS ORGÂNICOS**

**LAGOA SECA – PB
2012**

VANUZE COSTA DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DA NODULAÇÃO RADICULAR EM CULTIVARES DE FEIJÃO
DESENVOLVIDAS EM DIFERENTES SUBSTRATOS ORGÂNICOS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Agroecologia da Universidade Estadual da Paraíba como parte das exigências para a obtenção do grau de Bacharel em Agroecologia.

Orientador: Prof. Dr. Leandro Oliveira de Andrade

**LAGOA SECA – PB
2012**

Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca Joaquim Vitoriano Pereira - CCAA – UEPB

O48a	<p>Oliveira, Vanuze Costa de. Avaliação da nodulação radicular em cultivares de feijão desenvolvidas em diferentes substratos orgânicos. Lagoa Seca – PB / Vanuze Costa de Oliveira. – 2012. 33f. il. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agroecologia) – Universidade Estadual da Paraíba. Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, 2012. “Orientação: Prof. Dr. Leandro Oliveira de Andrade. Departamento de Agroecologia e Agropecuária”. 3. Microbiologia do solo. Matéria orgânica. 2. Microrganismo. 4. Esterco bovino. 5. Húmus de minhoca. 6. Feijão. I – Título. 21.ed. CDD 631.46</p>
------	---

VANUZE COSTA DE OLIVEIRA

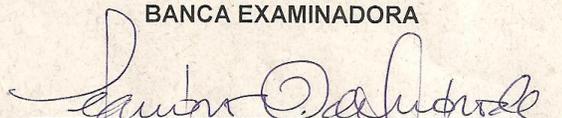
**AVALIAÇÃO DA NODULAÇÃO RADICULAR EM CULTIVARES DE FEIJÃO
DESENVOLVIDAS EM DIFERENTES SUBSTRATOS ORGÂNICOS**

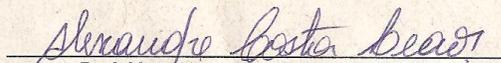
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Bacharelado em Agroecologia da
Universidade Estadual da Paraíba como parte
das exigências para a obtenção do grau de
Bacharel em Agroecologia.

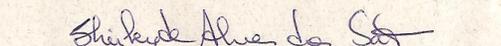
Aprovada em 05 / 06 / 2012

Nota: 10,0 (DEZ)

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Leandro Oliveira de Andrade / UEPB
Orientador


Prof. Msc. Alexandre Costa Leão / UEPB
Examinador I


Profª. Msc. Shirléide Alves dos Santos / UEPB
Examinador II

Ao meu Deus, que tudo o que faço é para a Sua glória; aos meus pais (Josa e Dida), aos meus irmãos e a todos os queridos amigos, pelo apoio e incentivo fundamentais, e pelos ensinamentos que me acompanharão durante toda a vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela maravilhosa benção de viver, por ter me sustentado a cada dia, não me deixando sozinha e me concedendo a vitória.

A Universidade Estadual da Paraíba e a Pró-reitoria de Graduação (PROEG) pela oportunidade de realização do Curso de Bacharelado em Agroecologia em uma instituição gratuita e de qualidade. E pela oferta da bolsa de manutenção, sem a qual não teria concluído este curso.

Aos coordenadores do Curso Bacharelado em Agroecologia: Professora Shirleyde e o Professor Francisco (Chico), por seus empenhos e dedicação durante todos estes anos.

Ao professor Dr. Leandro Andrade, por todo o empenho e dedicação no decorrer do curso e na orientação deste trabalho.

Aos meus pais José Josemar e Margarida Ferreira, aos meus irmãos Carlos, Chagas, Jaelson, Daniel, Verônica que colaboraram comigo nesta árdua, porém recompensadora caminhada. E que, apesar da distância, sempre estiveram ao meu lado em todos os momentos, vibrando com as vitórias e chorando nas decepções.

Aos professores do Curso de Bacharelado em Agroecologia da UEPB, em especial, aos queridos professores: Alexandre, Josilda, Suenildo, Mário, Carlos, Pedro, Socorro e a professora Márcia, pela atenção e carinho por mim.

A todos aqueles que durante os anos de 2008 a 2012 fizeram parte do quadro funcional do Campus II da UEPB, efetivos ou não.

E, não poderia deixar de agradecer aos colegas de classe (Allan, Andreia, Eri, Beth, Filipe F, Filipe T, Gili, Gilmara, Rodrigues Pacífico, Juninho, July, Jean, Leygson, Léo, Lucy, Ana, Cris, Marcelo, Renato, Rhayssa, Saulo, Thyago, Tayama) pelos momentos de amizade, diversão e apoio. Especialmente aqueles que comigo integraram o G4: Jonh (Allan), Ana (Luciana) e a Path Faxion (Rhayssa).

Aos meus colegas e amigos: Anna, Raissa, Valeska, Mara, Eduarda, Renata, Micheline, Nathália, Elaíse, Ailton, Wellington, Cleopson, Arthur, Rayanne, Rafaella, Talita, Nelson, Esdrinhas, Neide, Célia, Lourdes, Socorro, Antonia, Denilda, Elaíse, Ana Lúcia, Thiago Costa, Fátima, Luciana, Adriana, Patrícia, Marileide, por compartilhar

momentos inesquecíveis cheios de experiências positivas que me auxiliaram a crescer e fortalecer como pessoa.

À todas as pessoas que de forma direta ou indireta colaboraram no desenvolvimento deste Trabalho de conclusão de curso e para a conclusão do Curso de Graduação.

“Certamente as ilhas me aguardarão, e primeiro os navios de Târsis, para trazer teus filhos de longe, e com eles a sua prata e o seu ouro, para o nome do Senhor teu Deus, e para o Santo de Israel, porquanto Ele te glorificou”.

Isaías 60:9

RESUMO

O feijoeiro é cultivado em praticamente todos os Estados do Brasil, nas mais variadas condições, exigindo, assim, a adubação de áreas para o cultivo do grão. A utilização de substratos é imprescindível quando se quer agregar à produção alta qualidade num período de tempo e com os menores custos de produção. O incremento de matéria orgânica no solo contribui para a melhoria das características químicas, físicas e biológicas; além de colaborar com a maior retenção de umidade. Este trabalho foi realizado no período de setembro a novembro de 2011, com o objetivo de avaliar os nódulos formados em cultivares de feijão quando utilizados diferentes substratos orgânicos. Foram utilizados como fonte de variação substratos constituídos por esterco bovino e húmus de minhoca; duas cultivares de feijão macassar (*Vigna* sp.), Feijão Fogo de Galinha e Feijão Rabo de Tatu, obtidas, respectivamente, do Município de Olivedos (Paraíba) e da Escola Agrícola Assis Chateaubriand, no Município de Lagoa Seca (Paraíba). O delineamento estatístico adotado foi o de blocos ao acaso, com cinco repetições, resultando em 20 unidades experimentais. As variáveis estudadas foram: massa fresca dos nódulos (MFN), massa seca dos nódulos (MSN), teor de umidade (TU) e o número de nódulos formados (NN). A cultivar Rabo de Tatu apresentou melhores resultados para a formação de Massa Fresca e Massa Seca dos Nódulos radiculares na cultura do feijão; o substrato composto de húmus de minhoca apresentou melhores resultados para a maior formação de nódulos radiculares e o maior Teor de Umidade na cultura estudada.

Palavras-chave: Matéria orgânica, microrganismos, fixação biológica do nitrogênio, esterco bovino, húmus de minhoca.

ABSTRACT

The bean plant is cultivated in almost all Brazilian states, under most various conditions requiring thus the fertilization of areas for grain cultivation. The use of substrates is essential when you want to add high-quality production in a period of time and the lowest production costs. The increasing of organic soil matter contributes to the improvement of chemical, physical and biological characteristics, and so collaborate with higher moisture percentage. This work was carried out from 2011 September to November with the objective of evaluate the nodules formed on bean cultivars when used different organic substrates. The cow manure and earthworm compost and also two cultivars of Cowpea Bean (*Vigna* sp.) - Chicken Fire Bean and Armadillo Tail Bean, obtained, respectively, from the Olivedos (PB) and Escola Agrícola Assis Chateaubriand, at Lagoa Seca Conunty (PB) - were used as sources of variation. The statistical design used was in randomized blocks with five replications, resulting in 20 experimental units. The studied variables were: the nodule fresh mass (MFN), nodule dry mass (MSN), nodule moisture content (TU) and the number of root nodules formed (NN). The cultivate Armadillo Tail showed better results for the formation of nodule fresh and dry mass of bean's root nodules, the substrates of earthworm compost showed better results for the greatest formation and the highest moisture content for the studied plant.

Keywords: Organic matter, microorganisms, nitrogen biological fixation, cow manure, earthworm compost

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Quadrado médio da variação da massa fresca dos nódulos radiculares (MFN) e da massa seca dos nódulos radiculares (MSN) em função dos substratos e das cultivares utilizadas**23**

Tabela 2: Quadrado médio do número de nódulos radiculares (NN) e do teor de umidade dos nódulos radiculares (TU) em função dos substratos e das cultivares utilizadas**25**

LISTA DE SIGLAS

MFN	Massa Fresca dos Nódulos
MSN	Massa Seca dos Nódulos
TU	Teor de Umidade
NN	Número de Nódulos
S	Substrato
C	Cultivar
GL	Grau de Liberdade
CV	Coeficiente de Variação
S	Enxofre
P	Fósforo
N	Nitrogênio
C	Carbono
CO ₂	Dióxido de Carbono
NH ₄ ⁺	Amônio

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 O SOLO E A AGROECOLOGIA.....	15
2.2 A MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO.....	16
2.3 OS MICRORGANISMOS E O MEIO AMBIENTE	17
2.4 NODULAÇÃO E FIXAÇÃO BIOLÓGICA DO NITROGÊNIO.....	18
3. OBJETIVOS	20
3.1. OBJETIVO GERAL	20
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	21
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
6. CONCLUSÕES	27
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
ANEXOS	32

1. INTRODUÇÃO

A cultura do feijão é originária de regiões de domínio Inca. Possui alto teor de proteínas, é ótima fonte de nutrientes, sendo, assim, considerado o alimento básico para populações de várias partes do mundo, seja na zona rural ou urbana (COSTA *et al.*, 2006).

No Brasil, conforme apresenta Carneiro (2002) o feijoeiro é cultivado em praticamente todos os estados, nas mais variadas condições edafoclimáticas e em diferentes épocas e sistemas de cultivo, exigindo, assim, a adubação de áreas para o cultivo do grão.

Apesar de apresentar grande importância socioeconômica nas regiões Norte e Nordeste, os plantios de feijão, nas citadas regiões apresentam baixa produtividade, sendo uma das causas a baixa disponibilidade de nutrientes no solo, principalmente do nitrogênio (GUALTER *et al.*, 2008); porém, Franco *et al.* (2002) defendem que o aumento da eficiência do processo de nodulação e da Fixação Biológica de Nitrogênio é uma das melhores formas de aumentar a produtividade da cultura.

Em regiões tropicais, a importância da nodulação está ligada a baixa disponibilidade de nitrogênio no solo, o que é agravada, principalmente, pela lixiviação desse macronutriente (XAVIER, 2006).

Algumas práticas da agroecologia têm sido utilizadas para aumentar a produção no solo, como o acréscimo de materiais de origem animal ou vegetal, alguns considerados resíduos ou rejeitos. A riqueza nutricional desses materiais promove a elevação da atividade biológica do solo (WEINÄRTNER, 2006).

Adicionar esterco ao solo para melhorar o conteúdo de matéria orgânica é uma prática usada há muito tempo, quer em sistemas de cultivo alternativos, quer em convencionais (PEREIRA *et al.*, 2009).

Para o fornecimento de nutrientes para as plantas de forma mais rápida que o esterco, o húmus de minhoca aparece como sendo um forte aliado já que, de acordo com Oliveira *et al.* (2010), trata-se de um fertilizante orgânico resultante da

decomposição aeróbia controlada, além de possuir altos teores de macro e micronutrientes.

O incremento de matéria orgânica no solo contribui para a melhoria das características químicas, físicas e biológicas. Além de colaborar com a maior retenção de umidade. Com o auxílio da matéria orgânica, o solo apresenta maior estabilidade, melhor distribuição do sistema radicular e, com isso, a matéria orgânica será mais bem distribuída (MALAVOLTA, 1979).

O acréscimo de materiais orgânicos no solo proporciona melhoria em suas características físicas, químicas e biológicas, dentre estas a terceira se destaca, já que, quando há matéria orgânica em um ambiente o número de microrganismos irá aumentar significativamente, logo, processos biológicos fundamentais e necessários a vida vegetal e/ou animal como a fixação biológica do nitrogênio irão ser favorecidos. Já, não havendo material orgânico no solo, a vida microbiana diminuirá, ou mesmo, será extinta.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O solo e a agroecologia

De acordo com Kamiyama *et al.*, (2011) a agricultura moderna, priorizou um modelo tecnológico com base no uso intensivo da mecanização, adubos minerais de alta solubilidade e agrotóxicos. Esses modelos tecnológicos contribuíram com a elevação produtiva das culturas agrícolas, porém, contribuiu também com o desgaste dos recursos naturais.

Apesar dos desgastes ambientais provocados pelos modelos tecnológicos atualmente adotados na agricultura, para Kamiyama *et al.*, (2011) há uma crescente preocupação da sociedade com a saúde e o meio ambiente; o que tem produzido reflexos nos sistemas de produção agrícola consolidando a demanda mundial por alimentos mais saudáveis e produzidos de forma sustentável (PIMENTEL *et al.*, 2005). Onde surge uma forma sustentável de se realizar a agricultura. Surge então a agroecologia.

A agroecologia nasceu junto com a agricultura, mas apenas recentemente, com o surgimento dos movimentos agroecológicos, é que o uso contemporâneo deste termo começou a ser intensificado (BORGES, 2000).

A agroecologia de acordo com Caporal & Costabeber (2002) se trata de uma orientação cujas pretensões e contribuições vão além de aspectos meramente tecnológicos ou agrônômicos da produção agropecuária.

Moreira & Stamato (2009) dizem que para a agroecologia a natureza não é um apanhado de recursos que possa utilizar indiscriminadamente e nem uma máquina a serviço do homem. Pelo contrário, a natureza é vista como parte fundamental para a existência do homem.

Ao contrário de outras ciências que tem o solo como objeto a serviço do ser humano, na agroecologia, o solo é um componente complexo, vivo, dinâmico e em transformação do agroecossistema, ele está sujeito a alterações e pode ser degradado ou manejado sabiamente (GLIESSMAN, 2009).

Um solo vivo pressupõe a presença de variadas formas de organismos interagindo entre si e com os componentes minerais e orgânicos do solo. Essa dinâmica biológica exerce uma função essencial na agregação do solo, de modo a torná-lo grumoso e permeável para o ar e para a água (PRIMAVESI, 2008). E, de acordo com Vieira *et al.* (2011), as alterações na biomassa e, ou, na atividade microbiana podem refletir um claro sinal na melhoria ou na degradação do solo.

2.2 A matéria orgânica do solo

Gliessman (2009) define o solo ideal, como sendo aquele que é composto de 45% de minerais, 5% de matéria orgânica e 50% de espaço, sendo este “espaço” preenchido, metade com água e outra parte com ar.

A expressão matéria orgânica natural é utilizada para designar toda a matéria orgânica existente nos diferentes reservatórios da biosfera, a qual difere da matéria orgânica viva e dos compostos com origem antrópica (RODRIGUES, 2007).

O conteúdo de matéria orgânica do solo (MOS) é considerado um dos principais indicadores de sustentabilidade e qualidade ambiental em agroecossistemas (ROSSI *et al.*, 2011).

Silva (2010) afirma que a matéria orgânica do solo melhora a estrutura do solo, reduz a plasticidade e a coesão, aumenta a capacidade de retenção de água e a aeração, permitindo maior penetração e distribuição das raízes.

Fialho *et al.* (1996) mostraram que nos primeiros 20cm de camada do solo se encontra a maior atividade biológica, o que pode ser influenciado pela maior acumulação de matéria orgânica.

A dinâmica da matéria orgânica influencia os principais processos químicos, físicos e biológicos nos solos, e determina muitas vezes seu comportamento químico e fertilidade (HERMLE *et al.*, 2008).

Borges (2000), analisando a percepção dos agricultores sobre a agroecologia, realizada através de entrevistas, pode constatar que alguns produtores rurais relacionam a concentração de matéria orgânica no solo à presença de minhocas: “...a terra com matéria orgânica as minhocas são mais encorpada; terra sem matéria

orgânica, elas (minhocas) são raquítica...”. Através da pesquisa a autora pôde constatar ainda, que os agricultores em transição e orgânicos, percebem o efeito da matéria orgânica sobre o solo pela cor escura, pela porosidade, umidade, profundidade e estrutura.

2.3 Os microrganismos e o meio ambiente

O solo, por ser um organismo vivo, torna-se dinâmico e em seu ambiente ocorrem interações entre os organismos que ali se encontram. Para Moreira & Siqueira (2002), as relações entre organismos influenciam vários processos do solo, como a mineralização da matéria orgânica do solo e de xenobióticos, controle biológico de pragas e doenças, ciclagem de nutrientes, formação de húmus e equilíbrio biológico.

Para Cardoso & Nogueira (2007), os microrganismos influenciam a composição e a quantidade de vários componentes dos exsudatos radiculares, por meio de seus efeitos no metabolismo das células da raiz, bem como no estado nutricional das plantas. Além disso, de acordo com Primavesi (2008), são esses organismos que mobilizam os nutrientes e os disponibilizam para as plantas.

Segundo Vieira *et al.* (2011), os microrganismos possuem a capacidade de dar respostas rápidas a mudanças nos atributos microbianos do solo.

De acordo com Nagai & Kishimoto (2009), os microrganismos constituem-se no tesouro do solo, exercendo atividades que mantêm o equilíbrio dinâmico, já que existe grande relação entre os microrganismos e o pH solo.

A boa fertilidade de um solo, que é dada por condições físicas adequadas (solo solto), boa diversidade de nutrientes e muita atividade dos microrganismos, aumenta o poder de absorção e de escolha de alimentos pelas plantas, favorecendo a proteossíntese (MEIRELLES & RUPP, 2005).

Andreola & Fernandes (2007) afirmam que toda e qualquer interferência do homem sobre ecossistema edáfico resulta em quebra do equilíbrio e importantes alterações na microbiota podem ocorrer, nem sempre benéficas. Os autores ainda complementam afirmando que em ecossistemas clímax, a microbiota encontra-se em equilíbrio com o solo, mantendo assim a sua biodiversidade.

Para Vezzani & Mielniczuk (2009), as práticas de manejo do solo favorecem a oxidação da MOS pelos microrganismos e a liberação de CO₂ podem elevar ainda mais a quantidade de C na atmosfera.

2.4 Nodulação e fixação biológica do nitrogênio

Plantas da família Leguminosae apresentam a capacidade de nodulação e fixação biológica do nitrogênio em simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*, possibilitando o aumento da produtividade e melhoria na fertilidade do solo (MEDEIROS *et al.*, 2008).

A fixação biológica de N torna disponível o N da atmosfera para o solo através da fixação de microrganismos de vida livre ou diretamente para os vegetais simbiontes (ROVERE & CORRAL, 2009).

Malheiro *et al.* (2009) afirmam que a utilização do rizóbio é um processo chave para o manejo agrícola sustentável das regiões semi-áridas, onde os fatores edafoclimáticos são bem acentuados.

As diminuições da nodulação em leguminosas expostas a alta disponibilidade de N e da colonização micorrízica em plantas sob alta disponibilidade de fósforo (P) estão relacionadas com alteração do padrão de exsudação de compostos orgânicos pelas raízes dessas plantas (CARDOSO & NOGUEIRA, 2007).

Para Silva (1999) a fixação simbiótica do nitrogênio depende de uma série de fatores, tais como: características genéticas da bactéria, espécie de leguminosa e condições gerais do solo.

Apesar do processo de fixação de nitrogênio pelos microrganismos apresentar gastos energéticos para a planta, em comparação com o uso de adubos nitrogenados, o processo apresenta vantagens tanto para a planta e o ambiente quanto para o produtor (SANTOS *et al.*, 2009).

Dentre os benefícios que o nitrogênio fixado pelos microrganismos apresenta para o meio ambiente, Franco *et al.* (2002) mostram que o processo, anteriormente citado, é umas das formas de aumentar a produtividade de plantas leguminosas e substituir os adubos químicos nitrogenados.

Apesar de a FBN proporcionar benefícios ao meio ambiente, existem fatores que podem interferir o processo de fixação, dentre eles, pode-se destacar as condições edafoclimáticas, o preparo do solo e a adubação orgânica ou mineral (BIZARRO, 2008). Um exemplo de inibição do trabalho dos microrganismos na FBN é citado por Caporal & Costabeber (2004), quando afirmam que a aplicação de doses importantes de adubo nitrogenado inibe a função nitrificadora das bactérias do solo.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

- Avaliar a nodulação radicular em cultivares de feijão quando utilizados diferentes substratos orgânicos.

3.2. Objetivos específicos

- Determinar a quantidade de nódulos radiculares formados em função dos substratos e cultivares utilizadas;
- Avaliar a massa fresca dos nódulos radiculares dos feijões;
- Quantificar a massa seca dos nódulos radiculares das cultivares em função dos substratos utilizados;
- Determinar o teor de umidade dos nódulos radiculares.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado no setor destinado à produção de mudas do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA) – Campus II da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), localizado no município de Lagoa Seca – PB, que apresenta como características climáticas temperatura média máxima de 26°C; temperatura média mínima de 18,2 °C; umidade relativa anula de 66%; precipitação média anual de 950 mm; evapotranspiração média anual de 1100 mm, conforme Dantas *et al.* (2003).

O experimento foi conduzido durante os meses de setembro a novembro de 2011 com a cultura do feijão. Foram utilizados como fonte de variação substratos produzidos com solo e matéria orgânica, sendo as fontes de matéria orgânica: esterco bovino e húmus de minhoca; duas cultivares de feijão macassar (*Vigna sp.*), Feijão Fogo de Galinha e Feijão Rabo de Tatu, obtidas, respectivamente, do município de Olivedos e da Escola Agrícola Assis Chateaubriand. Utilizaram-se baldes plásticos com capacidade para 5 kg. 45 dias após o semeio das cultivares, foram realizadas as avaliações.

O delineamento estatístico adotado foi o de blocos ao acaso, com cinco repetições, resultando em 20 unidades experimentais. O solo utilizado para a produção das mudas é classificado como Neossolo Regolítico, segundo Embrapa (1999).

As variáveis estudadas foram: massa fresca dos nódulos (MFN), massa seca dos nódulos (MSN), teor de umidade (TU) e o número de nódulos formados (NN).

Para a separação dos nódulos das raízes das cultivares, adotou-se a avaliação direta da nodulação por rizóbios em leguminosas. Moreira & Siqueira (2002:136) recomendam que do solo seja retirado o sistema radicular intacto, sem que os nódulos se destaquem da raiz, logo em seguida eles são pesados e contados. Dessa forma, foram obtidas a MFN e NN.

Para determinação da MSN, o material vegetal foi colocado em estufa à 65°C até atingir peso constante, em seguida, o material foi pesado, conforme Franco *et al.* (2002).

Para a determinação do TU (em porcentagem) utilizou-se o cálculo de porcentagem obtido pela equação abaixo, conforme Valentini *et al.* (1998).

$$TU = \frac{MFN - MSN}{MFN} \times 100$$

Onde,

TU = Teor de umidade

MFN = Massa fresca dos nódulos radiculares

MSC = Massa seca dos nódulos radiculares

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 1 e 5%, utilizando-se o software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2003).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância, apresentada na Tabela 1, mostra que houve efeito significativo ($P < 0,01$) para a formação de massa seca dos nódulos (MSN) e de massa fresca de nódulos radiculares (MFN) sobre as cultivares. Enquanto que para a interação cultivar x substrato, os efeitos foram não significativos para as variáveis MSN e MFN.

Ainda na tabela 1, observa-se que a MSN não foi significativamente afetada pelo fator tipo de substrato, da mesma forma, a MFN não foi significativamente afetada pela fonte de substrato. O que significa dizer que, a massa dos nódulos independe da fonte de matéria orgânica. Porém, Lacerda *et al.* (2004) comprovaram que as formas de fornecimento de nitrogênio (N) é um dos fatores que afetam significativamente a MSN.

Tabela 1: Quadrado médio da variação da Massa Fresca dos Nódulos radiculares (MFN) e da Massa Seca dos Nódulos radiculares (MSN) em função dos substratos e das cultivares utilizadas

Causa de Variação	GL	Quadrados Médio	
		MFN	MSN
Cultivar (C)	1	0,5862**	0,0934**
Tipo de Substrato (S)	3	0,2460ns	0,0249ns
Interação V x S	3	0,1127ns	0,0081ns
Resíduo	16	0,0668	0,0124
CV		18,81	12,79

Cultivar	Médias	
	(g)	(g)
Fogo de Galinha	1,2035a	0,8013a
Rabo de Tatu	1,5459b	0,9380b

Tipo de Substrato	Médias	
	(g)	(g)
Húmus de minhoca	1,4856a	0,9049a
Esterco Bovino Curtido	1,2638a	0,8343a

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey, a 1 e 5%

Se tratando de cultivar, o feijão Rabo de Tatu apresentou a maior formação de massa de nódulos. Fernandes *et al.* (1999) comprovaram que as leguminosas, além de fixarem nitrogênio atmosférico quando associadas aos rizóbios, possuem a capacidade de elevar o húmus do solo.

A diferença em porcentagem para a variável MSN da cultivar Rabo de Tatu em relação à cultivar Fogo de Galinha foi de 22%, aproximadamente. Mostrando que a formação de massa de nódulos nas raízes da cultivar Rabo de Tatu é superior à cultivar Fogo de Galinha.

Apesar de muitos fatores interferirem na formação de massa nodular, é possível afirmar que as fontes de matéria orgânica, tratando-se de húmus de minhoca ou esterco bovino não interferem significativamente na formação de MFN.

Com relação ao tipo de cultivar utilizada para a variável MFN, a diferença percentual para o feijão Rabo de Tatu foi de aproximadamente 15%. O que significa dizer que se plantando o feijão Rabo de Tatu em uma área, a quantidade de matéria orgânica depositada será maior que se, na mesma área fosse plantada a cultivar Fogo de Galinha, logo, a presença de seres bióticos na área cultivada com o feijão Rabo de Tatu será superior à plantada com Fogo de Galinha.

Quanto ao uso de substratos, não houve significância, já que a produção de nódulos independe do tipo de substrato utilizado.

A análise de variância, conforme a Tabela 2 mostra que houve efeito significativo ($P < 0,01$) para o número de nódulos radiculares e para o teor de umidade sobre o tipo de substrato. Pelo fato das variáveis cultivar e substrato serem independentes entre si, a interação CxS não apresentou efeito significativo.

Ainda na tabela 2, onde são apresentados os quadrados médios relacionados ao Número de Nódulos (NN) e ao Teor de Umidade dos nódulos radiculares formados em função das cultivares e dos substratos utilizados, é possível perceber que as cultivares não influenciaram significativamente no NN. Isso significa que, independentemente da cultivar plantada, quando se almeja o maior número de nódulos radiculares, que qualquer uma dessas cultivares (Fogo de Galinha e Rabo de Tatu) ou de ambas irá oferecer ao produtor boa quantidade de nódulos radiculares na cultura do feijão.

Com relação ao tipo de substrato, observa-se também tabela 2, que houve efeito significativo apenas no uso do húmus de minhoca, para a variável número de nódulos. Lacerda *et al.* (2004) avaliando estirpes de rizóbio, puderam constatar que as cultivares influenciaram significativamente o NN.

O solo que não sofre estresse nutricional, como o incremento de adubos sintéticos, possui significativa população nativa de rizóbio, capaz de nodular o caupi, foi o que comprovaram Lacerda *et al.* (2004) quando, avaliando estirpes de rizóbio, constataram que a testemunha, a qual não havia sido acrescentada nitrogênio, apresentou NN de forma que não diferiu de outros tratamentos.

Tabela 2: Quadrado médio do Número de Nódulos radiculares (NN) e do Teor de Umidade dos Nódulos radiculares (TU) em função dos substratos e das cultivares utilizadas

Causa de Variação	GL	Quadrados Médio	
		NN	TU
Cultivar (C)	1	0,0098ns	31,3250ns
Tipo de Substrato (S)	3	0,9949**	1441,0926**
Interação V x S	3	0,0483ns	12,7201ns
Resíduo	16	0,0702	174,3358
CV		17,09	20,58

Cultivar	Médias	
	(unidade)	(%)
Fogo de Galinha	1,5282a	62,9170a
Rabo de Tatu	1,5726a	65,4200a

Tipo de Substrato	Médias	
	(unidade)	(%)
Húmus de minhoca	1,7734b	72,6570b
Esterco Bovino Curtido	1,3274a	55,6800a

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey, a 1 e 5%

A nodulação das leguminosas é tão importante para a nutrição edáfica que de acordo com Gualter *et al.* (2006), representa a alternativa mais racional para o fornecimento de nitrogênio às plantas, pois utiliza somente a energia solar e, por se tratar de um processo natural em equilíbrio, não causa nenhum dos problemas decorrentes do uso de adubos nitrogenados.

Já para o substrato utilizado, nota-se que o húmus de minhoca por conter maior quantidade de microporos exerce papel muito importante na retenção de água. Logo, a quantidade de água retida pelas raízes quando a planta é adubada com húmus de minhoca será superior à adubada com esterco bovino. Pois o substrato que possui maior quantidade de microporos, como é o caso do húmus, irá reter maior quantidade de água e, a raiz por estar em contato direto com tal substrato irá reter a umidade.

A presença de material orgânico no solo é determinante na atividade e na população dos microorganismos, uma vez que a matéria orgânica é, antes de tudo, fonte de energia para os organismos do solo (SILVA, 1999).

O húmus serve como fonte de energia e nutrientes para o desenvolvimento de muitos grupos de organismos, principalmente microrganismos, e, como resultado de sua decomposição, há a liberação contínua de CO₂, NH₄⁺, íons de P, S, e micronutrientes (EIRA, 2005).

Santos *et al.* (2009) estudando o desenvolvimento da nodulação, em feijão-fava (*Phaseolus lunatus*), concluíram que os nódulos, da citada leguminosa, são formados durante o primeiro mês após a emergência das plantas e que a nodulação nos diferentes genótipos foi devida às estirpes nativas presentes nos solos.

6. CONCLUSÕES

- A cultivar Rabo de Tatu apresentou melhores resultados para a formação de Massa Fresca e Massa Seca dos Nódulos radiculares na cultura do feijão;
- O substrato composto de húmus de minhoca apresentou melhores resultados para a maior formação de nódulos radiculares e para o maior Teor de Umidade na cultura estudada.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREOLA, F.; FERNANDES, S.A.P. **A microbiota do solo na agricultura orgânica e no manejo das culturas**. In: SILVEIRA, A. P. D.; FREITAS, S. S. Microbiota do solo e qualidade ambiental. Campinas: Instituto Agronômico, 2007. 312 p.

BIZARRO, M.J. Simbiose e variabilidade de estirpes de *Bradyrhizobium* associadas à cultura da soja em diferentes manejos do solo. 2008. 97p. **Tese** (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Agronomia. Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo. Porto Alegre - RS.

BORGES, M. A percepção do agricultor sobre o solo e a agroecologia. 2000. 237p. **Dissertação** (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Agrícola. Campinas, SP: [s.n.].

CAPORAL, F.R.; COSTABEBER, J.A. Agroecologia: enfoque científico e estratégico. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v.3, n.2, p.13-16, 2002.

CAPORAL, F.R.; COSTABEBER, J.A. **Agroecologia: alguns conceitos e princípios**. 24p. Brasília: MDA/SAF/DATER-IICA, 2004.

CARDOSO, E.J.B.N.; NOGUEIRA, M.A. **A rizosfera e seus efeitos na comunidade microbiana e na nutrição de plantas**. In: SILVEIRA, A.P.D.; FREITAS, S.S. Microbiota do solo e qualidade ambiental. Campinas: Instituto Agronômico, 2007. 312p.

CARNEIRO, J.E.S. Alternativas para obtenção e escolha de populações de segregantes no feijoeiro. 2002. 134p. **Tese** (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais.

COSTA, G. E. A. *et al.* Chemical composition, dietary fibre and resistant starch contents of raw and cooked pea, common bean, chickpea and lentil legumes. **Food Chemistry**. v.94, n.3, p.327-330, 2006.

DANTAS, J.P.; FERREIRA, M.M.M.; MARINHO, F.J.L.; NUNES, M.S.A.; QUEIROZ, M.F.; SANTOS, P.T.A. Efeito do estresse salino sobre a germinação e produção de sementes de caupi. **Agropecuária Técnica**. v.24, n.2, 2003.

EIRA, A.F. Influência da cobertura morta na biologia do solo. Anais do 1º Seminário sobre Cultivo Mínimo do Solo em Florestas. Botucatu – SP. 2005. **Net**. Disponível em: http://www.ipef.br/PUBLICACOES/seminario_cultivo_minimo/cap03.pdf. Acesso: 14 de Maio de 2012.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

FERNANDES, M.F.; BARRETO, A.C.; EMÍDIO FILHO, J. Fitomassa de adubos verdes e controle de plantas daninhas em diferentes densidades populacionais de leguminosas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.9, p.1593-1600, 1999.

FERREIRA, D.F. **Programa SISVAR, - programa de análises estatísticas**. Lavras: UFLA, 2003.

FIALHO, J.F. BORGES, A.C.; BARROS, N.F. Cobertura vegetal e as características químicas e físicas e atividade da microbiota de um latossolo vermelho-amarelo e distrófico. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v.15, n.1, p.21-28. 1996.

FRANCO, M.C.; CASSINI, S.T.A.; OLIVEIRA, V.R.; VIEIRA, C.; TSAI, S.M. Nodulação em cultivares de feijão dos conjuntos gênicos andino e meso-americano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.8, p.1145-1150, 2002.

GLIESSMAN, S.R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 4.ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2009. 658p.

GUALTER, R.M.R.; LEITE, L.F.C.; ALCANTARA, R.M.C.M.; COSTA, D.B. Inoculação e adubação mineral em feijão-caupi: efeitos na nodulação, crescimento e produtividade. **Scientia Agrária**, v.9, n.4, p. 469-474, 2008.

GUALTER, R.M.R.; HENRIQUES NETO, D.; LEITE, L.F.C.; DANTAS, J.S.; HOLANDA NETO, M.R. Nodulação em feijão-caupi inoculado com estirpes de *Bradyrhizobium* spp. em um neossolo flúvico em Teresina, PI. **Net**. Disponível em: <http://www.cpamn.embrapa.br/anaisconac2006/resumos/MI08.pdf>, Acesso: 13 de maio de 2012.

HERMLE, S.; ANKEN, T.; LEIFELD, J.; WEISSKOPF. The effect of the tillage system on soil organic carbon content under moist, cold-temperate conditions. **Soil and Tillage Research**, v. 98, p.94-105, 2008.

KAMIYAMA, A.; MARIA, I.C.; SOUZA, D.C.C.; SILVEIRA, A.P.D. Percepção ambiental dos produtores e qualidade do solo em propriedades orgânicas e convencionais. **Bragantia**, v.70, n.1, p.176-184, 2011.

LACERDA, A.M.; MOREIRA, F.M.S.; ANDRADE, M.J.B.; SOARES, A.L.L. Efeito de estirpes de rizóbios sobre a nodulação e produtividade do feijão-caupi. **Revista Ceres**, v.51, n.293, 2004.

MALVOLTA, E. **ABC da adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979.

MALHEIRO, M.G.; MOTTA, E.F.; MARTINS, L.M.V.; GAVA, C.A.T. Estudo da tolerância de rizóbios a diferentes faixas de pH *In vitro*. **XXV Congresso Brasileiro de Microbiologia**. Porto de Galinha, 2009. Anais. Disponível em:

<http://sbmicrobiologia.org.br/pdf/cdsbm/resumos/R2505-1.html>, Acesso: 13 de maio de 2012.

MEDEIROS, R.; SANTOS, V.; ARAÚJO, A.; OLIVEIRA FILHO, C. Estresse salino sobre a nodulação em Feijão-Caupi. **Revista Caatinga**, Mossoró, Brasil, v.21 n.5, p.202-206, 2008.

MEIRELLES, L.R.; RUPP, L.C. Agricultura ecológica: Princípios básicos. Centro ecológico. Secretaria da Agricultura Familiar. Ministério do Desenvolvimento Agrário. 2005. 78p.

MOREIRA, M.F.S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: Editora UFLA, 2002. 626 p.

MOREIRA, R.M.; STAMATO, B. Agroecologia. **Cadernos Agroecológicos**. Instituto Giramundo Mutuando/ Programa de Extensão Rural Agroecológica – PROGERA. Botucatu/SP: Giramundo, 2009.

NAGAI, K.; KISHIMOTO, A. Manejo do solo e adubação: equilíbrio nutricional, melhoramento do solo e saúde da planta. Instituto de Pesquisas Técnicas e Difusões Agropecuárias da JATAK. 2008. **Net**. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/60085626/9/Microrganismos-do-solo-e-nutrientes>. Acesso: 30 de Junho de 2012.

OLIVEIRA, V.C.; PEREIRA, G.L.; MONTENEGRO, F.T.; CRUZ, M.C.V.O.; LEÃO, A.C. Crescimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) de acordo com a profundidade do adubo orgânico. in: **V Semana de Extensão da Universidade Estadual da Paraíba**. Anais... Campina Grande, PB. REALIZE Editora, 2010.

PEREIRA, J.R.; LIMA, F.V.; ARAÚJO, W.P.; ARAUJO, V.L.; CARVALHO JÚNIOR, G.S.; SANTOS, J.W.; SOUSA JÚNIOR, S.P.S. Definição de doses de esterco bovino para o cultivo agroecológico do algodão: II. Biomassa epigea e produção do algodoeiro herbáceo BRS Rubi irrigado. **VII Congresso Brasileiro do Algodão**, 2009, Foz do Iguaçu. Sustentabilidade da cotonicultura Brasileira e Expansão dos Mercados: Anais... Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009. p. 76-82.

PIMENTEL, D.; HEPPELRY, P.; HANSON J.; DOUDS D.; SEIDEL R. Environmental, energetic, and economic comparisons of organic and conventional farming systems. **Bioscience**, v.55, p.573-582, 2005.

PRIMAVESI, A.M. Agroecologia e manejo do solo. **Agriculturas**, v.5, n.3, p.1-4, 2008.

RODRIGUES, P.M.S.M. Estudo Sobre a Matéria Orgânica Dissolvida na Albufeira do Caldeirão. 2007. 249p. **Tese** (Doutorado). Universidade do Porto. Faculdade de Ciências. Porto.

ROSSI, C.Q.; PEREIRA, M.G.; GIACOMO, S.G; BETTA, M.; POLIODORO, J.C. Frações húmicas da matéria orgânica do solo cultivado com soja sobre palhada de braquiária e sorgo. **Bragantia**, v.70, n.3, 2011.

ROVERE, E.L.L.; CORRAL, T. Adapta Sertão, tecnologias sociais de adaptação à mudança climática. **Nutrição de planta: apostila Técnica**. Rio de Janeiro, 2009. 14p.

SANTOS, J.O.; ARAÚJO, A.S.F.; GOMES, R.L.F.; LOPES, A.C.A.; FIGUEIREDO, M.V.B. Ontogenia da nodulação em feijão-fava (*Phaseolus lunatus*). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.4, n.4, p.426-429, 2009.

SILVA, J.A.A. **Adubação verde em citros**. Jaboticabal: Funep, 1999. 37 p.

SILVA, F.M.F. Matéria orgânica na cafeicultura. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais. Curso de Superior de Tecnologia em Cafeicultura. MUZAMBINHO – MG. 2010. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Curso Superior de Tecnologia em Cafeicultura). 40p.

VALENTINI, S.R.T.; CASTRO, M.F.P.M.; ALMEIDA, F.H. Determinação do teor de umidade de milho utilizando aparelho de microondas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. vol.18, n.2, 1998.

VEZZANI, F.M.; MIELNICZUK, J. Uma visão sobre qualidade do solo. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, n.33, p.743-755, 2009.

VIEIRA, G.D.A.; CASTILHOS, D.D.; CASTILHOS, R.M.V. Atributos microbianos do solo após a adição de lodo anaeróbio da estação de tratamento de efluentes de parboilização do arroz. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**. v.35, n.2, p.543-550. 2011.

WEINÄRTNER, M.A.; ALDRIGHI, C.F.S.; MEDEIROS, C.A.B. **Adubação orgânica**. In: Práticas agroecológicas. 1ª ed. Pelotas, RS. 2006. 20p.

XAVIER, G.R.; MARTINS, L.M.V.; RIBEIRO, J.R.A.; RUMJANEK, N.G. Especificidade simbiótica entre rizóbios e acessos de feijão-caupi de diferentes nacionalidades. **Revista Caatinga**, v.19, n.1, p.25–33. 2006.

ANEXOS

Sistema radicular do feijoeiro

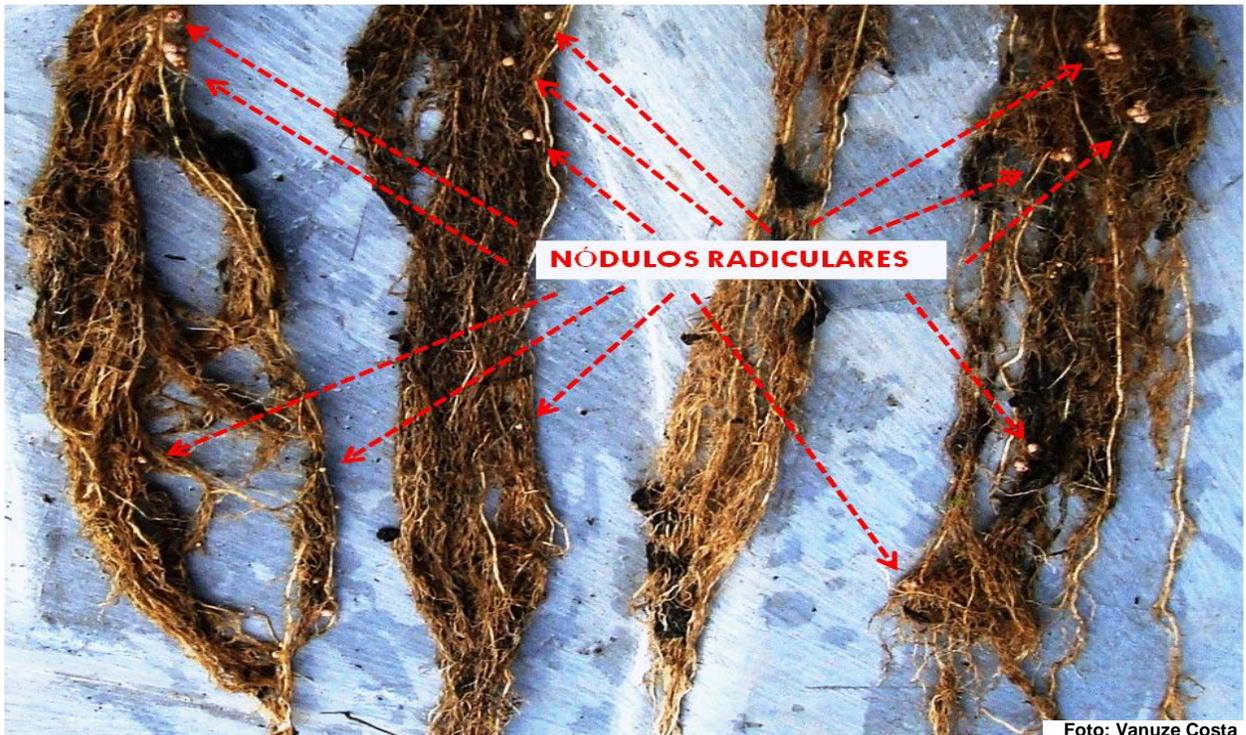


Foto: Vanuze Costa



Foto: Vanuze Costa

