



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE BRASÍLIA  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM AGROECOLOGIA**

NARA AUGUSTO DE OLIVEIRA SOUSA  
THOSNE NASCIMENTO FELIX FEITOSA

**EFICIÊNCIA DE INOCULANTE ALTERNATIVO NA PRODUÇÃO DE  
LEGUMINOSAS USADAS COMO ADUBO VERDE**

Planaltina-DF  
Novembro/2018

NARA AUGUSTO DE OLIVEIRA SOUSA  
THOSNE NASCIMENTO FELIX FEITOSA

## **EFICIÊNCIA DE INOCULANTE ALTERNATIVO NA PRODUÇÃO DE LEGUMINOSAS USADAS COMO ADUBO VERDE**

Trabalho de Conclusão de Curso – TCC  
apresentado ao Instituto Federal de Ciência,  
Educação e Tecnologia de Brasília – IFB, como  
parte das exigências para obtenção do grau de  
Tecnólogo em Agroecologia.

**Graduandas:** *Nara Augusto de Oliveira Sousa*  
*Thosne Nascimento Felix Feitosa*  
**Orientador:** *Hamilton Marcos Guedes*  
**Co-Orientadora:** *Patrícia Sedrez da Rosa e Silva*

Planaltina-DF  
Novembro/2018

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus pelo dom da vida.

Às nossas famílias pela dedicação e apoio de sempre, especialmente no decorrer do curso.

Aos professores, em especial ao nosso orientador Hamilton Marcos Guedes, pela cooperação e troca de experiências vividas no curso.

## RESUMO

O Cerrado é considerado o segundo maior bioma do Brasil, no entanto atividades agrícolas levaram a uma degradação de aproximadamente 50% de todo seu território natural. Nesse contexto, meios que possam aumentar a produtividade agrícola se constituem como aliados, evitando que novas áreas sejam degradadas. Dentre os produtos utilizados, destacam-se os fertilizantes nitrogenados, sendo que a principal forma de absorção natural do N é a Fixação Biológica do Nitrogênio (FBN). A adubação verde tem sido indicada como uma prática que tem potencial de colaborar para a sustentabilidade da agricultura através do cultivo de plantas da família das leguminosas (*Fabaceae*). Técnicas de produção sustentável se tornam cada vez mais viáveis para os produtores, com destaque para a inoculação das sementes de leguminosas visando a maior fixação de nitrogênio. O presente trabalho foi realizado no *Campus* Planaltina do Instituto Federal Brasília (IFB) e teve por objetivo avaliar a eficiência da utilização de inoculante alternativo em leguminosas. O presente trabalho não apresentou diferenças significativas para nenhuma das variáveis analisadas (massa seca de parte aérea, massa seca de raízes e massa seca de nódulos) para nenhuma das espécies *Crotalaria paulinea* (*Crotalaria paulinea*) e feijão de porco (*Canavalia ensiformis*).

**Palavras-chave:** Adubação verde, Fixação biológica, Nitrogênio.

## ABSTRACT

The Cerrado is considered the second largest biome in Brazil. Agricultural activities have led to a degradation of approximately 50% of all its natural territory. Means are used that can increase agricultural productivity. Among the products used, we highlight the nitrogen fertilizers, and the main form of natural absorption of N is through the Biological Fixation of Nitrogen (BNF). In this context, green manure has been indicated as a practice that has the potential to contribute to the sustainability of agriculture. Use of plants of the legume family (*Fabaceae*) as green manures stands out. The experiment was carried out at the Planaltina campus of the Federal Institute of Brasília (IFB), whose objective was to evaluate the efficiency of an alternative inoculant in the production of legumes. The present work did not present significant differences for any of the analyzed variables (dry shoot mass, dry mass of roots and dry mass of nodules)

for any of the species *Crotalaria paulinea* (*Crotalaria paulinea*) and pork bean (*Canavalia ensiformis*).

**Keywords:** Green adubation, Biological fixation, Nitrogen.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ingredientes do substrato-----	23
<b>Figura 2.</b> Unidades experimentais-----	25
<b>Figura 3.</b> Etapas da retirada do bloco de terra-----	26
<b>A.</b> Vala ao lado das leguminosas-----	26
<b>B.</b> Limitação do bloco de terra com raízes-----	26
<b>C.</b> Bloco de terra com raízes recolhidos-----	26
<b>Figura 4.</b> Materiais-----	26
<b>A.</b> Raízes de plantas com nódulos-----	26
<b>B.</b> Materiais utilizados para separação dos nódulos -----	26
<b>Figura 5.</b> Inoculação das sementes de feijão de porco-----	28
<b>Figura 6.</b> Secagem de materiais-----	29
<b>A.</b> Raiz após a secagem -----	29
<b>B.</b> Nódulos após a secagem-----	29
<b>Figura 7.</b> <i>Crotalaria Paulinea</i> -----	32
<b>Figura 8.</b> <i>Canavalia ensiformis</i> (Feijão de porco)-----	32
<b>Figura 9.</b> Massa seca de folhas (g/planta) <i>Crotalaria paulinea</i> -----	33
<b>Figura 10.</b> Massa de raízes e nódulos (g/planta) <i>Crotalaria paulinea</i> -----	34
<b>Figura11.</b> Massa de parte aérea (g) de feijão de porco ( <i>Canavalia ensiformis</i> )-----	35
<b>Figura 12.</b> Massa de raízes (g/planta) de feijão de porco ( <i>Canavalia ensiformis</i> )-----	36
<b>Figura 13.</b> - Massa de nódulos (g/planta) de feijão de porco ( <i>Canavalia ensiformis</i> )---	37

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Compostos nitrogenados presentes na planta-- -----	14
<b>Tabela 2.</b> Característica da Análise do Substrato utilizado no experimento-	24
<b>Tabela 3.</b> Massa seca de folhas (g/planta) <i>Crotalaria paulinea</i> -----	33
<b>Tabela 4.</b> Massa de raízes e nódulos (g/planta) <i>Crotalaria paulinea</i> -----	34
<b>Tabela 5.</b> Massa de parte aérea (g/planta) de feijão de porco-----	35
<b>Tabela 6.</b> Massa de raízes (g/planta) de feijão de porco-----	36
<b>Tabela 7.</b> Massa de nódulos (g/planta) de feijão de porco-----	37

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>2. JUSTIFICATIVA</b> .....	<b>13</b>
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	<b>13</b>
3.1. GERAL.....	13
3.2. ESPECÍFICOS.....	13
<b>4. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>14</b>
4.1. FIXAÇÃO BIOLÓGICA DO NITROGÊNIO (FBN) .....	14
4.2 INOCULANTES E INOCULAÇÃO .....	16
4.3. EM (MICROORGANISMOS EFICAZES) .....	17
4.4. ADUBAÇÃO VERDE.....	18
4.5. CARACTERIZAÇÃO DAS LEGUMINOSAS UTILIZADAS COMO ADUBOS VERDES .....	19
4.5.1. <i>Crotalárias paulinea</i> .....	19
4.5.2. <i>Canavalia ensiformis</i> (Feijão de porco) .....	20
4.6. AGROECOLOGIA E AGRICULTURA FAMILIAR .....	20
<b>5. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>22</b>
5.1. CARACTERIZAÇÃO DA UNIDADE EXPERIMENTAL .....	23
5.2. SEMEADURA.....	25
5.3. OBTENÇÃO DO INOCULANTE .....	25
5.3.1. <i>Coleta de nódulos</i> .....	25
5.3.2. <i>Separação dos nódulos</i> .....	26
5.3.3. <i>Preparação do inoculante</i> .....	27
5.4. PREPARO DOS MICROORGANISMOS EFICIENTES (EM) .....	27
5.5. DILUIÇÃO DOS MICROORGANISMOS EFICIENTES (EM) .....	28
5.6. SOLUÇÃO DE INOCULANTE E EM .....	28
5.7. INOCULAÇÃO DAS SEMENTES.....	28
5.8. COLHEITA DO EXPERIMENTO E OBTENÇÃO DOS DADOS .....	28
<b>6. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>30</b>
6.1. AVALIAÇÃO DOS INCREMENTOS NA PRODUÇÃO DA BIOMASSA .....	31

6.1.1 <i>Crotalaria paulinea</i> .....	32
6.1.2 <i>Canavalia ensiformes</i> (Feijão de porco) .....	32
<b>7. CONCLUSÃO .....</b>	<b>38</b>
<b>8. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>39</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil abriga uma imensa diversidade biológica, possuindo entre 15% a 20% de espécies descritas na terra (MALVEZZI, 2014). Sua biodiversidade é dividida em seis grandes biomas: Amazônia, Caatinga, Cerrado, Pantanal, Campo Sulinos e Pampas.

Considerado o segundo maior bioma do Brasil, o Cerrado apresenta várias formações vegetais com áreas ricas e prioritárias para conservação. Sua extensão territorial ocupa 2.036.448 Km<sup>2</sup> de todo o território nacional, espalhado pelos Estados do Distrito Federal, mais da metade dos estados de Goiás (97%), Maranhão (65%), Mato Grosso do Sul (61%), Minas Gerais (57%) e Tocantins (91%), além de porções de outros seis estados (MALVEZZI, 2014). Apresenta um elevado potencial hídrico, pois encontram-se em seu território as nascentes das bacias hidrográficas do Amazônica/Tocantins, São Francisco e Prata, considerada as três maiores da América do Sul (MMA, 2018).

As constantes atividades agrícolas no cerrado levaram a uma degradação de aproximadamente 50% de todo seu território natural, sofrendo grandes mudanças em sua estrutura produtiva. Essas mudanças vão desde investimentos em infraestrutura, e a incorporação de técnicas modernas. Dessa forma introduzem novas tecnologias e inovações, dando origem à agricultura mecanizada e moderna que visa o lucro e, em resultado do sistema capitalista que a suporta, beneficia apenas alguns produtores e produtos, assentando, normalmente, em práticas agrícolas menos sustentáveis (TARRAFA *et al.*, 2014).

Utilizam-se assim meios que possam aumentar a produtividade agrícola, como uso desordenado de agrotóxicos, apresentando um constante crescimento. Segundo o Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Agrícola (SINDAG) o Brasil chegou a ocupar o lugar de maior consumidor de agrotóxicos do mundo no ano de 2008 (TAVELLA *et al.*, 2011).

Dentre os produtos utilizados para esse aumento de produtividade destacam-se os fertilizantes nitrogenados. A principal fonte de N utilizada no mundo para a agricultura é a ureia, representando 57,6% do consumo mundial de fertilizantes nitrogenados em 2014. No entanto, a aplicação de ureia sobre a superfície dos solos pode resultar em perdas substanciais de N por volatilização, lixiviação e

desnitrificação, fazendo com que o aproveitamento e a recuperação deste nutriente sejam baixos (FREITAS, 2017), sendo que a principal forma de absorção natural do N é através da Fixação Biológica do Nitrogênio (FBN), onde um pequeno grupo de bactérias realiza a redução do N a uma forma assimilável pela planta.

O impacto social e ambiental causado pelo uso desordenado destes produtos tem causado constante preocupação por parte da sociedade (IBAMA, 2009). Por conta disso, Espindola et. al. (2010), afirmam que em diferentes países, grupos de produtores rurais e técnicos têm proposto a adoção de práticas que favoreçam os diversos processos biológicos dos agroecossistemas, tais como fixação biológica de nitrogênio e reciclagem de nutrientes.

Neste contexto, a adubação verde tem sido indicada como uma prática que tem potencial em colaborar para a sustentabilidade da agricultura. A adubação verde consiste no cultivo de espécies vegetais capazes de melhorar as condições físicas, químicas, biológicas e a capacidade produtiva dos solos. Essa melhoria do solo é conseguida através da utilização de material orgânico não decomposto de plantas cultivadas (restos de galhos, folhas e outros), através do corte das plantas, deixando-as sobre o terreno como cobertura morta ou através de sua incorporação ao solo. Pode ser utilizada como parte de um sistema de rotação de culturas ou em consórcio com espécies econômicas, em pequena escala ou larga escala (CARLOS et al., 2006).

O uso de plantas da família das leguminosas (*Fabaceae*) como adubos verdes se destaca em função da simbiose destas plantas com bactérias fixadoras do nitrogênio (N) atmosférico, o que implica a redução ou até mesmo a eliminação dos adubos químicos nitrogenados fabricados industrialmente.

A associação entre leguminosas e bactérias dos gêneros *Rhizobium* e *Bradyrhizobium* forma uma das principais fontes biológicas de nitrogênio para os solos agrícolas. As referidas bactérias formam nódulos nas raízes das leguminosas, onde se processa a fixação de nitrogênio atmosférico. O nitrogênio fixado é transferido para as leguminosas na forma de aminoácidos, enquanto carboidratos produzidos por essas plantas são fornecidos às bactérias e servem como fonte de energia (FREIRE, 1992).

As leguminosas anuais e perenes usadas como adubos verdes podem proporcionar aporte superior a 200 Kg/ha de nitrogênio (N) derivado da fixação

biológica do nitrogênio (FBN), contribuindo dessa forma para aumentar o nitrogênio disponível para as culturas (NEVES e ESPÍNDOLA, 2004).

Torna-se importante realizar a prática da inoculação destas bactérias nas sementes das leguminosas quando são plantadas pela primeira vez num determinado local. Esse processo promove um estímulo à fixação biológica de nitrogênio, consistindo no tratamento de sementes de leguminosas com bactérias contidas num veículo de inoculação. O inoculante geralmente empregado consiste numa mistura de pó de turfa e bactérias específicas para cada espécie de leguminosa. Assim sendo, o inoculante preparado para uma leguminosa não deve ser usado em outras espécies (ESPÍNDOLA et al., 1997).

As técnicas de produção sustentável se tornam cada vez mais viáveis para os produtores, como uso de inoculantes substitutos aos fertilizantes nitrogenados, sobretudo para as plantas da família das leguminosas (*Fabaceae*).

A seleção de rizóbios para a inoculação em adubos verdes pode maximizar a fixação biológica de nitrogênio com benefícios à produção de biomassa vegetal (LIMA, et al., 2011).

O uso das técnicas de adubação verde associadas à inoculação destas plantas com bactérias fixadoras de nitrogênio nas propriedades de agricultores familiares pode aumentar o índice de produtividade dos cultivos dos agricultores incrementando a renda.

A técnica de inoculação de sementes já é praticada no Brasil desde meados de 1950 pelos grandes produtores rurais. Os inoculantes comerciais demonstram grande eficácia nas principais culturas do país, como a soja, o feijão e o milho. No entanto, os inoculantes comerciais ainda não fazem parte da rotina dos pequenos agricultores ou da agricultura familiar, tanto por ainda desconhecerem a técnica, quanto pelo custo a mais que é gerado pela compra do mesmo (FREIRE e VERNETTI, 1997). Os inoculantes para as espécies utilizadas como adubos verdes não estão disponíveis no mercado, mesmo para os grandes produtores.

RUMJANEK et al. (2017), por meio de um experimento utilizando inoculante caseiro para prática alternativa de inoculação de sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) a partir de um preparado de raízes finas noduladas foram capazes de aumentar a nodulação nas raízes destas plantas tendo reflexos também em sua produtividade.

## **2. JUSTIFICATIVA**

As técnicas de produção sustentável se tornam cada vez mais viáveis para os produtores. O uso de inoculantes feito com as plantas da família das leguminosas (*Fabaceae*), usadas como adubo verde para substituir os fertilizantes nitrogenados comerciais é apresentado como uma prática alternativa com grande potencial, visando melhorar a produção com mínimo impacto ambiental.

## **3. OBJETIVOS**

### **3.1. Geral**

Avaliar os incrementos na produção de biomassa das espécies *Crotalaria paulinea* e *Canavalia ensiformis* através do uso de inoculante preparado a partir dos nódulos retirados de suas raízes.

### **3.2. Específicos**

- Cultivar as leguminosas *Crotalaria paulinea* e *Canavalia ensiformis*
- Coletar e separar os nódulos das leguminosas
- Preparar o inóculo
- Inocular as sementes
- Contabilizar a massa seca da parte aérea e das raízes
- Avaliar as taxas de incrementos na produção de biomassa

## 4. REFERENCIAL TEÓRICO

### 4.1. Fixação Biológica do Nitrogênio (FBN)

Para um perfeito desenvolvimento das culturas é necessário uma associação de diversos fatores que possam proporcionar um crescimento eficiente das plantas, dentre eles, a luz, ar, água além de elementos minerais, como, nitrogênio (N). Contudo esse elemento mineral possui apenas 2% em disponibilidade em um ciclo contínuo que envolve rios, lagos, plantas, animais e atmosfera que é considerada o principal reservatório de N no meio ambiente, 78% (CARDOSO; ANDREOTE, 2016).

O nitrogênio (N) é um macronutriente fundamental no metabolismo das plantas, pois atua na síntese de proteínas e outros compostos orgânicos. Quando absorvido e em associação com o carbono, hidrogênio e oxigênio, constitui aminoácidos, enzimas, ácidos nucleicos, clorofila, alcaloides e outros.

A função do Nitrogênio na planta pode ser principalmente de forma estrutural, e em processos metabólicos. Os compostos nitrogenados que estão presentes nas plantas estão citados no Quadro 1, assim como os principais constituintes e os processos em que estão envolvidos.

<b>Estrutura</b>	<b>Constituinte ou Ativadores Enzimáticos</b>	<b>Processo</b>
Aminoácidos Proteínas Bases nitrogenadas Ácidos nucleicos Enzimas Coenzimas Vitaminas Glicoproteínas	Todos (constituintes)	Absorção iônica Fotossíntese Respiração Síntese em geral Multiplicação e Diferenciação Celular Herança Genética

**Tabela 1.** Compostos nitrogenados presentes na planta (Ribeiro; Vilela, 2007, p.16)

Ribeiro e Vilela (2007) ainda acrescentam que o N está ligado à qualidade da produção mediante o estímulo ao crescimento de raízes, pela ajuda na absorção de cálcio, estímulo à formação e o desenvolvimento de gemas floríferas e frutíferas, maior vegetação e perfilhamento (gramíneas) e pelo aumento do teor de proteínas em grãos.

Para que o N possa ser assimilado pelas plantas é necessário que o ocorra um processo denominado Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN), onde um pequeno grupo de procariotos que possuem a enzima nitrogenase realiza a redução do N atmosférico à amônia. Esses procariotos são microorganismos diazotróficos, suas espécies podem ser de vida livre, associativas ou que estabelecem simbiose com algumas famílias de plantas, como as leguminosas, se localizando internamente nas plantas, formando estruturas denominadas nódulos que são popularmente conhecidas como rizóbios (CARDOSO; ANDREOTE, 2016).

Os nódulos são novos órgãos que consistem principalmente de células infectadas das plantas com bacteroides que promovem a fixação do nitrogênio. Esses nódulos começam a ser formados a partir do desenvolvimento dos pelos radiculares. Ocorre o encurvamento dos pelos radiculares, formando o filamento de infecção onde penetram as bactérias e começa o desenvolvimento e crescimento dos nódulos. A relação simbiótica descrita entre uma planta hospedeira e um microrganismo pode acontecer com bactérias do gênero: *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Azorhizobium*, *Mesorhizobium*, *Sinorhizobium* e *Allorhizobium* (STROSCHEIN, 2007).

Dessa simbiose, a planta se beneficia absorvendo mais N fixado pelas bactérias, que por sua vez utilizam como fonte de energia de carboidratos disponibilizados pela planta (EMBRAPA, 2006).

A FBN pode ser afetada por diferentes fatores, podendo reduzir a produtividade dos ecossistemas, como no caso de populações nativas ineficientes competindo com as eficientes. Também a espécie de planta hospedeira pode apresentar baixo potencial de fixar N. Temperatura e umidade podem afetar etapas importantes da associação entre rizóbios e as leguminosas e o pH, que abaixo ou acima do desejável reflete em deficiência de nutrientes e metais pesados (CARDOSO; ANDREOTE, 2016).

## 4.2 Inoculantes e Inoculação

A inoculação no Brasil teve início por volta de 1950, com culturas líquidas e sobre ágar, realizadas no Rio Grande do Sul pela Secretaria de Agricultura. Entretanto as primeiras referências datam de 1930, com experimentos ligados a simbiose rizóbios/leguminosas descritos em relatórios do Instituto Agrônomo de Campinas (FREIRE; VERNETTI, 1997).

Inoculação é a introdução de inoculante, uma substância que contém bactérias que através de estruturas localizadas nas raízes, chamadas nódulos, são capazes de fixar o Nitrogênio do ar em algumas leguminosas (EMBRAPA, 1991). Essa prática tem como vantagens a diminuição ou até eliminação da adubação nitrogenada industrializada, obtendo uma grande economia nessa substituição e aumentando a produtividade da cultura, além de não poluir o meio ambiente (MENDES et al., 2010).

A produção de inoculantes comerciais segue uma legislação específica que tem como objetivo garantir a qualidade do produto. A Instrução Normativa nº 13 de 24 de março de 2011 aprova as normas sobre especificações, garantias, registro, embalagem e rotulagem dos inoculantes destinados à agricultura, assim como os microrganismos autorizados e recomendados na produção dos mesmos (BRASIL, 2011).

O inoculante composto por bactérias fixadoras de nitrogênio deve apresentar a concentração mínima de  $1,0 \times 10^9$  Unidades Formadoras de Colônias (UFC) viáveis por grama ou mililitro; ser elaborado em suporte estéril e, quando sólido, livre de microrganismos não especificados em fator de diluição  $1,0 \times 10^{-2}$ , estar livre de microrganismos não especificados em fator de diluição  $1,0 \times 10^{-5}$  e ter prazo de validade de no mínimo seis meses (BRASIL, 2011).

A inoculação alternativa pode ser utilizada pelos pequenos produtores como uma solução para as dificuldades apresentadas ao acesso comercial, onde a produção e distribuição de inoculante precisam chegar com qualidade e eficácia de resposta e com parâmetros que já são pré-estabelecidos. Uma dificuldade apresentada é o baixo conhecimento por parte dos produtores em relação aos inoculantes comerciais e os seus benefícios quanto à aplicação, tendo em vista que o custo para o produtor no plantio de um hectare, geralmente, não ultrapassa o valor de R\$ 8,00 (RUMJANEK et al., 2017).

A produção de inoculante comercial é uma prática agrícola antiga, onde existe relatos de inoculação do século XIX. Como alternativas à inoculação comercial, a proposta de preparo de um inoculante alternativo a base de nódulos de solo da propriedade vem sendo uma prática benéfica para a manutenção e o aumento da população de espécies de rizóbios mais adaptadas à região onde se localiza a unidade de produção (ROCHA, 2013).

A inoculação de adubos verdes se constitui numa prática importante, pois pode trazer inúmeros benefícios, como economia de fertilizantes nitrogenados, aumento da produtividade das culturas, não provocar danos ao meio ambiente e redução dos custos de produção (CASSETARI, 2016).

### **4.3. EM (microrganismos eficazes)**

EM é a abreviatura em inglês de “effective microorganisms” ou microrganismos eficazes, trata-se de uma suspensão de microrganismos que pode ser produzida pelo agricultor, com poucos recursos, ou adquirida comercialmente.

O estudo sobre os microrganismos eficazes (effective microorganisms – EM) foi iniciado na década de 70 pelo Dr. Teruo Higa, professor da Universidade de Ryukyus (Japão). O objetivo era melhorar a utilização da matéria orgânica na produção agrícola. O EM é constituído pela comunidade de microrganismos encontrados naturalmente em solos férteis e em plantas, que coexistem quando em meio líquido. Quatro grupos de microrganismos compõem o EM: leveduras; actinomicetos; bactérias produtoras de ácido láctico e bactérias fotossintéticas. Esses microrganismos sintetizam e estimulam a produção de vitaminas, enzimas, hormônios, ácido láctico, aminoácidos, ácidos nucleicos, açúcares e outros compostos. Por conta disso ocorre a ativação de outros microrganismos, aumento da atividade celular das raízes das plantas, controle de fungos e bactérias patogênicas além do estímulo ao aumento da população de outros microrganismos eficazes como actinomicetos, fungos micorrízicos e bactérias fixadoras de nitrogênio (BONFIM et al., 2011). Nesse sentido o EM foi utilizado neste trabalho em função da sua indicação no estímulo à atividade de microrganismos fixadores de nitrogênio.

#### **4.4. Adubação Verde**

Ao longo de milhares de anos, foi realizada uma agricultura baseada no manejo de recursos disponíveis nas propriedades, como esterco, restos de cultura, que promovem uma melhoria na qualidade do solo e aumento na produtividade vegetal (ESPÍNDOLA et al., 1997).

Sendo de grande importância na produção agrícola, muitas espécies de plantas foram testadas e percebeu-se que a maioria das forrageiras são eficientes como adubos verdes.

A adubação verde consiste no cultivo de espécies vegetais capazes de melhorar as condições físicas, químicas, biológicas e a capacidade produtiva dos solos, sendo mantidas e incorporadas na superfície com a finalidade de aumentar a produção (SOUZA, 2014).

Ao longo dos anos essas práticas foram sendo substituída pelo uso de fertilizantes minerais, que aumentavam a produtividade, fazendo com que os agricultores parassem de utilizar a adubação orgânica, ficando mais dependentes de insumos externos (ESPÍNDOLA et al., 1997).

Com a Revolução Verde, houve o avanço das indústrias química e mecânica e com o emprego do melhoramento genético na área agrícola, aumentando a prática intensiva de plantio, com uso de mecanização intensa e elevadas doses de fertilizantes. No entanto as práticas por ela incorporadas provocaram o surgimento de problemas como degradação do solo, aumento dos custos de produção e de doenças e pragas. Em resposta a isso, surgiram propostas de melhoria do processo produtivo como uma alternativa ao modelo agrícola imposto Revolução Verde (ESPÍNDOLA et al., 1997).

Nesse sentido é necessário utilizar tecnologias de manejo que possam proporcionar resultados satisfatórios no plantio e possibilitem a sustentabilidade do solo. Uma alternativa viável é a utilização de plantas como adubo verde. É necessário que essas espécies de plantas produzam elevada quantidade de biomassa como fonte de nutrientes e para proteção do solo; para alcançar esses objetivos podem ser usadas em sistemas de consórcio, em sucessão ou rotação de culturas, podendo ainda ser adicionadas ao solo após a colheita ou corte (SOUZA, 2014).

DUARTE JÚNIOR (2010) define com precisão os conceitos de consórcio de culturas, sucessão e rotação de culturas. Define consórcio de culturas como o estabelecimento de duas ou mais espécies simultaneamente na mesma área, onde há competição interespecífica em parte ou em todo o ciclo de desenvolvimento da cultura. Considera sucessão de culturas como o estabelecimento de duas ou mais espécies em sequência, na mesma área, em um período igual ou inferior a 12 meses, sem levar em consideração a família botânica das espécies. E por fim, rotação de culturas, cultivo alternado de diferentes espécies vegetais no mesmo local e na mesma estação do ano. Sendo um investimento no solo, melhorando a fertilidade e propriedades físicas, gerando benefícios tanto no rendimento como na qualidade das culturas, reduzindo os custos.

O objetivo dos adubos verdes é poder manter ou aumentar a matéria orgânica, a partir da produção de biomassa para fornecimento de nutriente, como o nitrogênio (N) e proteção do solo com grande quantidade de palhada na superfície, promovendo sua proteção contra processos erosivos e plantas invasoras, mantendo sua umidade. Todos esses fatores podem proporcionar ganhos positivos nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (EMBRAPA, 2006). Quanto a sua utilização, é necessária uma escolha adequada da planta, que pode depender de fatores como época de plantio e os objetivos a serem alcançados (AURAS, 2011).

#### **4.5. Caracterização das leguminosas utilizadas como adubos verdes**

##### **4.5.1. Crotalária paulinea**

O nome do gênero dessa planta se refere ao som de chocalho das vagens secas, semelhante ao da cascavel (*Crotalus* sp.). São conhecidas cerca de 550 espécies, muitas são herbáceas, anuais ou perenes, havendo espécies arbustivas. Estão distribuídas em todas as regiões tropicais, sendo mais de 400 espécies na África.

A crotalária paulinea é uma planta anual, arbustiva, ereta, de crescimento determinado, com desenvolvimento inicial lento e ciclo tardio, podendo atingir 3,0 a 3,5 m de altura e com potencial de produção de 7 a 10 t.ha<sup>-1</sup> de matéria seca. Essa espécie tem sido utilizada como quebra-ventos, principalmente para proteção de

cafezais (MATEUS; WUTKE, 2006). Potencialidade de Fixação Biológica de Nitrogênio = 60 a 120 kg.ha<sup>-1</sup>.

#### **4.5.2. *Canavalia ensiformis* (Feijão de porco)**

O feijão de porco, *Canavalia ensiformis*, é uma leguminosa de origem centro-americana, bastante cultivada em regiões tropicais e sub-tropicais em todo mundo. Trata-se de uma planta bianual, herbácea, rústica, rasteira, crescimento ereto com altura de dossel em torno de 0,80 m a 1,2 m.

Amplamente cultivada como cobertura verde. Possui grande valor nutricional com 300g de proteína e 600g de carboidratos por quilo de semente (LÓPEZ, 2012). Suas folhas são alternadas de cor verde escura, flores grandes e roxas, cada vagem contem de 4 a 18 sementes brancas. Apresenta capacidade de regeneração da parte aérea após o manejo.

Em consórcio, a leguminosa é plantada entre as linhas da cultura anual ou perene e, em rotação, antes ou após a cultura anual. Potencialidade de Fixação Biológica de Nitrogênio = 49 a 190 kg ha<sup>-1</sup>.

#### **4.6. Agroecologia e Agricultura Familiar**

Sabe-se que, no Brasil, as propriedades rurais com menos de 1 (um) hectare representam aproximadamente 70% de todas as propriedades, sendo que aquelas com área maior que 20 (vinte) hectares representam apenas 2%. No entanto, muito embora o agricultor familiar represente a grande parcela da realidade rural brasileira, suas terras, em conjunto, não conseguem alcançar um quarto (25%) quando se considera a área das terras agricultáveis no Brasil (VEIGA, 2010).

O modelo de agricultura de produção familiar é responsável pelo abastecimento de alimentos básicos ao mercado de consumo, dentre os quais a mandioca, o feijão, o milho, o arroz, o leite, a carne suína e aves produzidas no campo. A agricultura familiar é a fonte de renda de inúmeras famílias brasileiras e, embora esse tipo de produção seja de extrema importância à realidade nacional, os produtores carecem de tecnologias e informações de qualidade para a potencialização de sua produção (SANTOS, 2009).

A agroecologia se contrapõe ao abuso de insumos industriais. Trata-se de uma ciência que busca o entendimento dos agroecossistemas, tendo como princípio a conservação e a ampliação da biodiversidade para produzir autorregulação e sustentabilidade.

Assim, busca-se diminuir a artificialização do ambiente natural por meio da agricultura, buscando potencializar a produção do agricultor familiar, de modo a respeitar o meio ambiente, oferecendo instrumentos que incrementem sua produção sem pôr em risco a qualidade do meio ambiente e a saúde financeira do trabalhador.

Um ponto fundamental é a substituição de insumos convencionais por orgânicos, etapa importante no processo de transição de uma produção convencional para uma produção agroecológica, mas não pode ser considerada como etapa final nessa transição, que deve visar à garantia da sustentabilidade do sistema agrícola em suas dimensões econômicas, sociais, ecológicas e agronômicas (LEITE, 2001).

## 5. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no *campus* Planaltina do Instituto Federal Brasília (IFB) no Laboratório de Práticas Agroecológicas nos meses de agosto a outubro do ano de 2018, localizada na latitude 15°65'99"S, longitude 47°68'95"O, apresentando elevação de 942 m.

O clima da região é definido como tropical de savana com estação seca de inverno (Aw) de acordo com a classificação de Köppen (SAMPAIO, 2011), apresentando uma estação quente e chuvosa de outubro a abril e outra seca e fria de maio a setembro. A precipitação média anual é de 1.400 mm e as médias de temperatura máxima e mínima, respectivamente, são de 26°C e 16° C (EMBRAPA CNPT, 2006).

O experimento foi conduzido em casa de vegetação com plantas cultivadas em saquinhos preenchidos com substrato cujas propriedades químicas encontram-se no Quadro 2.

Foram utilizados 4 tratamentos com 5 repetições para cada uma das espécies de adubos verdes estudadas, crotalária paulina (*Crotalaria paulina*) e feijão de porco (*Canavalia ensiformis*), totalizando 20 parcelas em delineamento inteiramente casualizado para cada uma das espécies.

### **Tratamentos crotalária paulina (*Crotalaria paulina*)**

- 1A- Sementes *Crotalaria paulinea* + Nada (Testemunha)
- 2A- Sementes *Crotalaria paulinea* + Inoculante
- 3A- Sementes *Crotalaria paulinea* + EM
- 4A- Sementes *Crotalaria paulinea* + EM + Inoculante

### **Tratamento feijão de porco (*Canavalia ensiformis*)**

- 1B- Sementes *Canavalia ensiformis* + Nada (Testemunha)
- 2B- Sementes *Canavalia ensiformis* + Inoculante
- 3B- Sementes *Canavalia ensiformis* + EM
- 4B- Sementes *Canavalia ensiformis* + EM + Inoculante

## 5.1. Caracterização da Unidade experimental

Cada unidade experimental foi um saquinho de mudas onde foram cultivadas as leguminosas.

### Quantidade de unidades experimentais (UE) (Figura 2).

8 tratamentos x 5 repetições = 40 unidades experimentais

### Recipientes

Foram utilizados recipientes plásticos próprios para mudas com capacidade de 3 litros.

### Quantidade de substrato

40 x 3 litros = 120 litros = 0,12 m<sup>3</sup>

### Composição do substrato das unidades experimentais (Figura 1).

50% de terra

25 % de vermiculita

25% de areia

### Volume total de substrato (VTS)

terra = 60 litros

vermiculita = 30 litros

areia = 30 litros



**Figura 1.** Ingredientes do substrato (vermiculita, terra e areia). Fonte: Hamilton M. Guedes, 2018.

**Tabela 2. Características da Análise do Substrato Utilizado no Experimento.**

		Classes de Teores							
		Muito Baixo	Baixo	Médio	Adequado	Bom	Muito Bom	Alto	Muito, Alto
Argila	35,4 % = dag/kg								
Silte	17,0 % = dag/kg								
Areia	47,6 % = dag/kg								
Textura	Média a argilosa								
pH em CaCl <sub>2</sub>	5,3								
Matéria orgânica (M.O.)	3,9 % = 3,9 dag/kg								
Ca <sup>2+</sup>	1,68 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>								
Mg <sup>2+</sup>	0,6 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>								
K <sup>+</sup>	71 mg/dm <sup>3</sup>								
K <sup>+</sup>	0,18 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>								
Al <sup>3+</sup>	0,04 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>								
H+Al	4,4 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>								
Valor SB de (soma bases)	2,46 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>								
CTC total	6,9 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>								
CTC efetiva	2,5 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>								
Saturação por bases (V%)	35,7 %								
Saturação por alumínio (m%)	1,6 %								
P (fósforo)	2,81 mg/dm <sup>3</sup>								
S (enxofre)*	5 mg/dm <sup>3</sup>								
B	0,06 mg/dm <sup>3</sup>								
Cu	0,82 mg/dm <sup>3</sup>								
Fe	63 mg/dm <sup>3</sup>								
Mn	10,2 mg/dm <sup>3</sup>								
Zn	1,25 mg/dm <sup>3</sup>								

Parâmetros para determinação de classes de teores: CFSEMG, 1999 e SOUSA, D. M. G. ; LOBATO, E. (Embrapa Cerrados, 2004).



**Figura 2.** Unidades experimentais. Fonte: Thosne, 2018.

## 5.2. Semeadura

Nas unidades experimentais destinadas à crotalária paulina (*Crotalaria paulina*) foram semeadas 6 sementes/saquinho. Após a germinação e o estabelecimento das plantas foi feito o raleamento, deixando-se apenas uma planta por unidade experimental.

Nas unidades experimentais destinadas ao feijão de porco (*Canavalia ensiformis*) foram semeadas 3 sementes por saquinho. Após a germinação e o estabelecimento das plantas foi feito o raleamento deixando apenas uma planta por unidade experimental.

## 5.3. Obtenção do Inoculante

O inoculante foi preparado por meio da adaptação do método proposto por RUMJANEK (2017). Foi utilizado o mesmo procedimento para as duas espécies de adubos verdes estudadas.

### 5.3.1. Coleta de nódulos

Para a coleta de nódulos foram selecionadas plantas de crotalária paulina e de feijão de porco cultivadas no campo e que se encontravam em estágio de floração. Demarcou-se uma distância de 15 cm em ambos os lados da linha de plantio, foi

cavada uma pequena vala com profundidade de 30 cm ao longo da linha de demarcação e cortou-se a parte aérea das plantas.

Em seguida, foi removido cuidadosamente o bloco de terra contendo de 5 a 10 plantas. Cuidou-se para não danificar o sistema radicular e colocou-se o bloco de terra e raízes em sacos plásticos.

**Figura 3:** Etapas da retirada do bloco de terra.



**A.** Vala ao lado das leguminosas.



**B.** Limitação do bloco de terra com raízes.



Fonte: Thosne, 2018.  
**C.** Bloco de terra com raízes recolhidos.

### 5.3.2. Separação dos nódulos

Retirou-se o excesso de solo das raízes com as mãos sobre uma peneira, cuidando-se para que não houvesse perda dos nódulos e separou-se as raízes do torrão cuidadosamente. Foram coletados os nódulos cuidadosamente, muitas vezes foram coletados os nódulos com pequenos pedaços de raízes. Em seguida, os nódulos foram lavados cuidadosamente com água de torneira sobre uma peneira (malha de 2,0 mm). Logo após, secaram-se os nódulos com papel toalha e foram pesados 10 gramas de nódulos para a obtenção do inoculante.

**Figura 4:** Materiais.



**A.** Raízes de plantas com nódulos.



Fonte: Thosne, 2018.  
**B.** Materiais utilizados para separação

### **5.3.3. Preparação do inoculante**

Foi usada a metodologia adaptada de Rumjanek, 2018. Os nódulos pesados na etapa anterior (10g) foram colocados em um liquidificador juntamente com um volume de água correspondente a 4 vezes o volume de nódulos. Para este procedimento usou-se água destilada. Em seguida homogenizou-se a mistura em liquidificador durante 3 a 5 minutos, coando a suspensão obtida em peneira de malha fina. Colocou-se, então, a diluição em um recipiente com identificação.

### **5.4. Preparo dos Microrganismos Eficientes (EM)**

Ingredientes :

- 700 g de arroz;
- 100 ml de melaço ou calda de cana ou 500 ml de garapa ou 200 g de açúcar mascavo

Modo de Preparo:

1º passo - Cozinhase o arroz sem sal.

2º passo – Espalha-se o arroz em uma bandeja ou em pedaços de bambu cortado ao meio ou em caixinhas de madeira, cobrindo com uma tela fina. Neste trabalho espalhou-se o arroz em telha de barro colonial que foi envolvida com tela e amarrada com arame cozido.

3º passo – Na mata afasta-se a serapilheira do solo, e faz-se uma abertura no mesmo para depositar a bandeja ou bambu. Então, cobrem-se os recipientes com a serapilheira. É necessário deixar por 15 dias. Neste trabalho depois de colocada a serapilheira a mesma foi umedecida e a telha foi recolhida depois de 7 dias.

4º passo – Separa-se o arroz de acordo com a cor: arroz rosa, azul, amarelo e alaranjado são usados como microrganismos eficazes. Arroz de cor escura (cinza marrom e preto) descarta-se na mata.

5º passo – Distribui-se o arroz colorido em 5 garrafas PET de 2 litros e coloca-se o melaço. Completa-se com água sem corolore (água de mina) ou água de arroz. Fecham-se as garrafas a cada 2 dias e observa-se quando não tem mais gás ( $\pm 10$  a 20 dias). Depois deste período o EM está pronto para uso.

### 5.5. Diluição dos microrganismos eficientes (EM)

Foi feita uma diluição de EM a 5% (50 ml de EM em 1 litro de água) e colocou-se em recipiente identificado.

### 5.6. Solução de Inoculante e EM

Para a preparação da solução de inoculante e EM misturou-se 200 ml do inoculante de cada uma das espécies de leguminosa com 200 ml de EM diluído.

### 5.7. Inoculação das Sementes

De acordo com cada tratamento as sementes foram inoculadas com o auxílio de uma seringa. Utilizaram-se 5 ml de inoculante, 5 ml de EM diluído e 5 ml de EM diluído + inoculante.



Fonte: Nara, 2018.

**Figura 5.** Inoculação das sementes de feijão de porco (*Canavalia ensiformis*).

### 5.8. Colheita do Experimento e Obtenção dos Dados

Após 35 dias após a semeadura o experimento foi finalizado:

- O caule e as folhas de cada uma das espécies de leguminosas foram colhidos e submetidos a secagem em estufa de ventilação forçada por 24 horas. Após a secagem foram pesados em balança analítica com precisão de ? casas decimais;

- As raízes de cada uma das leguminosas foram separadas cuidadosamente do substrato;
- Os nódulos de feijão de porco foram separados cuidadosamente das raízes. Nódulos e raízes foram acondicionados em separado e submetidos à secagem em estufa de ventilação forçada por 24 horas. Após a secagem foram pesados;
- Os nódulos de crotalária paulina estavam muitos pequenos, o que dificultava a sua separação das raízes para coleta e pesagem e, por este motivo, depois de separados do substrato raízes e nódulos foram submetidos conjuntamente à secagem em estufa de ventilação forçada por 24 horas. Após a secagem foram pesados.

**Figura 6:** Secagem de materiais.



**A.** Raiz após a secagem.



Fonte: Nara, 2018.

**B.** Nódulos após a secagem.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como apresentado pelas Tabelas de (1 a 4) e gráficos (1 a 4) a seguir, as diferenças não significativas do experimento levanta algumas hipóteses, dentre elas podemos nos referir ao ciclo das culturas utilizadas. Segundo Wutke et al., 2007 o *Canavalia ensiformis* (feijão de Porco) possui um ciclo de 80 a 90 dias até seu florescimento e de 130 a 140 a colheita, já a *Crotalaria paulinea* possui um florescimento em 140 a 160 dias.

No experimento realizado não se alcançou uma produção de massa significativa devido ao período de colheita ter sido curto, por essa razão não se obteve o máximo de produção vegetativa. Rocha (2007) obteve resultados semelhantes em sua pesquisa com inoculação de sementes de feijoeiro, no seu trabalho as plantas foram colhidas com aproximadamente 30 dias de semeadura, onde não se alcançou resultados significativos entre esses tratamentos inoculados com extrato de nódulos (ExtNod) e com o inoculante rizobiano (Inoc).

Leal et al., (2012), conclui em seu estudo onde buscou avaliar o desempenho de crotalária cultivada em diferentes épocas de semeadura e de corte, valores positivos tanto de matéria seca e acúmulo de nitrogênio na parte aérea quando os cortes foram realizados acima de 3 ou 4 meses, o que reforça a divergência dos resultados encontrados em nossa pesquisa pela diferença entre os períodos de colheita.

RUMJANEK, 2017, constatou por meio de dois experimentos com feijão-caupi (*Vigna unguiculata*), o aumento de 20% de produtividade desta espécie nos tratamentos com aplicação de inoculante comercial e de inoculante alternativo obtido de raízes finas noduladas quando comparados ao tratamento controle (sementes não inoculadas).

Assim como RUMJANEK, 2017, o experimento foi realizado com o solo em condições não axênicas o que pode ter permitido o mesmo desempenho das bactérias fixadoras nativas quando comparadas as bactérias do inoculante.

Contudo outros fatores bióticos e abióticos poderiam ter influenciado na baixa relação dos resultados, como sugerem os autores HUNGRIA e FRANCO (1993), que descrevem que as repostas a inoculação do feijoeiro pode depender de fatores como temperatura, acidez do solo, teores de nutrientes e dentre outros.

Silva et al., 2014 também esclarece que para o sucesso da inoculação deve se levar em consideração a eficiência da associação simbiótica das leguminosas com as bactérias, sendo que em seu estudo não se obteve resultados significativos para determinadas associações simbióticas de bactérias do gênero *Bradyrhizobium* para o crescimento de crotalária.

Assim, os resultados do presente trabalho que teve por objetivo avaliar a eficiência de inoculante alternativo na produção de leguminosas, reforça a importância de se conhecer todos os fatores que podem influenciar de forma efetiva a absorção de nutrientes nitrogenados pelas leguminosas, bem como a necessidade de aprofundamento do tema aqui em futuros estudos.

### **6.1. Avaliação dos incrementos na produção da biomassa**

Todas as variáveis foram submetidas a análise de variância (ANOVA), no entanto de acordo com as análises realizadas não houve diferença estatística entre os tratamentos para nenhuma das variáveis.

A análise de variância (ANOVA) é um procedimento estatístico utilizado para verificar até que ponto as diferenças observadas entre as médias de determinados variáveis analisados são suficientes grandes para serem tomados como evidência de que têm, diferença estatística e que não são devidos a fatores aleatórios (VIEIRA, 1999).

### 6.1.1 *Crotalaria paulinea*



**Figura 7.** *Crotalaria paulinea*. Fonte: Thosne, 2018.

### 6.1.2 *Canavalia ensiformis* (Feijão de porco)



**Figura 8.** *Canavalia ensiformis*. Fonte: Nara, 2018.

***Crotalaria paulina*** (*Crotalaria paulina*)

Tratamento 1A: *Crotalaria paulina* sem inoculação

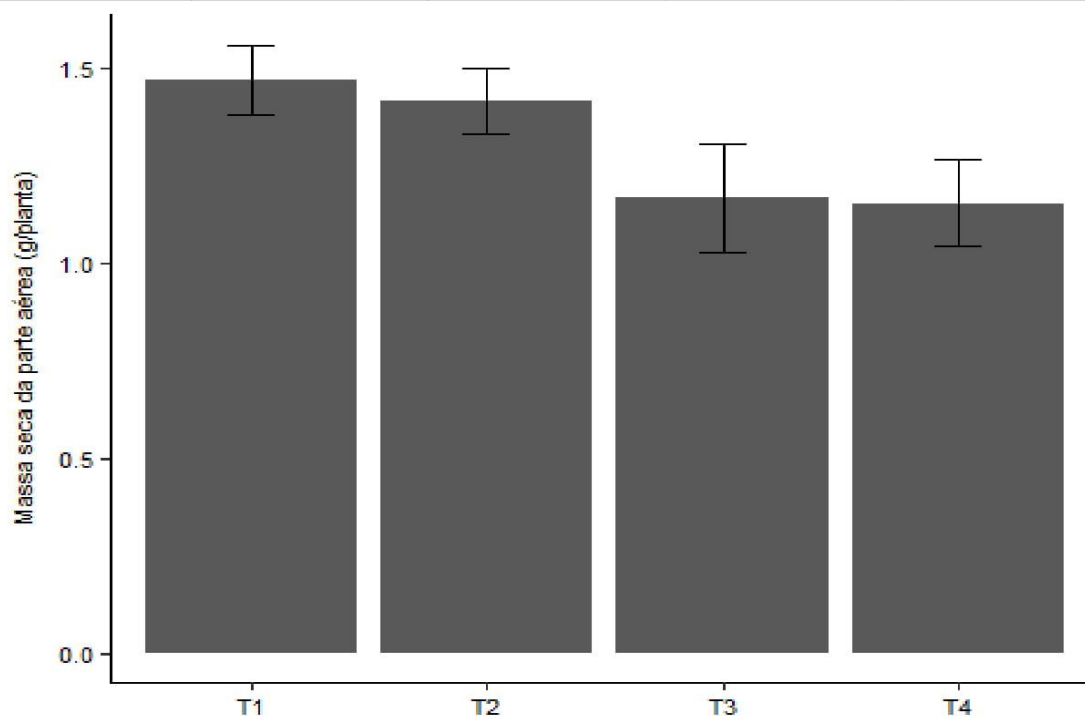
Tratamento 2A: *Crotalaria paulina* + Inoculante

Tratamento 3A: *Crotalaria paulina* + EM

Tratamento 4A: *Crotalaria paulina* + EM + Inoculante

**Tabela 3**– Massa seca de folhas (g/planta) *Crotalaria paulina*

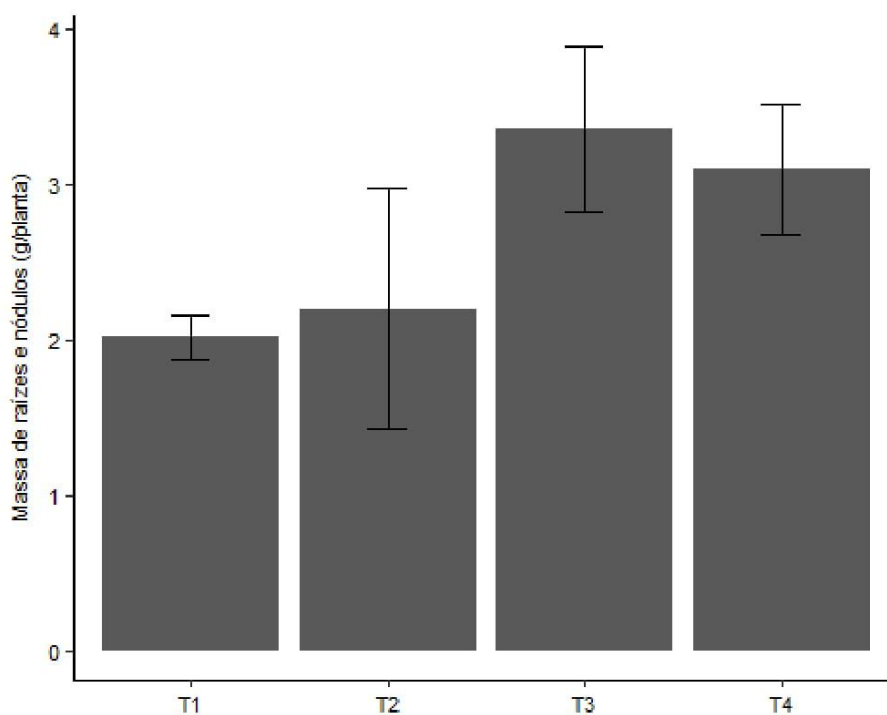
Repetições	Tratamentos			
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>
1	1,48	1,58	1,10	0,97
2	1,19	1,41	0,96	1,09
3	1,40	1,11	0,99	1,07
4	1,74	1,41	1,71	1,04
5	1,54	1,56	1,08	1,60
<b>Média</b>	<b>1,47</b>	<b>1,41</b>	<b>1,17</b>	<b>1,15</b>
<b>Desvio Médio</b>	<b>0,14</b>	<b>0,12</b>	<b>0,22</b>	<b>0,18</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>0,20</b>	<b>0,19</b>	<b>0,31</b>	<b>0,25</b>



**Figura 9**- Massa seca de folhas (g/planta) *Crotalaria paulina*

**Tabela 4** – Massa de raízes e nódulos (g/planta) *Crotalaria paulinea*

Repetições	Tratamentos			
	1 A	2 A	3 A	4 A
1	2,38	5,04	3,30	2,91
2	2,23	2,10	3,64	4,43
3	1,99	2,16	4,83	2,88
4	1,58	0,55	1,51	1,85
5	1,90	1,15	3,52	3,41
<b>Média</b>	<b>2,02</b>	<b>2,20</b>	<b>3,36</b>	<b>3,10</b>
<b>Desvio Médio</b>	<b>0,23</b>	<b>1,14</b>	<b>0,76</b>	<b>0,66</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>0,31</b>	<b>1,72</b>	<b>1,19</b>	<b>0,94</b>



**Figura 10**- Massa de raízes e nódulos (g/planta) *Crotalaria paulinea*

### Feijão de Porco (*Canavalia ensiformis*)

Tratamento 1B: Feijão de Porco (*Canavalia ensiformis*) sem inoculação

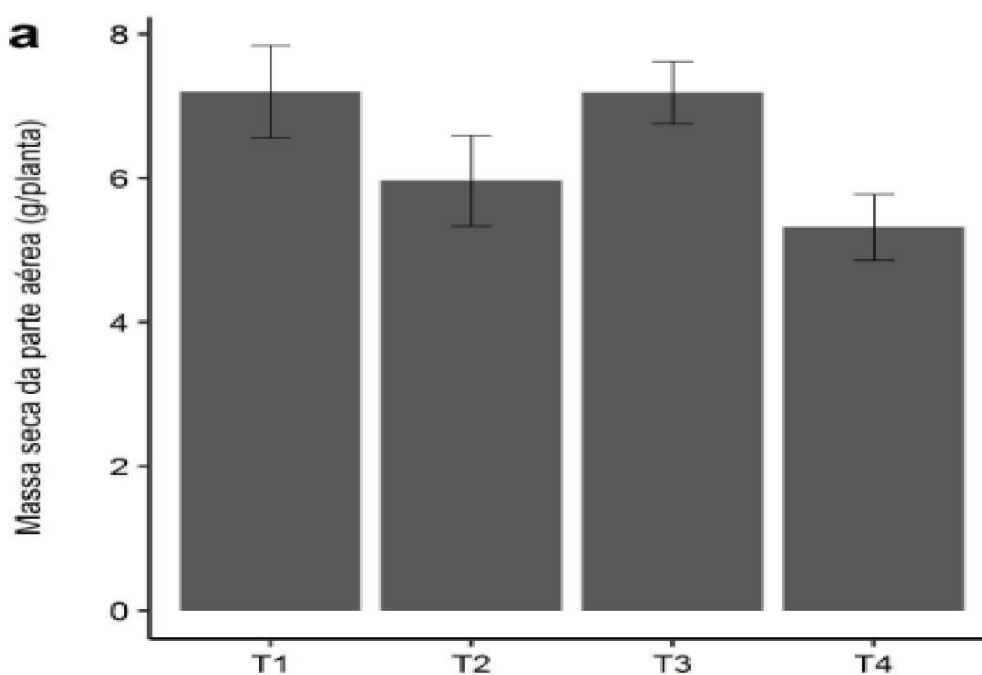
Tratamento 2B: Feijão de Porco (*Canavalia ensiformis*) + Inoculante

Tratamento 3B: Feijão de Porco (*Canavalia ensiformis*) + EM

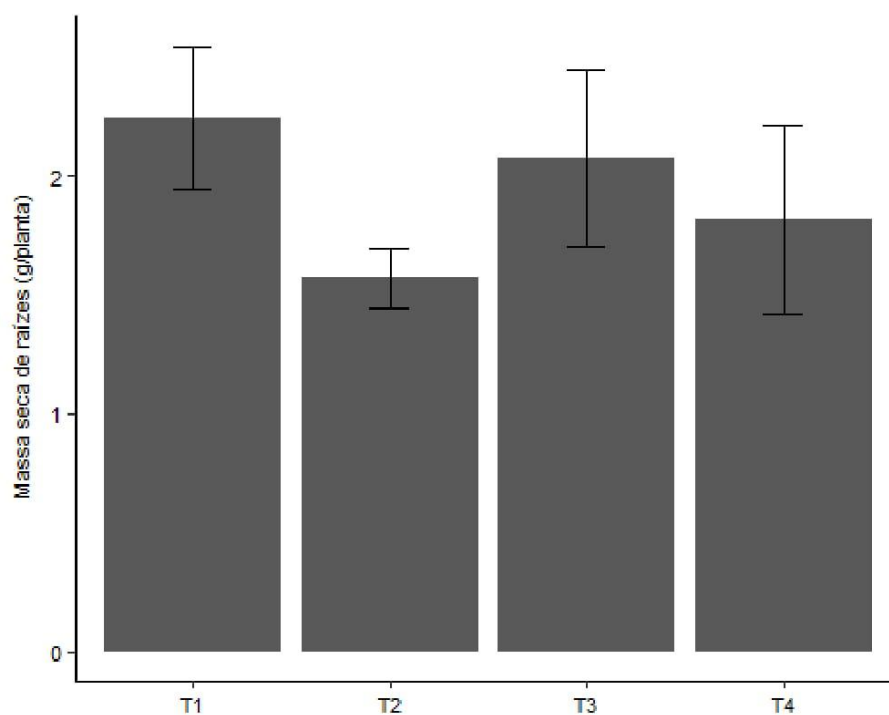
Tratamento 4B: Feijão de Porco (*Canavalia ensiformis*) + EM + Inoculante

**Tabela 5**– Massa de parte aérea (g/planta) de feijão de porco (*Canavalia ensiformis*)

Repetições	Tratamentos			
	1B	2B	3B	4B
1	7,28	6,56	6,78	4,90
2	5,84	6,30	8,54	5,07
3	5,65	3,48	7,27	5,36
4	8,54	6,54	5,91	7,00
5	8,69	6,94	7,44	4,26
<b>Média</b>	<b>7,20</b>	<b>5,96</b>	<b>7,19</b>	<b>5,32</b>
<b>Desvio Médio</b>	<b>1,16</b>	<b>0,99</b>	<b>0,67</b>	<b>0,69</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>1,44</b>	<b>1,41</b>	<b>0,96</b>	<b>1,02</b>



**Figura 11**- Massa de parte aérea (g) de feijão de porco (*Canavalia ensiformis*)



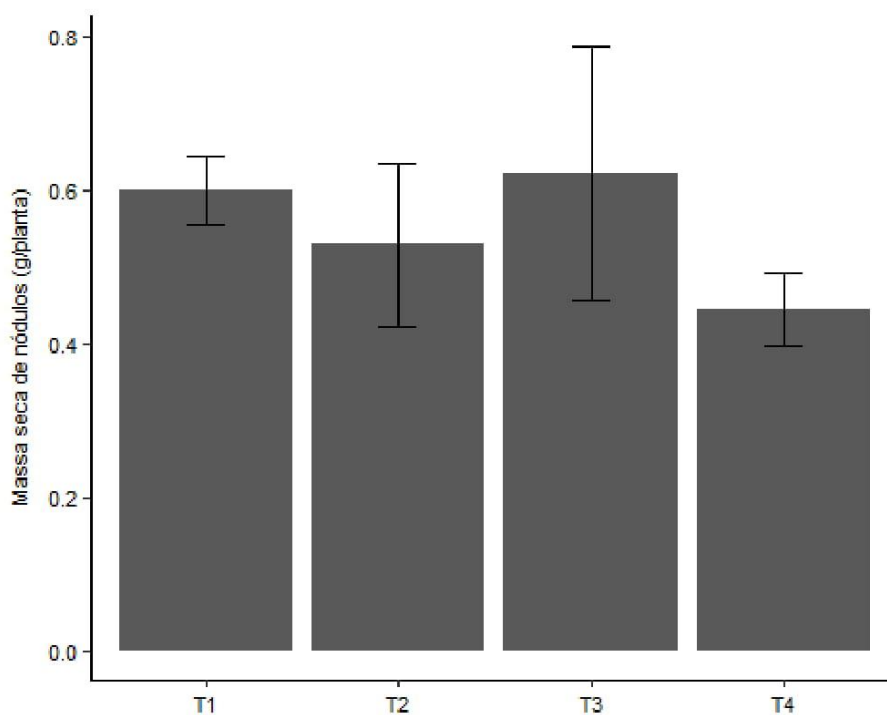
**Figura 12-** Massa de raízes (g/planta) de feijão de porco (*Canavalia ensiformis*)

**Tabela 6–** Massa de raízes (g/planta) de feijão de porco (*Canavalia ensiformis*)

Repetições	Tratamentos			
	1B	2B	3B	4B
1	1,74	1,51	2,02	1,22
2	1,74	1,84	1,40	1,37
3	1,90	1,29	3,50	1,58
4	2,54	1,33	1,74	1,54
5	3,30	1,88	1,70	3,38
<b>Média</b>	<b>2,24</b>	<b>1,57</b>	<b>2,07</b>	<b>1,82</b>
<b>Desvio Médio</b>	<b>0,54</b>	<b>0,23</b>	<b>0,57</b>	<b>0,62</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>0,68</b>	<b>0,28</b>	<b>0,83</b>	<b>0,88</b>

**Tabela 7**– Massa de nódulos (g/planta) de feijão de porco (*Canavalia ensiformis*)

Repetições	Tratamentos			
	1B	2B	3B	4B
1	0,58	0,38	0,53	0,31
2	0,47	0,86	0,46	0,41
3	0,59	0,24	0,87	0,43
4	0,6	0,53	1,1	0,6
5	0,75	0,63	0,15	0,47
<b>Média</b>	<b>0,60</b>	<b>0,53</b>	<b>0,62</b>	<b>0,44</b>
<b>Desvio Médio</b>	<b>0,06</b>	<b>0,17</b>	<b>0,29</b>	<b>0,07</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>0,10</b>	<b>0,24</b>	<b>0,37</b>	<b>0,11</b>



**Figura 13**- Massa de nódulos (g/planta) de feijão de porco (*Canavalia ensiformis*)

## 7. CONCLUSÃO

A inoculação alternativa pode trazer inúmeros benefícios, tanto para as leguminosas, quanto para o solo, conforme relatos de diversos trabalhos de pesquisa, no entanto, necessita de alguns cuidados como escolha da espécie e época do plantio, para que essa prática desempenhe todo seu potencial, além de depender de fatores como temperatura, acidez do solo, teor de nutrientes, dentre outros.

O presente trabalho não apresentou diferenças significativas para nenhuma das variáveis analisadas (massa seca de parte aérea, massa seca de raízes e massa seca de nódulos) para nenhuma das espécies, crotalária paulinea (*Crotalaria paulinea*) e feijão de porco (*Canavalia ensiformis*). Os resultados frustraram a hipótese inicial, atribui-se este resultado ao fato das plantas terem um ciclo longo, no entanto foram colhidas no estágio inicial de desenvolvimento e desta forma, nesta fase não foi suficiente para a planta apresentar o máximo de sua produção vegetativa e expressar ação da atividade de fixação biológica do nitrogênio (FBN) dos nódulos. Outra possibilidade é de que as bactérias fixadoras nativas teve o mesmo efeito da inoculação, tornando esta dispensável para os nossos solos.

Para trabalhos futuros sugerimos, o uso de um tratamento com solo esterilizado para eliminar a existência de bactérias nativas; Maior numero de repetições de tratamento; Testar a viabilidade do inoculante antes da aplicação e tempo suficiente para o desenvolvimento completo do ciclo vegetativo das plantas até a inflorescência, que é o período de máxima FBN.

## 8. REFERÊNCIAS

- BONFIM, F. P. G, HONÓRIO, I. C. G, REIS, I. L, PEREIRA, A. J, SOUZA, D. B. **Caderno dos microrganismos eficientes (EM):** instruções práticas sobre uso ecológico e social do EM. Universidade Federal de Viçosa: Departamento de Fitotecnia; 2011.
- CARDOSO, E. J. B. N., ANDREOTE, F. D. Microbiologia do Solo. 2. Ed. Piracicaba: ESALQ, 2016. **Cerrado: adubação verde.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006.
- CARLOS, J. A. D.; COSTA, J. A.; COSTA, M. B. **Adubação verde:** do conceito à prática. Piracicaba: ESALQ - Divisão de Biblioteca e Documentação, 2006. p 32: il. (Série Produtor Rural, nº 30).
- CASSETARI, A. S. SILVA, M. C. P. CARDOSO, E. J. B. **Fixação Biológica de Nitrogênio Simbiótica.** In. CARDOSO, E. J. B. ANDREOTE, F.D. Microbiologia do Solo 2. Ed. Piracicaba-SP. ESALQ, 2016. 221p. p. 111-131.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (CFSEMG). **Recomendação para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais.** 5ª aproximação. Viçosa/MG, 1999. p 359.
- EMBRAPA. Centro Nacional de pesquisa de arroz e feijão (Goiânia, GO). **Utilização de Inoculante na cultura de feijão:** Guia prático. Goiânia: 1991.
- ESPÍNDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. **Adubação verde:** Estratégia para uma agricultura sustentável. Seropédica-RJ: Embrapa Agrobiologia, 1997. p 20.
- ESPÍNDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. Uso de Leguminosas Herbáceas para Adubação Verde. In. AQUINO, M.A. ASSIS, R.L. **Agroecologia:** princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 517 p. 435-451.
- FREIRE, J. R. J. Fixação do Nitrogênio pela Simbiose Rizóbio/Leguminosa. In: CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, S. M.; NEVES, M. C. P. (Ed.). **Microbiologia do Solo.** Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. p 121-140.
- FREIRE, J. R. J; VERNETTI, F. J. **A pesquisa com soja, a seleção de rizóbio e a produção de inoculantes no Brasil,** 1997.
- FREITAS, T. **Fertilizantes nitrogenados convencionais, estabilizados, de liberação lenta ou controlada na cultura do cafeeiro:** eficiência e custos. Lavras: 2017.
- HUNGRIA, M; FRANCO, A. A. Effects of high temperature on nodulation and nitrogen fixation by *Phaseolus vulgaris* L. **Plant and Soil**, v. 149, n. 1, p. 95-102, 1993.
- IBAMA. **Produtos agrotóxicos e afins comercializados em 2009 no Brasil.** Brasília: 2010.
- LEAL, M. A. A; GUERRA, J. G. M; PEIXOTO, R. T. G; ALMEIDA, D. L. **Desempenho de crotalária cultivada em diferentes épocas de semeadura e de corte.** Revista Ceres, Viçosa, v. 59, n.3, p. 386-391, 2012.

- LEITE, S. (org). **Políticas públicas e agricultura no Brasil**. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2001.
- LIMA, A. P.; ARAÚJO, E. S; RUMJANEK, N. G; XAVIER, G. R. **Inoculação de Rizóbios em Mucuna Cinza para Aumento na Produção de Biomassa Vegetal**. 2011. Artigo: XI Semana Científica Jöhanna Dobereiner.
- LÓPEZ, R. E. S. **Canavalia ensiformis (L.) DC (Fabaceae)**. Revista Fitos v. 7, n. 03, p. 146-154, 2012.
- MALVEZZI, R. G. **Os Biomas Brasileiros**, 2014.
- MAPA (Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento). Fichas Agroecológicas: **Tecnologias Apropriadas para Agricultura Orgânica. Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas**. Ficha 31. Disponível em : <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/organicos/fichas-agroecologicas/arquivos-fertilidade-do-solo/31-preparo-de-microorganismos-eficientes-e-m.pdf>>. Acessado em 5 Nov. 2018.
- MENDES, I. C. et al. **20 perguntas e respostas sobre fixação biológica de Nitrogênio**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2010.
- MMA. **O bioma Cerrado**, 2018. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>>: Acessado em 6 de Nov. 2018.
- NEVES, M. C. P; ESPÍNDOLA, J. A. A. **A Adubação Verde e as Bactérias do Solo**. In: Agroecologia Hoje. Ano IV, n. 22. 2004. p. 4-5.
- RIBEIRO, D. O; VILELA, L. A. F. **Nutrientes**. Mineiros: 2007.
- ROCHA, B. M. **Prática Alternativa de Inoculação de Sementes de Feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L., cv. Ouro Vermelho) com Estirpes Rizobianas Localmente Adaptadas**. Seropédica, RJ: 2013. Tese de Mestrado.
- RUMJANEK, N. G; BASTOS, J. L; OLIVEIRA, D. G. C; RULFE, T. F; CAVALHEIRO, L. B. S; AGUIAR, L. A. DIAS, A; RIBEIRO, R. L. D. **Prática Alternativa para Inoculação de Sementes de Feijão-Caupi a partir de um Preparado de Raízes Finas Noduladas**. Seropédica-RJ: Embrapa Agrobiologia, 2017. p 4. (Embrapa-CNPAB. Comunicado Técnico, 145).
- SANTOS, T. R. **Agroecologia e agricultura familiar: um caminho para a soberania alimentar?** Porto Alegre: 2009.
- SILVA, L. R, et al. **Eficiência da associação simbiótica de bradyrhizobium para o crescimento de crotalária (*crotalaria juncea*)**. Revista Fafibe On-Line, Bebedouro SP, v. 7 n. 1, p. 61-74, 2014.
- SOUSA, D. M. G; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2 ed. Brasília, DF: EMBRAPA-Informação Tecnológica, 2004. 416p.
- SOUZA, B. J. **Adubação verde: uso por agricultores agroecológicos e o efeito residual no solo**. Minas Gerais: 2014.

STROSCHEIN, M. R. D. **Caracterização de bactéria fixadora de nitrogênio em *Lupinus albus*.** Rio Grande do Sul: Santa Maria, 2007. Dissertação de Mestrado.

TARRAFA, L. et al. **Modelos Tradicionais e Agricultura Sustentável.** 2014

TAVELLA, L. B. et al. **O uso de agrotóxicos na agricultura e suas consequências toxicológicas e ambientais.** Patos: 2011. NÃO ACHEI

VIEIRA, S. **Estatística Experimental.** 2ª ed. São Paulo: Atlas, 1999.

WUTKE, E. B, et al. **Bancos comunitários de sementes de adubos verdes: informações técnicas.** Mapa, 2007. Disponível em:<

[http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/organicos/arquivos-publicacoes-organicos/cartilha\\_adubos\\_verdes\\_informacoes\\_tecnicas.pdf](http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/organicos/arquivos-publicacoes-organicos/cartilha_adubos_verdes_informacoes_tecnicas.pdf)>: Acessado em 9 de Nov.

2018.MATEUS, G. P. WUTKE, E. B. **Espécies de leguminosas utilizadas como adubos verdes.** Pesquisa e tecnologia. vol. 3, n.1, 20