



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS E FLORESTAIS
CURSO DE AGRONOMIA

AFONSO LUIZ ALMEIDA FREIRES

**RIZÓBIOS E ADUBAÇÃO NITROGENADA NO DESENVOLVIMENTO DE MUDAS
DE *Mimosa tenuiflora* WILLD. POIR.**

MOSSORÓ – RN

2019

AFONSO LUIZ ALMEIDA FREIRES

**RIZÓBIOS E ADUBAÇÃO NITROGENADA NO DESENVOLVIMENTO DE MUDAS
DE *Mimosa tenuiflora* WILLD. POIR.**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Márcia Michelle Queiroz Ambrósio.

MOSSORÓ

2019

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)

Setor de Informação e Referência (SIR)

F866r Freires, Afonso Luiz Almeida.
RIZÓBIOS E ADUBAÇÃO NITROGENADA NO
DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE *Mimosa tenuiflora*
WILLD. / Afonso Luiz Almeida Freires. - 2019.
38 f. : il.

Orientadora: Márcia Michelle Queiroz Ambrósio.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Agronomia, 2019.

1. Jurema preta. 2. Caatinga. 3. Rhizobium. 4.
Fixação biológica de nitrogênio. I. Ambrósio, Márcia
Michelle Queiroz, orient. II. Título.

Bibliotecário-Documentalista

Nome do profissional, Bib. Me. (CRB-15/10.000)

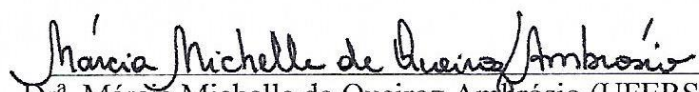
AFONSO LUIZ ALMEIDA FREIRES

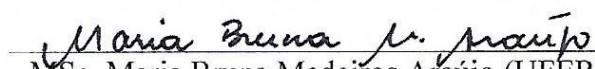
**RIZÓBIOS E ADUBAÇÃO NITROGENADA NO DESENVOLVIMENTO DE MUDAS
DE *Mimosa tenuiflora* WILLD. POIR.**

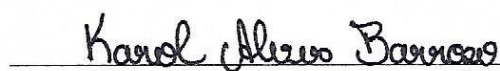
Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como parte dos
requisitos para obtenção do título de Bacharel
em Agronomia.

Defendida em: 06 / 08 / 2019.

BANCA EXAMINADORA


Dr^a. Márcia Michelle de Queiroz Ambrósio (UFERSA)
Presidente


MSc. Maria Bruna Medeiros Araújo (UFERSA)
Membro Examinador


MSc. Karol Alves Barroso (UFERSA)
Membro Examinador

Ao meu Pai, Antônio Freires Barbosa
(*In Memoriam*).

A minha mãe Maria de Fátima Almeida, pela dedicação, amor incondicional, incentivo e força para a concretização desse sonho. Ao meu irmão Artur de Almeida Freires pelo apoio e carinho.

Ofereço e dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me abençoado durante todo o período da graduação e me dado forças, saúde e perseverança para alcançar minha meta.

Aos meus familiares, por todo apoio e acolhimento nos momentos difíceis, o que nos impulsiona para continuar lutando por nossos objetivos.

A minha namorada Tatianne Raianne Costa Alves, por todo amor, companheirismo e incentivo.

A minha orientadora Márcia Michelle de Queiroz Ambrósio, pela amizade, ensinamentos ao longo da graduação, estando sempre à disposição, contribuindo para o meu crescimento, pelas oportunidades que me foram dadas, pelo incentivo e acolhimento.

A todos do laboratório de Microbiologia e Fitopatologia da UFERSA, pela amizade e boa convivência no decorrer de toda a graduação.

Aos colegas da turma de agronomia 2019.1 que vivenciaram e compartilharam junto comigo esta experiência.

A todos, muito obrigado!

“Porque dele, por ele, e para ele são todas as coisas”

Romanos 11:36

RESUMO

Mimosa tenuiflora Willd. Poir. é uma espécie arbórea pertencente à família Fabaceae, nativa do bioma Caatinga, que ocorre em toda região Nordeste e apresenta grande potencial na regeneração de solos erodidos e na recuperação do teor de nitrogênio no solo por meio da simbiose com bactérias. Objetivou-se com o presente trabalho avaliar o efeito da inoculação de rizóbios e doses de nitrogênio na produção de mudas de *M. tenuiflora*. O ensaio foi conduzido em casa de vegetação, em delineamento experimental inteiramente casualizado, com oito tratamentos: Controle (meio de cultura levedura manitol); Inóculo de *M. tenuiflora*; Inóculo de *Piptadenia moniliformis*; Inoculante de soja Total Nitro Full® (*Bradyrhizobium japonicum*); Doses de sulfato de amônio 70; 140; 210 e 280 mg dm⁻³, com seis repetições. Os efeitos dos tratamentos nas variáveis foram analisados mediante a análise de variância, seguida pelo teste de comparação de médias de Scott-Knott a 5 % de probabilidade. Com a caracterização fenotípica dos isolados, as bactérias foram caracterizadas como *Rhizobium* sp. Após as análises dos parâmetros, comprimento da parte aérea, diâmetro do caule, número de folhas, comprimento de raiz, massas secas da raiz, parte aérea, caule, folhas e total e índice de robustez, o inóculo de *M. tenuiflora* foi mais eficiente no desenvolvimento das mudas, proporcionando crescimento semelhante à adubação nitrogenada nas maiores doses (210 e 280 mg dm⁻³). Os inóculos inespecíficos, de *P. moniliformis* e inoculante de soja Total Nitro Full® (*B. japonicum*) não favoreceram o desenvolvimento das mudas de *M. tenuiflora*.

Palavras-chave: Jurema preta. Caatinga. *Rhizobium*. Fixação biológica de nitrogênio.

ABSTRACT

Mimosa tenuiflora Willd. is a species from the Fabaceae botany family, native from Brazil, present in the all Northeast region, with great potential for recovery of degraded soils and nitrogen fixation via symbiotic association with soil-borne bacteria. This study evaluated the effect of rhizobia inoculation and nitrogen fertilization in *M. tenuiflora* seedlings. The experiment was conducted in greenhouse, in a completely randomized experimental design, 8 treatments: control (yeast mannitol broth); *M. tenuiflora* isolate; *Piptadenia moniliformis* isolate; Total Nitro Full® (*Bradyrhizobium japonicum*); and four ammonium sulfate doses (70, 140, 210, and 280 mg dm⁻³), with 6 replications each. Effect of treatments on the assessed parameters was analyzed by ANOVA followed by Skott-Knott comparison test at 5 % of probability. Isolated bacteria were classified as *Rhizobium* sp. based on phenotypic characterization. In most of the assessed parameters, *M. tenuiflora* isolate was more efficient in promoting seedling growth, with results similar to nitrogen fertilization at 210 and 280 mg dm⁻³. *Piptadenia moniliformis* isolate did not improve *M. tenuiflora* seedlings development.

Keywords: Jurema preta. Caatinga. *Rhizobium*. Biological nitrogen fixation.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Comprimento da parte aérea (A), Diâmetro do caule (B), Massa seca do caule (C) e Massa seca das folhas (D) das mudas de *Mimosa tenuiflora* Willd., em resposta a aplicação de diferentes doses de nitrogênio após 175 dias..... 26
- Figura 2 - Massa seca da parte aérea (A), Massa seca total (B) e Índice de robustez (C) das mudas de *Mimosa tenuiflora* Willd., em resposta a aplicação de diferentes doses de nitrogênio após 175 dias..... 28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resumo da análise de variância do comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR), diâmetro do caule (D), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca do caule (MSC), massa seca da raiz (MSR), massa seca da folha (MSF), massa seca total (MST) e índice de robustez (IR) das mudas de <i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir sob inoculação de rizóbios e adubação nitrogenada.....	20
Tabela 2 - Comprimento da parte aérea de mudas de <i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir aos 55, 85, 115, 145 e 175 dias após a semeadura.....	21
Tabela 3 - Diâmetro do caule de mudas de <i>Mimosa tenuiflora</i> aos 55, 85, 115, 145 e 175 dias após a semeadura.....	23
Tabela 4 - Massas secas das raízes (MSR), caules (MSC), folhas (MSF) e o índice de robustez (IR) de mudas de <i>Mimosa tenuiflora</i> aos 175 dias após a semeadura.....	24

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 Espécie - <i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.....	14
2.2 Nitrogênio.....	15
2.3 Rizóbios.....	16
2.4 Fixação biológica de nitrogênio em espécies florestais.....	17
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	28
6. REFERÊNCIAS.....	29

1 INTRODUÇÃO

A espécie *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir é popularmente conhecida como calumbi, jurema e jurema preta, pertence à família Fabaceae, e pode atingir cerca de 5-7 metros de altura, com acúleos esparsos, caule ereto ou levemente inclinado (MAIA, 2004). É uma espécie pioneira, nativa do bioma Caatinga, encontrada com frequência na região semiárida brasileira (OLIVEIRA et al., 2006) e bastante explorada devido seu potencial forrageiro e medicinal (BEZERRA et al., 2011).

Devido às diversas utilidades das espécies florestais da Caatinga (EFC), a exploração deste bioma tem se intensificado, causando danos irreversíveis na região semiárida. Nestas áreas, o processo de degradação encontra-se acelerado devido à retirada da vegetação para exploração dos recursos naturais (ALVES et al., 2009) e a falta de conscientização e compromisso com o reflorestamento das áreas. No processo de recuperação de áreas degradadas à introdução de espécies da família Fabaceae é essencial, pois através da associação com bactérias, fixam o nitrogênio atmosférico, possibilitando o crescimento das plantas em condições adversas (TAVARES et al., 2016) e minimizando os impactos ambientais ocasionados pelos adubos químicos (MAIA; SCOTTI, 2010).

A fixação biológica de nitrogênio (FBN) é um processo onde o rizóbio, no sistema de simbiose com a planta, utiliza os carboidratos provenientes da fotossíntese da espécie hospedeira para a sua manutenção e para promover o processo de fixação, por outro lado, as plantas se beneficiam do nitrogênio fixado pela bactéria (STRALIOTTO et al., 2002). A eficiência da fixação é inconstante, sendo influenciada, dentre outros fatores, pela especificidade hospedeira (ANTUNES et al., 2011). Quando eficiente, a associação com bactérias fixadoras de nitrogênio pode reduzir e até eliminar o uso de adubos nitrogenados, reduzindo os custos de produção (MAIA; SCOTTI, 2010). Além disso, a FBN pode ajudar na sobrevivência das plantas no campo (MENDES et al., 2013).

Outro fator importante na recomposição de ecossistemas degradados trata-se da adubação nitrogenada, devendo ser criteriosamente considerada para que as mudas não venham ter seu crescimento afetado pela falta ou apresentem desordem nutricional (SMARSI et al., 2011). Informações sobre essa prática realizada em espécies da Caatinga ainda são insuficientes, existindo grande dificuldade de se fazerem recomendações específicas, em virtude da diversidade de espécies neste bioma (DUTRA et al., 2015) e, dos poucos estudos envolvendo as espécies.

Estudos têm destacado a eficiência de rizóbios na produção de mudas, melhorando a qualidade e o estabelecimento em campo, porém existem entraves, como a falta de

inoculantes comerciais à base de rizóbios para as leguminosas florestais da Caatinga. Estes inoculantes são produzidos apenas em caráter experimental pela EMBRAPA, sem valor comercial, e são voltados para a pesquisa científica da empresa e de seus parceiros nas instituições de pesquisa, desenvolvimento e extensão tecnológica (EMBRAPA, 2016). A comercialização existe somente para as espécies cultivadas como por exemplo, *Glycine max* L. e *Phaseolus vulgaris* L.. É importante averiguar a especificidade da bactéria e, se os rizóbios de outras espécies apresentam alguma eficiência para *M. tenuiflora*. Fernandes et al., (2017) verificaram em condições de campo que *Bradyrhizobium elkanii* proporcionou as mudas de *Enterolobium contortisiliquum* maior potencial de sobrevivência e crescimento no pós-plantio. Em *Mimosa caesalpiniaefolia*, Tavares et al., (2016) observaram que o rizóbio favoreceu o crescimento das mudas em área degradada e, Chaves et al., (2006) concluíram que as mudas de *Anadenanthera macrocarpa* inoculadas com rizóbio apresentaram melhor desenvolvimento em relação as fertilizadas.

Embora a literatura relate que os rizóbios são específicos da cultura (FARIA; FRANCO, 1997), é importante averiguar a especificidade da bactéria e, se os rizóbios de outras espécies apresentam alguma eficiência para *M. tenuiflora*. Na literatura poucos trabalhos relatam a eficiência de uma espécie de rizóbio para diferentes espécies florestais, no entanto, Ferreira et al., (2012) quando trabalharam com estirpes de *Cupriavidus necator* (rizóbio isolados de várias espécies da família Fabaceae), verificaram fixação de nitrogênio em *M. caesalpiniaefolia*, que beneficiou o crescimento desta espécie e da *Leucaena leucocephala*.

Diante do exposto, objetivou-se verificar o efeito da inoculação de rizóbios e diferentes doses de nitrogênio na produção de mudas de *M. tenuiflora*.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Espécie - *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir

Mimosa tenuiflora (Willd.) Poir. é uma espécie popularmente conhecida como jurema-preta, calumbí, jurema e jurema-de-embira (AZEVEDO et al, 2014). Nativa do bioma Caatinga é uma espécie decídua, heliófita, seletiva higrófila e pioneira. As raízes desta espécie florestal são capazes de penetrar em solos compactados, fator que a torna muito resistente ao estresse hídrico (FORMIGA et al., 2011). A planta pode atingir cerca de 5-7 metros de altura, possui acúleos esparsos que também proporciona maior retenção de água, evitando perda para o ambiente, caule ereto ou levemente inclinado (MAIA, 2004). Pertencente à família Fabaceae e subfamília Mimosoidae (PINTO et al., 2006), é uma espécie pioneira, nativa do

bioma Caatinga, encontrada com frequência na região semiárida brasileira e bastante explorada comercialmente (OLIVEIRA et al., 2006), sendo sua madeira utilizada para lenha, carvão vegetal e confecção de cercados. Geralmente, sua casca é descartada, no entanto, pode ser aproveitada para agregar valor a este resíduo (LIMA et al., 2014) bem como na medicina caseira, em tratamentos de queimaduras, acne e problemas de pele (MAIA, 2004).

Outra utilidade é na alimentação animal, já que é uma espécie que apresenta grande potencial forrageiro constituindo, na maioria das vezes, a principal fonte de alimentação animal na região semiárida (PINTO et al., 2006). A *M. tenuiflora* também é utilizada no semiárido brasileiro para recuperação de áreas degradadas, visto que realizam associação com bactérias fixadoras de nitrogênio fornecendo para planta este elemento, além disso, as plantas apresentam altas taxas de crescimento e sobrevivência que permite promover o rápido recobrimento do solo, alta produção de matéria orgânica e proteção do solo contra erosão, propiciando o restabelecimento de outras espécies vegetais durante o processo sucessional (CHAER et al., 2011).

2.2 Nitrogênio

O nitrogênio (N) é um nutriente que possui importância nos processos vitais e da produção de mudas. Este elemento possui papel fundamental, sendo utilizado em muitos componentes das células das plantas tais como, proteínas, pigmentos, aminoácidos, coenzimas, estando presente na molécula de clorofila que são responsáveis por processos fotossintéticos nas plantas, tendo papel direto na divisão e expansão celular (TAIZ; ZEIGER, 2009). Sua mobilidade no sistema solo-planta-atmosfera é alta, sendo perdido facilmente por volatilização ou lixiviação. Além disso, os adubos nitrogenados têm baixa eficiência de aproveitamento e alto custo de produção, o que permite considerar que sua utilização sem critério pode elevar o custo do produto agrícola e contaminar o ambiente (BALOTA, 1997).

A maioria dos solos brasileiros apresenta limitada liberação de N ao longo do ciclo das plantas. Esta baixa disponibilidade é devido, aproximadamente, 98 % do N presente no solo estar na forma de NH_3 , forma não assimilada pelos vegetais, à outra pequena parte é mineralizada pela microbiota do solo, sendo fundamental durante o ciclo de determinada cultura, disponibilizando o N na forma absorvida pelas plantas (ALFAIA, 2006).

A deficiência do N causa clorose gradual das folhas mais velhas e redução do crescimento da planta (SOUZA; FERNANDES, 2006). Para o fornecimento de forma adequada para a planta os principais meios de entradas do nitrogênio no solo são a matéria orgânica, fertilizantes industriais, sais de amônio e nitratos trazidos da atmosfera pelas chuvas e a FBN.

Devido ao fato das espécies nativas possuírem exigências nutricionais distintas, é importante adotar diretrizes no planejamento da fertilização a ser realizada conhecendo doses recomendadas, pois mudas de boa qualidade deve-se apresentar vigorosa, com folhas de tamanho e coloração típicas da espécie e ainda em bom estado nutricional. Tendo em vista esse fato, a fertilização tem sido de fundamental na produção de mudas de boa qualidade, influenciando, assim, na capacidade de adaptação e crescimento (CRUZ et al., 2006).

2.3 Rizóbios

Rizóbios são bactérias que habitam o solo, podendo ter vida livre ou, em associação com plantas da família Fabaceae. São bactérias classificadas como gram-negativas, não formadoras de endósporos, com número de flagelos e tamanho que variam conforme o gênero (0,5-0,9 por 1,2-3,0 μm). Quando atuam de modo mutualístico, formam estruturas radiculares denominadas de nódulos, onde realizam a fixação biológica de nitrogênio (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006), assumindo assim, a forma de bacteroides que proporcionam um aumento no tamanho de suas células, passando a se nutrir de compostos sintetizados pela planta hospedeira e viver em condições de microaerofilia, pois o oxigênio é tóxico devido à enzima nitrogenase (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

A habilidade de interação simbiótica com leguminosas, no processo de fixação biológica de N era, até 2001, descrita como pertencente apenas aos gêneros bacterianos da classe das α -proteobactérias. No entanto, com a descrição de duas estirpes nodulíferas do gênero *Burkholderia*, pertencentes à classe β -proteobactéria, os rizóbios passaram a ser incluídos em duas linhagens filogenéticas distintas (MOULIN et al., 2001). A linhagem α -proteobactéria possui os gêneros mais conhecidos, *Rhizobium*, *Mesorhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Sinorhizobium* e *Azorhizobium* e as β -proteobactéria onde se destacam os gêneros *Burkholderia* e *Cupriavidus* (BARRETT; PARKER, 2006).

O processo da simbiose ocorre quando há deficiência de nitrogênio no solo. Durante o processo, a planta libera flavonóides que são reconhecidos pela bactéria. Esta então, expressa os fatores NodD, localizados na sua membrana citoplasmática, que ativam o regulador LysR. A partir daí, ocorre a produção de lipoquitos-oligossacarídeos pela bactéria, que são reconhecidos pelas células radiculares e juntamente com uma série de hormônios que provocam o encurvamento do pelo radicular. Em seguida a nodulina (também chamada de enod, gene de expressão de iniciação da nodulação), provoca uma série de alterações na estrutura do pelo radicular, formando um cordão de infecção, permitindo a entrada da bactéria na raiz e o desenvolvimento dos nódulos nas raízes do hospedeiro, demonstrando uma íntima relação entre uma bactéria do solo e seu hospedeiro, onde o rizóbio, em um ambiente pobre

em nitrogênio, promove o crescimento da planta leguminosa ao disponibilizar o nutriente limitante, ilustrando da melhor forma o conceito das rizobactérias promotoras de crescimento de plantas (PEREIRA et al., 2008).

2.4 Fixação biológica de nitrogênio em espécies florestais

Os organismos habitantes do solo são essenciais para as atividades e o equilíbrio do solo. Destacam-se algumas funções amplamente conhecidas, atribuídas a estes, como a degradação de compostos orgânicos, e, conseqüentemente a ciclagem de nutrientes (MIRANSARI, 2013), e aquelas mais específicas, como a fixação biológica de nitrogênio (RAYMOND et al., 2004), que auxilia as plantas na absorção de nutrientes (CHAGNON et al., 2013).

Os microrganismos que realizam a fixação biológica de nitrogênio (FBN) são conhecidos genericamente como rizóbios, que podem ser definidos como bactérias que interagem simbioticamente com plantas, fornecendo nitrogênio a planta. Na forma que este elemento químico está na atmosfera, as plantas não conseguem absorver, por isso, a importância destes agentes benéficos. Em troca disto, os microrganismos recebem nutrientes e carboidratos das plantas para o seu desenvolvimento (EPSTEIN, 2004). Durante esta relação é observado o crescimento de estruturas diferenciadas, denominadas nódulos, que são formados na presença destas bactérias nas raízes de leguminosas (SPINELI, 2015), resultante de uma interação complexa e específica entre rizóbios e suas plantas hospedeiras (RHIJN; VANDERLEYDEN, 1995).

Há bastante tempo se conhece a capacidade dos rizóbios em fixar o nitrogênio atmosférico quando em simbiose com plantas da família Fabaceae. Alojados em nódulos nas raízes, os rizóbios atuam estimulando o crescimento das plantas através do fornecimento de nitrogênio, porém, estudos apontam outros mecanismos pelos quais os rizóbios agem inclusive no crescimento de outras famílias além da Fabaceae. Entre estes mecanismos, destacam-se a produção de hormônios vegetais, principalmente auxinas (que estimula o aumento do sistema radicular e, conseqüentemente, a capacidade de absorver nutrientes), a solubilização de fosfatos e a proteção da planta contra os ataques de fungos fitopatogênicos (YANNI; DAZZO, 2010). Estas bactérias estão presentes de forma abundante em solos de muitos ecossistemas, apresentam elevada diversidade e ampla variabilidade quanto à eficiência simbiótica (SOARES et al., 2006).

A FBN possibilita a absorção do nitrogênio atmosférico (não disponível), e através do complexo enzimático denominado de nitrogenase, quebra a ligação tripla do N, tornando este

composto assimilável (ALCÂNTARA, 2011). Este processo é importante para a produção de nitrogênio fixado em muitos habitats terrestres e aquáticos, especialmente para as espécies vegetais (ARP et al., 2000).

A produção de mudas de espécies florestais em larga escala para plantios comerciais, recuperação de áreas degradadas e recomposição de florestas, faz com que haja grande procura por alternativas que visam à redução dos custos de manejo dessas espécies (SOUZA et al., 2006), portanto a FBN é uma alternativa importante para o desenvolvimento sustentável de espécies florestais, haja vista o fornecimento de nitrogênio com baixo custo econômico e impacto ambiental reduzido. Após a fotossíntese, a FBN é o processo biológico mais importante para as plantas, sendo fundamental para a vida na terra (HUNGRIA et al., 2007).

O uso de inoculantes, com bactérias eficientes na FBN tem se mostrado uma estratégia importante para o aumento da produtividade de espécies da família Fabaceae, no entanto, não existe inoculante comercial a base de bactérias fixadoras de nitrogênio para Fabaceae florestais da Caatinga (ZILLI et al., 2008).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) no município de Mossoró, RN. Os nódulos de *M. tenuiflora* foram coletados manualmente das raízes de matriz localizada na UFERSA, Latitude: 05°12'21,5" S Longitude: 037°19'11.3" W. Já os nódulos oriundos de *Piptadenia moniliformis* foram coletados na Fazenda experimental Rafael Fernandes em Alagoinha, zona rural de Mossoró, RN 5°03'44.4" S; 37°24'03.0" W.

No laboratório de Microbiologia da UFERSA realizou-se a obtenção dos isolados. Os nódulos foram lavados para retirada de solo e, em seguida, foi feita a desinfestação superficial (álcool 70 %, hipoclorito de sódio 1 % e lavagem em água destilada esterilizada). Um nódulo ativo, devidamente desinfestado, foi colocado em um tubo de ensaio contendo 3,0 mL de água destilada esterilizada e, posteriormente, triturado com o auxílio de um bastão de vidro flambado. A suspensão foi transferida para placas de Petri contendo meio de cultura Levedura Manitol Ágar (LMA) com ajuda de alça bacteriológica. As placas foram mantidas em estufa do tipo BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) a 28 ± 2 °C para o crescimento das colônias.

Os isolados bacterianos das duas espécies foram caracterizados morfofisiologicamente e observou-se o tempo de crescimento das colônias, pH (em meio de cultura LMA) com o indicador azul de bromotimol, diâmetro, forma, elevação, borda, aparência e cor da colônia, elasticidade e tipo de muco. Na avaliação do diâmetro da colônia utilizou-se um paquímetro digital, onde foram feitas medições de dez colônias do isolado e posteriormente, a média das

medições. A forma, elevação e borda das colônias foram avaliadas visualmente, conforme metodologia proposta por Martins et al. (1997). Com o auxílio de uma alça de platina bacteriológica, verificou-se o tipo de muco e a elasticidade da colônia.

Para o preparo dos inóculos, os isolados purificados foram repicados para o meio de cultura YMA (*yeast mannitol ágar*) e, após cinco dias de incubação, foram repicados para o meio líquido *yeast mannitol* (YM), que foi mantido em estufa incubadora tipo BOD, a 28 ± 2 °C, sendo agitado diariamente por seis dias.

O experimento de produção de mudas foi conduzido em casa de vegetação, na UFERSA, cujas coordenadas geográficas são: latitude: 5° 12' 48'' S; longitude: 37° 18' 44'' W e altitude: 37 m acima do nível do mar. A unidade experimental foi constituída por saco de polietileno preto, contendo 1,4 kg de areia lavada e autoclavada (dois dias por 1 hora cada dia). As sementes de *M. tenuiflora* foram coletadas na fazenda experimental Rafael Fernandes, submetidas ao processo de superação de dormência por meio da imersão em água quente (100 °C por 5 minutos) (BENEDITO et al., 2017) e desinfestação superficial (álcool 70 % e hipoclorito de sódio a 2,5 % por 1 minuto).

A semeadura foi realizada com três sementes por saco e, antes da aplicação dos tratamentos, foi feito o desbaste, deixando apenas uma planta por saco. Os tratamentos foram aplicados 25 dias após a semeadura, após a emergência das folhas verdadeiras, na região próxima ao colo das plântulas.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com 8 tratamentos e 6 repetições. Os tratamentos foram: Controle (meio de cultura levedura manitol); inóculo de *M. tenuiflora* ($3,64 \times 10^8$ UFC/mL); inóculo de *P. moniliformis* ($3,84 \times 10^8$ UFC/mL); Inoculante Total Nitro Full® (*Bradyrhizobium japonicum*) (7×10^9 UFC/mL); doses de nitrogênio 70; 140; 210 e 280 mg dm⁻³ (fonte: sulfato de amônio). As doses e os inóculos foram aplicados na quantidade de 20 mL por saco. As doses de nitrogênio e a solução nutritiva proposta por Hoagland e Arnon (1950) modificada sem N (MACHADO et al., 1998), foram aplicadas semanalmente.

Foram realizadas quatro avaliações (aos 55, 85, 115, 145) após a semeadura, onde se mediu o comprimento da parte aérea (CPA) com auxílio de uma régua graduada em centímetros, diâmetro do colo (D) com auxílio de um paquímetro digital e o número de folhas (NF).

Na ocasião da desinstalação do experimento, aos 175 dias após a semeadura, realizou-se avaliação das variáveis: comprimento da parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR), diâmetro do caule (DC), massas secas da raiz (MSR), parte aérea (MSPA), caule (MSC),

folhas (MSF) e total (MST) após secagem em estufa de circulação de ar forçada a 70 °C até atingir massa constante. O índice de robustez (IR), que é um importante indicador da qualidade das mudas (MAÑAS, 2009), foi obtido através da relação entre o comprimento da parte aérea e o diâmetro do caule (CADORIN et al., 2015).

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância (ANOVA), seguido pelo teste de comparação de médias de Scott-knott a 5 % de probabilidade. Também foi realizada a análise de regressão para os fatores quantitativos (doses de 70, 140, 210 e 280 mg dm⁻³) de nitrogênio.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nas variáveis analisadas para a caracterização morfofisiológica, os isolados foram identificados como *Rhizobium* sp., de acordo com Martins et al. (1997), por apresentar crescimento rápido, sendo inferior a 72 horas, produção de muco viscoso e diâmetro de colônia maior que 2 mm, com formato circular. Ocorreu alteração aparente do pH (mudança de coloração) quando o isolado foi cultivado em meio YMA com azul de bromotimol, tornando o meio com coloração amarelo devido a aquisição rápida de carboidratos, sendo característica de rizóbios de crescimento rápido como é o caso do *Rhizobium* sp..

Na produção de mudas, aos 175 após a semeadura, verificou-se para a maioria das variáveis analisadas efeito significativo pelo teste F ($p < 0,01$), exceto o CR (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise de variância do comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR), diâmetro do caule (D), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca do caule (MSC), massa seca da raiz (MSR), massa seca da folha (MSF), massa seca total (MST) e índice de robustez (IR) das mudas de *Mimosa tenuiflora* sob inoculação de rizóbios e adubação nitrogenada.

Quadrado médio										
FV	GL	CPA	CR	D	MSPA	MSC	MSR	MSF	MST	IR
Trat.	7	275,35**	40,08 ^{ns}	1,96**	3,64**	0,41**	2,25*	2,07*	11,1**	0,09**
Resíduo	40	39,33	51,04	0,24	1,04	0,10	0,82	0,41	164,4	0,02
Total	47	3500,61	2322,3	23,55	67,35	70,4	48,52	30,97	54,4	1,42
CV (%)		37,6	22,8	17,7	62,3	81,2	60,7	53,1	54,4	24,3

** e * Efeito significativo da ANOVA ao nível de 1 e 5 % de probabilidade, respectivamente; ns - não significativo. CV: coeficiente de variação.

Os tratamentos que proporcionaram os melhores resultados de CPA de *M. tenuiflora* foram o inóculo de *M. tenuiflora* (específico) e as doses de nitrogênio 140; 210 e 280 mg dm⁻³, sendo estatisticamente iguais (Tabela 2). Este resultado demonstrou que o rizóbio obtido de nódulos de *M. tenuiflora* é favorável ao crescimento de mudas desta espécie florestal e mostrou-se equivalente as maiores doses de nitrogênio.

Tabela 2. Comprimento da parte aérea de mudas de *Mimosa tenuiflora* aos 55, 85, 115, 145 e 175 dias após a semeadura.

Tratamentos	Comprimento da parte aérea				
	Dias após a semeadura				
	55	85	115	145	175
Controle	2,41 a	4,05 b	5,56 b	7,17 b	9,23 b
Inóculo de <i>M. tenuiflora</i>	2,42 a	4,08 b	8,87 a	14,53 a	26,3 a
Inóculo e <i>P. moniliformis</i>	2,26 a	3,63 b	5,40 b	6,90 b	8,62 b
Inoculante Total Nitro® (<i>B.japonicum</i>)	2,80 a	4,56 b	7,11 b	8,90 b	11,83 b
Dose de N 70 mg dm⁻³	2,77 a	5,66 a	9,66 a	11,88 a	13,35 b
Dose de N 140 mg dm⁻³	2,75 a	5,21 a	10,76 a	13,47 a	19,50 a
Dose de N 210 mg dm⁻³	3,11 a	6,16 a	11,74 a	17,14 a	23,57 a
Dose de N 280 mg dm⁻³	3,04 a	4,91 a	8,52 a	12,26 a	20,92 a
Coefficiente de Variação (%)	26,24	28,69	37,00	27,75	37,63

Médias seguidas pela mesma letra dentro da coluna não diferiram entre si pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

Verificou-se simbiose de maneira efetiva por parte do rizóbio de *M. tenuiflora*, a partir dos 115 dias, quando o inóculo específico proporcionou comprimento da parte aérea das mudas semelhante às doses de N. Este comportamento provavelmente ocorreu devido à bactéria ser um organismo que carece de um tempo para o estabelecimento da interação. Nobre (2008) relata que é necessário de 20 a 30 dias para as Fabaceae apresentarem indícios de nódulos no sistema radicular, atrasando o início do processo de FBN. Se o período de

avaliação das mudas tivesse sido ampliado, provavelmente, as mudas inoculadas com rizóbio de *M. tenuiflora* apresentariam maiores valores de CPA, visto que na última avaliação observou-se que este tratamento apresentou maior valor numérico em relação às doses de N, sendo este aumento gradativo ao longo das avaliações (Tabela 2). Mendes et al. (2013) também constataram que mudas de *M. caesalpiniiifolia* inoculadas com rizóbio apresentaram melhor desenvolvimento a partir dos 90 dias. Resultado semelhante foi obtido em mudas de *E. contortisiliquum*, que foram inoculadas com rizóbio e adubadas com nitrogênio sintético, cultivadas durante 80 dias. Os pesquisadores também não observaram diferença estatística entre o uso do rizóbio e o nitrogênio sintético na altura das plantas em campo, antes dos 90 dias de semeadura (FERNANDES et al., 2017).

Verificou-se aos 175 dias após a semeadura, que as mudas onde se aplicou o inóculo de *M. tenuiflora*, apresentaram maiores diâmetros dos caules desta espécie florestal (Tabela 3), diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Este comportamento ocorre devido a presença dos simbiossiontes que, através da fixação biológica de nitrogênio proporcionam às mudas efeito progressivo no desenvolvimento do diâmetro do caule (VIEIRA; SOUZA, 2011) e das raízes. Isto se deve a fixação do N e a biossíntese de fito-hormônios pelas bactérias, que são considerados os principais mecanismos utilizados pelas bactérias para promover o crescimento de plantas (LUCANGELI; BOTTINI, 1997). Segundo Fernandes et al. (2017) este estímulo também possibilitará maior capacidade de sobrevivência das mudas em campo. Os demais tratamentos onde se inoculou rizóbios se comportaram igual ao controle, ressaltando que os rizóbios obtidos de outras espécies não apresentaram melhorias no DC de *M. tenuiflora*. As mudas com diâmetro menor e altura elevada, possuem menor capacidade de sobrevivência no campo, sendo melhor a obtenção de mudas com crescimento equilibrado, evitando assim, o tombamento das plantas (DELARMELINA et al., 2015).

Tabela 3. Diâmetro do caule de mudas de *Mimosa tenuiflora* aos 55, 85, 115, 145 e 175 dias após a semeadura.

Tratamentos	Diâmetro do caule				
	Dias após a semeadura				
	55	85	115	145	175
Controle	0,86 a	0,73 c	1,45 b	1,04 c	2,14 c
Inóculo de <i>M. tenuiflora</i>	0,89 a	0,92 c	1,92 a	2,48 a	3,75 a
Inóculo e <i>P. moniliformis</i>	0,75 b	1,20 b	1,35 b	1,72 b	2,06 c
Inoculante Total Nitro® (<i>B.japonicum</i>)	0,93 a	1,44 a	1,63 b	2,14 a	2,38 c
Dose de N 70 mg dm⁻³	0,88 a	1,48 a	2,02 a	2,38 a	2,76 b
Dose de N 140 mg dm⁻³	0,75 b	1,38 a	1,97 a	2,42 a	3,02 b
Dose de N 210 mg dm⁻³	0,82 b	1,61 a	1,98 a	2,56 a	3,20 b
Dose de N 280 mg dm⁻³	0,79 b	1,24 b	1,64 b	2,24 a	2,96 b
Coeficiente de Variação (%)	14,59	15,95	23,08	24,14	17,77

Médias seguidas pela mesma letra dentro da coluna não diferiram entre si pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

Apesar da expectativa dos inoculantes não específicos de *M. tenuiflora* poderem apresentar algum efeito positivo nas mudas desta espécie, isto não foi observado. Se os rizóbios não específicos apresentassem algum efeito nas mudas, poderia facilitar a utilização pelos produtores de mudas de espécies florestais da caatinga (EFC), uma vez que existem diferentes inoculantes comerciais a base de espécies cultivadas sendo comercializados. O rizóbio de *P. moniliformis*, também EFC, não proporcionou incremento no diâmetro do caule de *M. tenuiflora*. Estes resultados confirmam a informação exibida na literatura a respeito da especificidade dos rizóbios (CARVALHO et al., 2008), embora alguns pesquisadores já tenham obtido sucesso no desenvolvimento de mudas de espécies florestais com a inoculação de rizóbios isolados de outras espécies, ou seja, não específicos (FERREIRA et al., 2012).

Trabalhando com *E. contortisiliquum*, Fernandes et al. (2017) verificaram que as plantas inoculadas com bactérias diazotróficas, diferiram estatisticamente dos tratamentos

com adubação nitrogenada e do tratamento controle, corroborando com os resultados obtidos neste trabalho. Em outra espécie florestal da Caatinga (*A. macrocarpa*) as mudas inoculadas com rizóbio também diferiram positivamente da adubação nitrogenada (CHAVES et al., 2006).

Na MSR a aplicação de rizóbio de *M. tenuiflora* foi estatisticamente igual aos tratamentos com nitrogênio sintético e superior aos demais tratamentos com rizóbios não específicos e o controle (Tabela 4). Em mudas de *Acacia mangium*, a inoculação de rizóbio também proporcionou MSR similar a adubação nitrogenada (JAYAKUMAR; TAN, 2006). O sucesso do inóculo específico em relação aos inespecíficos é explicado em razão do processo simbiótico ser espécie-específico, o que dificulta a eficácia desta relação com outras espécies hospedeiras. Para isso, é fundamental a seleção de estirpes que influenciam de maneira positiva, melhorando a capacidade da FBN (BELINI et al., 2014).

Tabela 4. Massas secas das raízes (MSR), caules (MSC), folhas (MSF) e o índice de robustez (IR) de mudas de *Mimosa tenuiflora* aos 175 dias após a semeadura.

Tratamentos	MSR (g)	MSC (g)	MSF (g)	MST (g)	IR
Controle	0,85 b	0,16 b	0,65 b	1,741 b	0,44 b
Inóculo de <i>M. tenuiflora</i>	2,28 a	0,88 a	1,81 a	5,09 a	0,67 a
Inóculo de <i>P. moniliformis</i>	0,64 b	0,13 b	0,46 b	1,28 b	0,42 b
Inoculante Total Nitro Full® (<i>B. japonicum</i>)	1,02 b	0,18 b	0,74 b	2,07 b	0,49 b
Dose de N 70 mg dm⁻³	1,53 a	0,28 b	0,92 b	2,80 b	0,49 b
Dose de N 140 mg dm⁻³	2,23 a	0,41 b	1,54 a	4,18 a	0,65 a
Dose de N 210 mg dm⁻³	1,69 a	0,60 a	1,50 a	3,89 a	0,73 a
Dose de N 280 mg dm⁻³	1,69 a	0,52 a	2,04 a	4,04 a	0,68 a
Coefficiente de Variação (%)	60,72	81,29	53,14	54,46	24,37

Médias seguidas pela mesma letra dentro da coluna não diferiram entre si pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

O rizóbio de *M. tenuiflora* proporcionou maior peso de MSC, diferindo dos inóculos comercial Total Nitro Full® (*B. japonicum*) e de *P. moniliformis* e das doses de nitrogênio 70

e 140 mg dm^{-3} . Porém, foi estatisticamente semelhante a adubação com doses de 210 e 280 mg dm^{-3} (Tabela 3). Vieira e Souza (2011) também verificaram na matéria seca do caule que a inoculação de rizóbio não diferiu da adubação nitrogenada nas espécies florestais *Swartzia argentea* e *Swartzia laeviscarpa* após 204 e 185 dias respectivamente, apesar de ter apresentado média superior aos tratamentos com adubação, fato que também ocorreu neste trabalho. A prática da inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio torna a muda com caules mais vigorosos, resultando em maior MSC (VIEIRA; SOUZA, 2011).

Para o parâmetro MSF, o rizóbio de *M. tenuiflora* foi superior a dose de 70 mg dm^{-3} de nitrogênio. Os inóculos de *P. moniliformis*, *B. japonicum* (Total Nitro Full®) e o tratamento controle, foram iguais as doses 140, 210 e 280 mg dm^{-3} ($p < 0,01$) (Tabela 4). Vieira e Souza (2011) quando trabalharam com *S. laeviscarpa*, verificaram que o peso seco das folhas foi favorecido pelos tratamentos com inoculação do rizóbio específico de *S. laeviscarpa* e adubação com N, apresentando superioridade ao tratamento controle.

A MST das mudas foi superior nos tratamentos inóculo de *M. tenuiflora* e doses de nitrogênio (140, 210 e 280 mg dm^{-3}). A utilização de mudas inoculadas influencia diretamente na produção da biomassa seca mostrando-se interessante para recuperação de áreas degradadas por contribuir na deposição de matéria orgânica no solo, que através da mineralização e ciclagem de nutrientes, favorece a melhoria das características do solo (ALMEIDA et al., 2013). Além disso, mudas mais desenvolvidas certamente terão maior capacidade de sobrevivência em campo, exigindo menos gastos com manutenção. Avaliando mudas de *Sesbania virgata*, Ferreira et al. (2015) também não verificaram diferença entre rizóbios e a adubação nitrogenada. Para a espécie nativa da Caatinga *A. macrocarpa*, o resultado divergiu deste trabalho, tendo o rizóbio proporcionado maior incremento na MST em relação as doses de N (CHAVES et al., 2006).

O inóculo de *M. tenuiflora* e as três maiores doses de N (140, 210 e 280 mg dm^{-3}) proporcionaram maiores valores de IR, sendo estatisticamente superiores a dose de 70 mg dm^{-3} de N e os isolados rizobianos de *P. moniliformis* e *B. japonicum* (Total Nitro Full®). Efeito positivo do inóculo de *M. tenuiflora* e da adubação nitrogenada também foi verificado em mudas de *Inga laurina* para o IR, que obtiveram médias superiores ao tratamento controle (GÓES et al., 2015).

Na análise de regressão, verificou-se que as doses de N se ajustaram ao modelo linear em todos os parâmetros analisados. Houve variação no CPA de 9,23 a 23,57, sinalizando que este parâmetro respondeu a adubação nitrogenada. Barroso et al. (2000) verificaram ao trabalhar com substrato constituído de resíduos agroindustriais em mudas de

Sesbania virgata. Estes pesquisadores constataram que, com o aumento das doses de N houve maior incremento no comprimento da parte aérea. Mudanças de *M. caesalpinifolia* apresentaram aumento linear na altura conforme o acréscimo das doses de N (MARQUES et al., 2006) (Figura 1A). As mudas desta espécie adubadas com 100 mg dm⁻³ atingiram em média 52,19 cm de comprimento da parte aérea. Já as plantas de *M. tenuiflora*, caso tivessem sido adubadas com a mesma quantidade de N, possivelmente teriam atingido média de 15,75 cm.

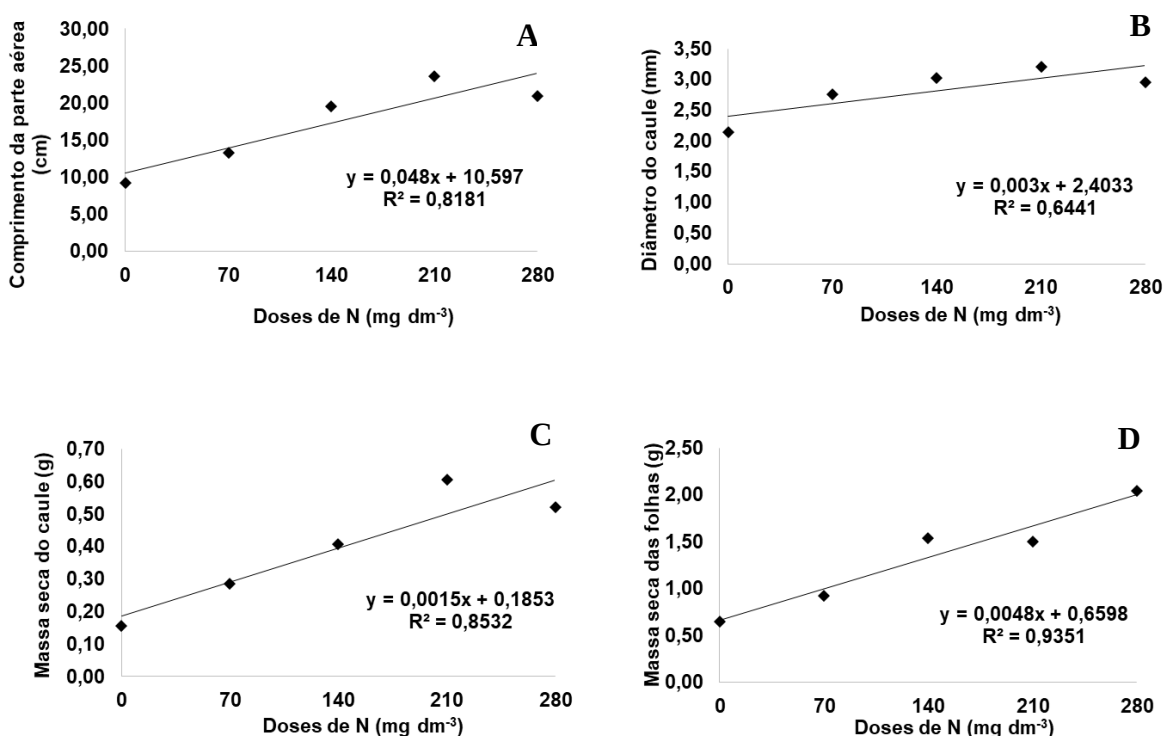


Figura 1. Comprimento da parte aérea (A), Diâmetro do caule (B), Massa seca do caule (C) e Massa seca das folhas (D) das mudas de *Mimosa tenuiflora*, em resposta a aplicação de diferentes doses de nitrogênio após 175 dias.

A adubação nitrogenada também proporcionou aumento linear para o diâmetro do caule das mudas de *M. tenuiflora* (Figura 1B). Observou-se que mesmo não obtendo resposta quadrática, já houve indicativo de que a dose 280 mg dm⁻³ de nitrogênio tenha provocado uma moderada queda no desenvolvimento deste parâmetro para a espécie estudada. Marques et al. (2006) verificaram em mudas de *Dalbergia nigra*, cultivadas em cambissolo, que os valores dessa característica aumentaram linearmente com as doses, atingindo, na dose de 100 mg dm⁻³, 3,85 mm. No presente trabalho, se estimado a mesma dose (100 mg dm⁻³) o diâmetro das

mudas de *M. tenuiflora* atingiria 2,70 mm. Sobre a MSC, verificou-se que as doses de nitrogênio provocaram aumento linear ($p < 0,05$).

Mudas de *Calophyllum brasiliense* apresentaram comportamento diferente, pois o maior peso seco do caule foi atingido na dose de 40 mg dm⁻³ de N e o menor peso na dose de 160 mg dm⁻³, ajustando-se assim, ao modelo quadrático (CIRIELLO et al., 2014). Espécies nativas apresentam exigências nutricionais distintas, dificultando a transferência de experiências. Mas, estas podem servir para orientação de trabalhos com essências pouco estudadas (BELAPART et al., 2013). A resposta da MSC ao incremento das doses de N, pode ser explicada pelo efeito do elemento sobre a altura de plantas, uma vez que nem mesmo a MSR foi afetada pelo incremento de doses de N (BELAPART et al., 2013).

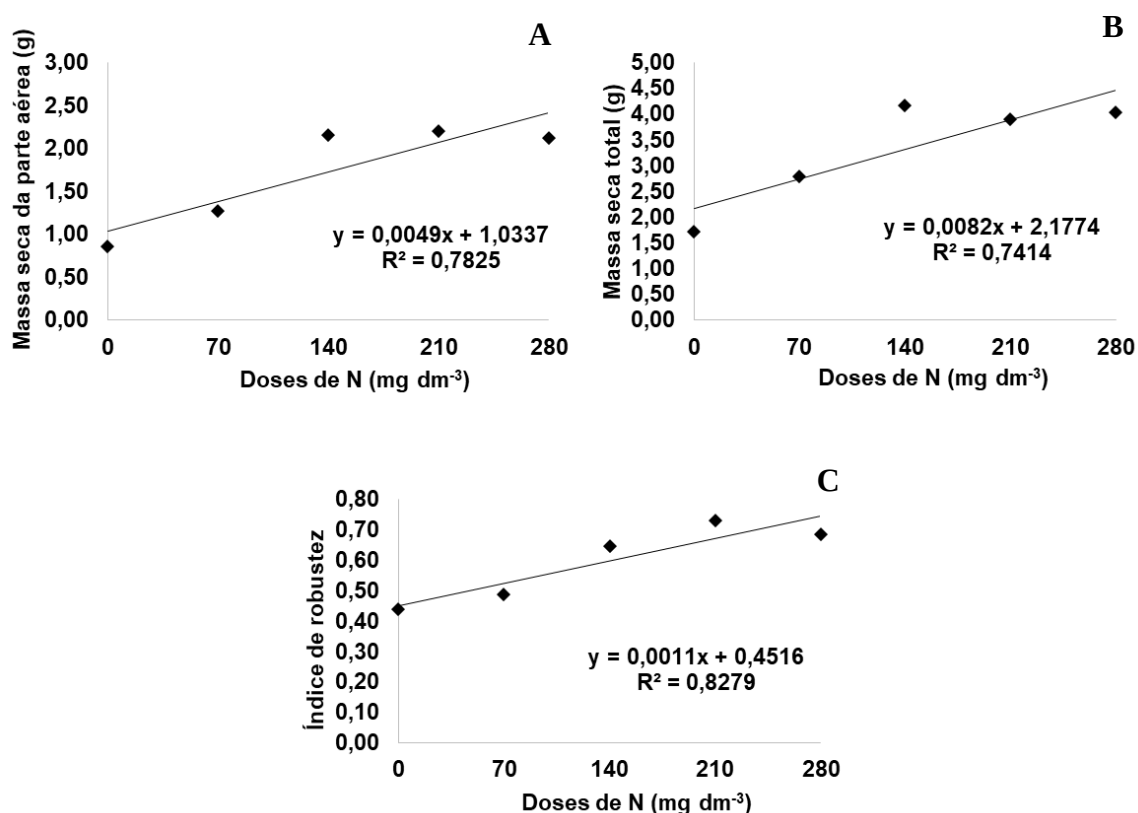


Figura 2. Massa seca da parte aérea (A), Massa seca total (B) e Índice de robustez (C) das mudas de *Mimosa tenuiflora*, em resposta a aplicação de diferentes doses de nitrogênio após 175 dias.

Quanto à MSF de *M. tenuiflora*, verificou-se resposta significativa à aplicação das doses de N, apresentando resposta linear ($p < 0,05$). Mudas de *Samanea inopinata* também responderam positivamente à aplicação de nitrogênio ao substrato, propiciando consideráveis aumentos na produção de matéria seca das folhas (CRUZ et al., 2006). Já em mudas de

Apuleia leiocarpa não foi verificada resposta significativa à aplicação de N (NICOLOSO et al., 2001). O efeito significativo na MSF pode ser resultado do maior crescimento vegetativo das plantas, o que também teria colaborado para a maior MSPA. A aplicação de doses de N mostra-se interessante, pois afeta diretamente a capacidade fotossintética das plantas, estando também relacionado aos outros incrementos em dados biométricos (BELAPART et al., 2013).

A análise de regressão indicou resposta significativa das mudas de *M. tenuiflora* para as doses de nitrogênio em relação à MSPA, apresentando modelo linear e respondendo positivamente a adubação nitrogenada com o aumento das doses. Este aumento no substrato proporciona incremento na massa seca da parte aérea, principalmente quando existe deficiência deste nutriente (FREIBERGER et al., 2013), explicando o fato do maior valor de MSPA ter sido obtido justamente nas mudas adubadas com a maior dose de N (BENEDETTI et al., 2009), sendo a *M. tenuiflora* considerada exigente para este nutriente, uma vez que a sua ausência afeta a produção de MSPA. Mudanças de *D. nigra* apresentaram resultado diferente, sendo verificado efeito quadrático com uma variação de MSPA de 0,42 a 3,72 g, quando a dose aplicada foi de zero (controle) a 200 mg dm⁻³ de N (Marques et al., 2006). Estimando a dose de 200 mg dm⁻³ de N para *M. tenuiflora* a MSPA chegaria a 2,01 g.

Para a MST, verificou-se efeito significativo para a aplicação das doses em mudas de *M. tenuiflora*, apresentando resposta linear com o acréscimo das doses ($p < 0,05$). Doses de N nas mudas de *M. caesalpiniiifolia* cultivadas em dois substratos diferentes (Cambissolo e Latossolo vermelho-amarelo) também apresentaram ajuste ao modelo linear de regressão no peso seco total conforme o acréscimo das doses de N (MARQUES et al., 2006). O mesmo foi verificado em mudas de *D. nigra*, onde houve produção crescente conforme o acréscimo das doses (MARQUES et al., 2006). No entanto, Nicoloso et al. (2005), quando estudaram a nutrição de mudas de *A. leiocarpa*, verificaram redução na MST da planta. Ainda, segundo estes mesmos autores, a nutrição com sulfato de amônio tende a acidificar o citosol das células radiculares e na rizosfera. Entretanto isso não foi constatado no presente trabalho.

A análise de regressão apresentou resposta linear à aplicação das doses de nitrogênio, comprovando a influência da adubação nitrogenada para o IR. Valores ideais para essa relação devem situar entre 5,4 e 8,1, indicando o equilíbrio de crescimento das mudas (CARNEIRO, 1995). Com o aumento das doses, verificou-se efeito significativo, ocorrendo um acréscimo nos valores desta relação, apresentando uma variação entre as médias de 4,87 a 7,32. Assim, os valores encontrados neste trabalho, para esse parâmetro, são considerados dentro do limite proposto. Resultado semelhante foi encontrado por Dutra et al. (2015) quando trabalharam com mudas de *Dalbergia miscolobium*, aplicando doses de N as mudas

também apresentaram crescimento linear para a variável IR, corroborando com o resultado encontrado neste estudo. A dose de 300 mg dm⁻³ utilizada para a *D. miscolobium* situou-se entre 5 e 6 estando, portanto, dentro do limite aceitável.

O desenvolvimento de mudas de *M. tenuiflora* é eficiente com a inoculação do rizóbio específico (*M. tenuiflora*). Portanto, a adição de nitrogênio sintético é recomendada apenas como alternativa secundária.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O inóculo de *M. tenuiflora* foi eficiente no desenvolvimento das mudas, diferente dos demais inóculos, que não apresentaram efeito positivo para o desenvolvimento das mudas em nenhum dos parâmetros estudados.

As mudas responderam a adubação nitrogenada proveniente do sulfato de amônio, sendo a dose 210 mg dm⁻³ a que proporcionou maiores valores de crescimento, portanto, sendo a mais indicada para a produção de mudas de *M. tenuiflora*.

6. REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, P. B. **Plantas forrageiras**: Gramíneas e leguminosas. 2004. 150 p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

ALFAIA, S. S. Caracterização e distribuição das formas do nitrogênio orgânico em três solos da Amazônia Central. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 36, n. 2, p. 135-140, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59672006000200001>. Acesso em: 23 Jul. 2019. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59672006000200001>. Acesso em 23 Jul. 2019.

ALMEIDA, G. S. et al. Capacidade de nodulação em *ingá* sp. de ocorrência na amazônia ocidental. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 9, n. 17, p.491, 2013. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2013b/CIENCIAS%20AGRARIAS/capacidade.pdf>>. Acesso em: 23 Jul. 2019.

ALVES, J. J. A.; ARAÚJO, M. A.; NASCIMENTO, S. S. Degradação da Caatinga: Uma investigação ecogeográfica. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.22, p. 126-135, 2009. Disponível em: < <file:///C:/Users/Michele/Desktop/560-Artigo%20de%20submiss%C3%A3o-3261-1-10-20090722.pdf>>. Acesso: 01 Jul. 2019.

ANTUNES, J. E. L et al. Eficiência simbiótica de isolados de rizóbio noduladores de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.). Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.35, p.751-757, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v35n3/v35n3a11.pdf>>. Acesso em: 01 Jul. 2019.

ARP, D. J. et al. The nitrogen cycle. In: TRIPLETT, E.W. (Ed.). **Prokaryotic nitrogen fixation**. Wymondham: Horizon Scientific Press, 2000. p. 1–14.

AZEVEDO, C. F. et al. **Manual de frutos sementes e plântulas de espécies da caatinga**. Brasília: Editora Kiron, 2014, p. 95.

BALOTA, E. L. Alterações microbiológicas em solos cultivados sob o plantio direto. In: PEIXOTO, R. T. G; AHRENS, D. C.; SAMAHA, M. J. (Eds.) **Plantio direto: o caminho para a agricultura sustentável**. Ponta Grossa: IAPAR, 1997. p. 222-231.

BARRETT, C.F.; PARKER, M.A. Coexistence of Burkholderia, Cupriavidus, and Rhizobium sp. nodule bacteria on two Mimosa spp. in Costa Rica. **Applied and Environmental Microbiology**, v.72, p.1198-1206, 2006. Disponível em: <<https://aem.asm.org/content/aem/72/2/1198.full.pdf>>. Acesso em: 23 Jul. 2019.

BARROSO, D. G. et al. Efeito de diferentes doses de nitrogênio em mudas de sesbânia (*Sesbânia virgata* Raddi) e sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth), produzidas em resíduos agro-industriais como substrato. In: FOREST 2000, Porto Seguro, **Resumos Técnicos...** Porto Seguro: Biosfera, 2000.

BELAPART, D. et al. Efeito de diferentes doses de nitrogênio e cálcio no desenvolvimento inicial do guanandi. **Unimar Ciências**, v. 22, n. 1/2, p.71-77, 2013. Disponível em: <<http://ojs.unimar.br/index.php/ciencias/article/view/490/222>>. Acesso em: 23 Jul. 2019.

BELINI, C. M. et al. Crescimento de leguminosas arbóreas inoculadas com rizóbios em casa de vegetação. *Revista Fafibe On-Line*, Bebedouro, v.7, n.1, p. 35-47, 2014. Disponível em: <<http://www.unifafibe.com.br/revistasonline/arquivos/revistafafibeonline/sumario/33/18122014194323.pdf>>. Acesso em: 23 Jul. 2019.

BENEDETTI, E. L. et al. Crescimento e sintomas em mudas de espinheira-santa com omissão de nitrogênio, fósforo e potássio. **Floresta**, Curitiba, v. 39, n. 2, p.335-343, 2009. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/14560/9782>>. Acesso em: 23 Jul. 2019.

BENEDITO, C. P. et al. Dormancy overcoming, temperatures and substrates on germination of *Mimosa tenuiflora* Willd seeds. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 1, p.125-134, 2017. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/23709/20654>>. Acesso em: 23 Jul. 2019.

Bezerra, D. A. C. Abordagem fitoquímica, composição bromatológica e atividade antibacteriana de *Mimosa tenuiflora* (Wild) Poir et *Piptadenia stipulacea* (Benth) Ducke. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 33, n. 1, p.99-106, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=493062&pid=S0871-018X201800040001800005&lng=pt>. Acesso em: 08 Jul. 2019.

CADORIN, D. A. et al. Metil Jasmonato e flexões caulinares na rustificação e crescimento inicial de mudas de *Cordia trichotoma*. **Cerne**, Lavras, v. 21, n. 4, p. 657-664, 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cerne/v21n4/2317-6342-cerne-21-04-00657.pdf>>. Acesso em: 23 Jul. 2019.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. UFPR/FUPEF, 1995. p.451.

CARVALHO, F. G.; SELBACH, P. A.; SILVA, A. J. N. Especificidade hospedeira de variantes *Bradyrhizobium* spp em soja (cvs peking e clark), caupi e guandu. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. especial, p.2701-2708, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v32nspe/13.pdf>>. Acesso em: 23 Jul. 2019.

CHAER, G. M. et al. Nitrogen-fixing legume tree species for the reclamation of severely degraded lands in Brazil. **Tree Physiology**, Oxford, v. 31, n. 2, p. 139-149, 2011. Disponível em:<https://watermark.silverchair.com/tpq116.pdf?token=AQECAHi208BE49Oan9kkhWErcy7Dm3ZL_9Cf3qfKAac485ysgAAAnEwggJtBgkqhkiG9w0BBwagggJeMIICWgIBADCCAlMGCSqGS1b3DQEHATAeBg1ghkgBZQMEAS4wEQQMhO_gGZxtR3mjWP8SAgeQgIICJBbimZgwKX9vZjvjx0A7aI_uE7sQndHb6dGivLhYqLCibmQDIIfmRKvJXCh0cwbUPhtA2mVoABarWPaUP7AzCAF19rVlGESk3BHziF0SRatnZAct7L8UV9tage0CondY1DamZmB2V3YkrkC2TsnxPG9nTyPUpb0dOLpImkc9NQ5UWRpXnqJVuXBsMkVBnWdk3COB04xx15tz3uOP08uklMHaZpz0ZkEAbHReDZnLExZ4eegBNLBlueO1En0N12cMNVYYW0wOYWaDCpseyUNNtG5HFE_fcR2on0V8rA3Vn0HRqJc4OxluRtOwOFjtgj3zoyg7hK8cR9HW6Oq3SWJev27W7hYXSedTT9nChBkLjh3W0hDfZCOT6HAg21EtL9MFU1eTsupJI1hQEUi0jQiG9HBGPt45wfgtBYAZ3Td_lo5yBZwzStBgD68KAfITvdMkfWnJ3_JOW1qNHwFqdKECjbKg8zk0c_HjNDdP68YiKBO7f7VjrGpIKIE6dYNxiPKR4fDZctoce28mG_kCkyMcuKZWLCW5tMcvOSIFDwx2ifrmAgV5ruUBpBkuG5HmX3bIpokw99q1OxjH9k4xlA2DOJIWcs1tVQwAhjWwo2ORcymM5RnHojhgGVC1opxtemPOT4SNoguSh3AOtMGTKZBy6E40N>

[8gwpAe57KyLsRYudlrTaxcgUKs3LrIq_pkXzesm2oURgB24xuzXQXO9OhfL](#)>. Acesso: 18 Jul. 2019.

CHAGNON, P.L. et al. A trait-based framework to understand life history of mycorrhizal fungi. **Trends in Plant Science**, Oxford, v. 18, p. 484-491, 2013. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1360138513000885>>. Acesso em: 23 Jul. 2019.

CHAVES, L. L. B.; CARNEIRO, J. G. A.; BARROSO, D. G. Crescimento de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan (angico -vermelho) em substrato fertilizado e inoculado com rizóbio. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, p. 911-919, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/rarv/v30n6/a06v30n6.pdf>>. Acesso: 01 Jul. 2019.

CIRIELLO, V.; GUERRINI, I. A.; BACKES, C. Doses de nitrogênio no crescimento inicial e nutrição de plantas de guanandi. **Cerne**, Lavras, v. 20, n. 4, p.653-660, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cerne/v20n4/v20n4a20.pdf>>. Acesso em: 23 Jul. 2019.

CRUZ, C. A. F.; PAIVA, H. N.; GUERRERO, C. R. A. Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de sete-cascas (*Samanea inopinata* (Harms) Ducke). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 4, p.537-546, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-67622006000400006&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 23 Jul. 2019.

DELARMELINA, W. M. et al. Uso de resíduo orgânico em substrato para produção de *Chamaecrista desvauxii* (Collad.) Killip var. latistipula (Benth.). **Cerne**, Lavras, v. 21, n. 3, p.429-437, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-77602015000300429&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 23 Jul. 2019.

DUTRA, T. R. et al. Crescimento inicial e qualidade de mudas de caviúna-do-cerrado e caroba-do campo em resposta à adubação nitrogenada. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Campina Grande, v. 11, n. 3, p.52-61, 2015. Disponível em: <<http://revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/647/pdf>>. Acesso em: 23 Jul. 2019.

EMBRAPA AGROBIOLOGIA. **Inoculantes bacterianos**. Seropédica: EMBRAPA, 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agrobiologia/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produtoservico/3726/inoculantesbacterianos?fbclid=IwAR3VQFDZT4uvCibVWPGzCtSfcy_vSFpR3g_Z-Wi-2DZW_V3HT-HWFzi6N_c>. Acesso em: 01 Jul. 2019.

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

FERNANDES, M. R. M.; NÓBREGA, R. S. A.; FERNANDES, M. M.; SOUSA, W. C.; FILHO, J. F. L. Substratos e inoculação com *Bradyrhizobium* no crescimento de tamboril (*Enterolobium contortisiliquum*) em área degradada. **Revista Agrarian**, Dourados, v.10, p.52-60, 2017. Disponível em: <<file:///C:/Users/Michele/Desktop/3554-19866-1-PB.pdf>>. Acesso: 01 Jul. 2019.

FERREIRA, L. V. M. et al. Crescimento e nodulação de *Sesbania virgata* com estirpes nativas e introduzidas. **Revista de Ciências Agrárias**, Recife, v. 58, n. 4, p.327-334, 2015.

GÓES, G. S. et al. Efeitos da inoculação com bactérias diazotróficas e da adubação nitrogenada no crescimento e na qualidade de mudas de *Inga laurina* (SW.) Willd. (Fabaceae). **Revista Árvore**, Vicosa, v. 39, n. 6, p.1031-1038, 2015. Disponível em: <

<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v39n6/0100-6762-rarv-39-06-1031.pdf>>. Acesso em: 23 Jul. 2019.

HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. The Water Culture Method for Growing Plants without Soil. **California Agricultural Experiment Station**, Davis, v. 347, n. 2, p. 32, 1950. Disponível em: <[file:///C:/Users/Ufersa3BV/Downloads/CAAgExperimentStation Circular347 1950.pdf](file:///C:/Users/Ufersa3BV/Downloads/CAAgExperimentStation%20Circular347%201950.pdf)>. Acesso em: 23 Jul. 2019.

HUNGRIA, M. et al. A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. **Embrapa Soja**, Londrina, 2007. 80 p.

JAYAKUMAR, P.; TAN, T. K. Variations in the responses of *Acacia mangium* to inoculation with different strains of *Bradyrhizobium* sp. under nursery conditions. **Symbiosis**, v. 41, n. 1, p.31-37, 2006. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/287601889 Variations in the responses of Acacia mangium to inoculation with different strains of Bradyrhizobium sp under nursery conditions](https://www.researchgate.net/publication/287601889_Variations_in_the_responses_of_Acacia_mangium_to_inoculation_with_different_strains_of_Bradyrhizobium_sp_under_nursery_conditions)>. Acesso em: 23 Jul. 2019.

LEMOES, L. B. et al. Influência da consorciação com *Brachiaria ruziziensis* e do nitrogênio residual na cultura do milho. **Revista de ciências agrárias**. Recife, v.35, n.1, p.67-69, 2012. Disponível em: <<http://periodicos.unifil.br/index.php/Revistatestes/article/view/518/471>>. Acesso em: 18 Jul. 2019.

LIMA, C. R. et al. Potencialidade dos extratos tânicos de três espécies florestais no curtimento de peles caprinas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 11, p. 1192-1197, 2014. Disponível em: <<https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/986/472?fbclid=IwAR1W54gqAZP-Zt45L8dmAYmcfqgVIVQSC6kQo2TgC21tfwAe5yTD6f5pII>>. Acesso: 02 Jul. 2019.

LUCANGELI, C.; BOTTINI, R. Effects of *Azospirillum* spp. on endogenous gibberellin content and growth of maize (*Zea mays* L.) treated with uniconazole. **Symbiosis**, v. 23, n. 1, p. 63-72, 1997. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000144&pid=S0100-0683201000020000800025&lng=es>. Acesso em: 23 Jul. 2019.

MACHADO, A. T. et al. Efeito da adubação nitrogenada e da inoculação com bactérias diazotróficas no comportamento bioquímico da cultivar de milho nitroflinT. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 6, p.961-970, 1998. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/148025/1/Efeitodaadubacaonitrogenada-e-da-inoculacao-com-bacterias-diazotroficas-no-comportamento-bioquimico-da-cultivar-de-milho-nitroflinB.pdf>>. Acesso em 23 Jul. 2019.

MAIA, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. São Paulo: D&Z, 2004. 413 p.

MAIA, J.; SCOTTI, M. R. Growth of *Inga vera* Willd. subsp. *affinis* under rizobia inoculation. **Revista de la Ciencia del Suelo y Nutrición Vegetal**, Temuco, v.10, p. 139-149, 2010. Disponível em: <https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-27912010000200005&lng=pt&nrm=iso&tlng=en>. Acesso em: 01 Jul. 2019.

MAÑAS, P. P. et al. Quality of maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.) seedlings using waste materials as nursery growing media. **New Forests**, West Lafayette, v. 37, n. 3, p.295-311, 2009. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11056-008-9125-4>>. Acesso em: 23 Jul. 2019.

MARQUES, V. B. et al. Efeitos de fontes e doses de nitrogênio no crescimento de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.). **Scientia Forestalis**, n. 71, p. 77-85, 2006. Disponível em: <<https://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr71/cap08.pdf>>. Acesso em: 23 Jul. 2019.

MARTINS, L. M. V. et al. **CARACTERÍSTICAS RELATIVAS AO CRESCIMENTO EM MEIO DE CULTURA E A MORFOLOGIA DE COLÔNIAS DE “RIZÓBIO”**. Seropédica, RJ: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, (Embrapa-CNPAB. Comunicado Técnico, 19), p. 14, 1997. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAB-2010/27144/1/cot019.pdf>>. Acesso em: 23 Jul. 2019.

MENDES, M. M. C. et al. Crescimento e sobrevivência de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) inoculadas com micro-organismos simbiotes em condições de campo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, p.309-320, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cflo/v23n2/1980-5098-cflo-23-02-00309.pdf>>. Acesso em: 01 Jul. 2019.

MIRANSARI, M. Soil microbes and the availability of soil nutrients. **Acta Physiologiae Plantarum**, Paris, v. 35, p. 3075-3084, 2013. Disponível em: <<file:///C:/Users/Ufersa3BV/Downloads/Miransari.pdf>>. Acesso em: 23 Jul. 2019.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: Editora UFLA, 2006. p.729.

MOULIN, L. et al. Nodulation of legumes by members of the β -subclass of Proteobacteria. **Nature**, v. 411, p. 948-950, 2001. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11418858>>. Acesso em: 23 Jul. 2019.

NICOLOSO, F. T. et al. fontes de nitrogênio mineral ($N-NO_3^-$ e $N-NH_4^+$) no crescimento de mudas de grápia (*Apuleia leiocarpa* (Vog.) Macbride). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 3, p. 221-231, 2005. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/1839/1106>>. Acesso em: 23 Jul. 2019.

NICOLOSO, F. T. et al. Nutrição mineral de mudas de grápia (*Apuleia leiocarpa*) em argissolo vermelho distrófico arênico: Efeito da dubação NPK no crescimento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 6, p. 1-8, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S010384782001000600012&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 23 Jul. 2019.

NOBRE, A. P. **Respostas de mudas de *Gliricidia sepium* à aplicação de nitrogênio e fósforo**. 2008. 56 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2008. Disponível em: <

<http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/bitstream/riufcg/2908/1/ADAILTON%20PEREIRA%20NOBRE-DISSERTA%c3%87%c3%83O-PPGZ%202008.pdf>>. Acesso em: 23 Jul. 2019.

OLIVEIRA, E. et al. Estrutura anatômica da madeira e qualidade do carvão de *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, p.311-318, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/rarv/v30n2/a18v30n2.pdf?fbclid=IwAR2hekM9CnAHjn2vCRpqQP22Bvryp7jquJfhdERC0BJNMBCZv4UGwuAs9Fo>>. Acesso em: 01 Jul. 2019.

PEREIRA, P. Taxonomia e diversidade genética de rizóbios microssimbiontes de distintas leguminosas com base na análise polifásica (Box-PCR e 16 S RNAr) e na metodologia de MLSA. 2008. 100 p. Tese (Doutorado em Microbiologia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2008. Disponível em: <http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UEL_75b26512fdeee013d1ce65928a76ee3a>. Acesso em: 23 Jul. 2019.

PEREIRA, R. M. et al. Avaliação de populações de possíveis rizobactérias em solos sob espécies florestais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 1921-1927, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v32n5/13.pdf>>. Acesso em: 23 Jul. 2019.

PINTO, M. S. C. et al. Potencial forrageiro da caatinga, fenologia, métodos de avaliação da área foliar e o efeito do déficit hídrico sobre o crescimento de plantas. **Revista Eletrônica de Veterinária**, São Paulo, v. 7 p.1-10, 2006. Disponível em: <[file:///C:/Users/Ufersa3BV/Downloads/Potencial forrageiro da caatinga fenologia metodo s.pdf](file:///C:/Users/Ufersa3BV/Downloads/Potencial%20forrageiro%20da%20caatinga%20fenologia%20metodo%20s.pdf)>. Acesso em: 23 Jul. 2019.

RAYMOND, J. et al. The natural history of nitrogen fixation. **Molecular Biology and Evolution**, Chicago, v. 21, p. 541–554, 2004. Disponível em: <<https://academic.oup.com/mbe/article/21/3/541/1079575>>. Acesso em: 23 Jul. 2019.

RHIJN, V. P.; VANDERLEYDEN, J. The *Rhizobium*-plant symbiosis. **Microbiology Reviews**, Amsterdam, v. 59, n. 1, p. 124-142, 1995. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC239357/>>. Acesso em: 23 Jul. 2019.

SMARSI, R. C. et al. Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de lichieira. **Revista Ceres**, Viçosa, v.58, p.129-131, 2011. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/55115/1/Artigo-Adubacao-Nitrog-em-Lichia-Ceres-v58n1p129-131-2011.pdf>>. Acesso em: 01 Jul. 2019.

SOARES, A. L. L. et al. Eficiência agrônômica de rizóbios selecionados e diversidade de populações nativas nodulíferas em Perdões (MG). I – Caupi (1). **Revsita Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.30, n.5, p.795-802, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832006000500005>. Acesso em: 23 Jul. 2019.

SOUZA, C. A. M. et al. Crescimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubações. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 3, p. 243-249, 2006. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/1905/1149>>. Acesso em: 23 Jul. 2019.

SOUZA, L. A. G.; AGUIAR, A. M. C. S. P. **Contribuição para a chek-list das Fabaceae de Pernambuco**. Natal: Opção Gráfica, 2009. p.172.

SOUZA, S. R.; FERNANDES, M. S. Nitrogênio. In: FERNANDES, M. S. (ed.). **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 215-252.

SPINELI, M. C. **Adubação nitrogenada associada à inoculação com *Rhizobium tropici* na cultura do feijoeiro**. 2015. 47 p. Dissertação (Mestrado em Sistema de produção na Agropecuária) – Universidade José do Rosário Vellano, Alfenas, 2015. Disponível em: < <http://tede2.unifenas.br:8080/jspui/bitstream/jspui/26/1/Mariana%20Caroline%20SpineliDissertacao.pdf>>. Acesso em: 22 Jul. 2019.

STRALIOTTO, R. et al. Fixação biológica de nitrogênio. In: AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F. **Produção de feijoeiro comum em várzeas tropicais**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p.122-153.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848 p.

TAVARES, S. R. L. et al. Resposta de sabiá *Mimosa caesalpiniaefolia* benth. a inoculações com rizóbio e micorriza em diferentes níveis de fósforo em solo de restinga degradado. **HOLOS**, Natal, v.4, p.36-55, 2016. Disponível em: < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/147730/1/2016-032.pdf>>. Acesso em: 01 Jul. 2019.

VIEIRA, E. P.; SOUZA, L. A. G. Inoculação com rizóbios em mudas de acapu do igapó e saboarana. **Revista de Ciências Agrárias**, Recife, v. 54, n. 1, p.52-60, 2011. Disponível em: < <https://periodicos.ufra.edu.br/index.php/ajaes/article/view/104/178>>. Acesso em: 23 Jul. 2019.

YANNI, Y. G.; DAZZO, F. B. Enhancement of rice production using endophytic strains of *Rhizobium leguminosarum* bv. trifolii in extensive field inoculation trials within the Egypt Nile Delta. **Plant and Soil**, Crawley 336: p. 129-142, 2010. Disponível em: < <https://link.springer.com/article/10.1007/s11104-010-0454-7>>. Acesso em: 23 Jul. 2019.

ZILLI, J. E. et al. Efeito de glyphosate e imazaquin na comunidade bacteriana do rizoplano de soja (*Glycine Max*(L.) Merrill) e em características microbiológicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, p.633-642, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010006832008000200018&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 23 Jul. 2019.