

REGINA MARIA BARRETO CAMPELLO SAMPAIO

**LEGUMINOSAS ARBÓREAS INOCULADAS COM RIZÓBIOS EM NEOSSOLO
FLÚVICO NO SEMÁRIO DE PERNAMBUCO**

Serra Talhada – PE

2020

REGINA MARIA BARRETO CAMPELLO SAMPAIO

**LEGUMINOSAS ARBÓREAS INOCULADAS COM RIZÓBIOS EM NEOSSOLO
FLÚVICO NO SEMIÁRIDO DE PERNAMBUCO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Carolina Etienne de Rosália e Silva Santos

Co-orientadora: Prof^ª. Dra. Ana Dolores Santiago de Freitas

Co-orientador: Prof. Dr. Vinicius Santos Gomes da Silva

Serra Talhada – PE

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S1921 Sampaio, Regina Maria Barreto Campello
LEGUMINOSAS ARBÓREAS INOCULADAS COM RIZÓBIOS EM NEOSSOLO FLÚVICO NO SEMIÁRIDO DE
PERNAMBUCO / Regina Maria Barreto Campello Sampaio. - 2020.
38 f. : il.
- Orientadora: Carolina Etienne de Rosalia e Silva .
Coorientadora: Ana Dolores Santiago de .
Inclui referências.
- Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal
, Serra Talhada, 2020.
1. Mimosa caesalpiniiifolia. 2. Leucaena leucocephala. 3. Fixação biológica de nitrogênio. 4. Bactérias fixadoras. 5.
Simbiose. I. , Carolina Etienne de Rosalia e Silva, orient. II. , Ana Dolores Santiago de, coorient. III. Título

CDD 581.15

REGINA MARIA BARRETO CAMPELLO SAMPAIO

**LEGUMINOSAS ARBÓREAS INOCULADAS COM RIZÓBIOS EM NEOSSOLO
FLÚVICO NO SEMIÁRIDO DE PERNAMBUCO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

APROVADA em ____/____/_____.

Banca Examinadora

Prof^a. Dr^a. Carolina Etienne de Rosália e Silva Santos – UFRPE

Orientador

Prof^a. Dr^a. Ana Dolores Santiago de Freitas – UFRPE

Coorientadora, Examinador Interno

Prof. Dr. Vinicius Santos Gomes da Silva – IFPE

Coorientador, Examinador Externo

Aos meus pais, Maria Tereza e Reginaldo, ao meu irmão e todos os envolvidos, por todo o apoio incondicional nos momentos em que mais precisei,

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e Nossa Senhora, sem eles não haveria a existência, sei que os tenho sempre me iluminando, guiando e protegendo por trilhar os meus caminhos para chegar até aqui. Através deles tive a grande oportunidade de ter ótimos pais.

À minha família, de maneira especial aos meus pais, irmão e tias, que de uma forma ou de outra me apoiaram e apóiam minhas decisões, que sempre foram meu alicerce, estando ao meu lado nos momentos difíceis, por toda a educação e amor.

Aos meus amigos, que desde a graduação estão sempre comigo, que compartilham da minha felicidade e me dão força e suporte quando preciso.

Ao meu namorado que esteve nessa jornada, por toda a paciência, forças e por me dar amparo sempre que as dificuldades surgiam

À professora Carolina, pela confiança, paciência e compreensão em diversos momentos, que mesmo com todas as dificuldades, esteve presente, o meu profundo respeito e admiração.

Aos professores Ana Dolores e Vinícius, pela co-orientação, por estar sempre disponível para sanar quaisquer dúvidas que surgissem ao longo do percurso.

Ao GFBN, em especial a Augusto, que sempre ajudou nas análises, mesmo de longe de uma forma ou de outra obrigada pela ajuda.

À Eurico, Eduardo, Argemiro, Gilson, Junior, Novinho, Tica e Teógenes, todos da Estação Experimental de Irrigação da Universidade Federal Rural de Pernambuco, a eles meu muito obrigada, por toda disponibilidade e pelo trabalho junto a mim na execução do trabalho. E a todos os outros funcionários, que direta ou indiretamente ajudaram.

Aos meus colegas de turma do PGPV, em especial a Fernanda e Philipe, que me acompanharam em todas as disciplinas, que partilharam comigo as conquistas e dificuldades, mesmo no período de distância.

A todos os professores que me acompanharam em toda a minha jornada, por compartilharem seus conhecimentos comigo e contribuírem para minha formação.

Aos demais que de maneira direta ou indireta fizeram parte deste trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal Rural de Pernambuco/ Unidade Acadêmica de Serra Talhada, pela oportunidade.

À CAPES, pela concessão da bolsa.

“Aqueles que se sentem satisfeitos sentam-se e nada fazem. Os insatisfeitos são os únicos benfeitores do mundo”.

(Walter S. Landor)

RESUMO GERAL

Este trabalho objetivou-se por comparar o desempenho de oito tipos de isolados de rizóbio sobre leguminosas, leucena e sabiá, em neossolo flúvico no semárido de Pernambuco. O estudo foi dado início com a preparação de mudas, inoculadas, de leucena e sabiá, e estas foram acondicionadas em ambiente protegido, que posteriormente foram levadas a campo, com isolados de rizóbios, no período de novembro de 2018 a outubro de 2019, com 120 repetições por tratamento. Para a preparação das mudas, foram utilizadas, sementes inoculadas com quatro tipos de isolados, previamente selecionados, de bactérias fixadoras de nitrogênio. Isolados estes, denominados 43k, 1A, 36E e 45c (para a leucena), e, 01, 1E, 4D e 02 (para sabiá). Além dos tratamentos com inoculantes, teve também o tratamento controle, sem inoculação, para ambas as leguminosas. Foram realizadas análises biométricas, nas mudas utilizou-se de cinco repetições de cada tratamento, analisando-as quanto: altura da parte aérea e comprimento da raiz, diâmetro do colo, massa seca da parte aérea e da raiz, nodulação: número e massa seca desses nódulos; no campo utilizou-se seis repetições de cada tratamento, em cada bloco, e foram analisadas quanto a altura e diâmetro do caule. Nos resultados da leucena, obtidos das mudas os tratamentos 43K e o SI obtiveram resultados semelhantes, não diferindo estatisticamente entre si, o que ocorreu também com os tratamentos 45c, 36E e 1A, que obtiveram os melhores resultados nos parâmetros de MSPA, RAIZ, MSR e DC; já para as medidas de campo não houve diferença estatística. Assim a inoculação com rizóbios favoreceu a produção de massa seca das mudas. Com recomendações para os isolados 1A. No sabiá, as mudas o tratamento SI atingiu as menores médias e o tratamento 02 atingiu os melhores resultados, confirmando que a inoculação favoreceu seu desenvolvimento; já para as medidas de campo, os dados encontrados não diferiram estatisticamente.

Palavras-chave: *Mimosa caesalpiniiifolia*; *Leucaena leucocephala*; Fixação biológica de nitrogênio; Bactérias fixadoras; Simbiose.

GENERAL ABSTRACT

This study aimed to compare the performance of eight types of rhizobia isolates on legumes, *Leucaena* and *Mimosa*, in fluvial neossol in the semiarid region of Pernambuco. The study started at the beginning with the preparation of seedlings, inoculated, *Leucaena* and *Mimosa*, and these were conditioned in the protected environment, which were later taken to the field, with the reproduction of rhizobia, from November 2018 to October 2019, with 120 replicates for treatment. For seedlings, seeds inoculated with four different pre-selected isolates of nitrogen-fixing bacteria were used. with four different pre-selected isolates of nitrogen-fixing bacteria. These isolates, were 43k, 1A, 36E and 45c (for *Leucaena*), and, 01, 1E, 4D and 02 (for *Mimosa*). In addition to the inoculant treatments, I also had the control treatment, for both legumes. Biometric analyzes were carried out on the seedlings, using five replicates of each treatment, analyzing them as: aerial part height and root length, stem diameter, aerial part and root dry mass, nodulation: number and dry mass those nodules; in the field, six replicates of each treatment were used in each block, and were analyzed for stem height and diameter. In the *Leucaena* results, obtained from the seedlings, the 43K and SI treatments obtained similar results, which did not differ statistically from each other, which also occurred with treatments 45c, 36E and 1A, which obtained the best results in the parameters of SRDM, ROOT, RDM and SD; for field measurements, there was no statistical difference. Thus, inoculation with rhizobia favored the production of dry mass of seedlings. With recommendations for isolates 1A. In the *Mimosa*, the SI treatment reached the lowest averages and treatment 02 achieved the best results, confirming that the inoculation favored its development; for field measurements, the data found did not differ statistically.

Keywords: *Mimosa caesalpiniiifoli*; *Leucaena leucocephala*; Biological nitrogen fixation; v Fixing bactéria; Symbiosis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Estação Experimental de Irrigação da Universidade Federal Rural de Pernambuco, local da implementação do experimento. a= local de produção das mudas, b= local da implementação em campo.....	17
Figura 2	Ambiente protegido onde foram preparadas as mudas.....	18
Figura 3	Preparação das sementes. A= quebra da dormência, B= desinfestação, C= separação por porção, e, D= preparação para o inoculante.....	19
Figura 4	Avaliações biométricas destrutivas das mudas. A= altura, B= raiz, e, C= diâmetro do caule.....	22
Figura 5	Avaliações biométricas das plantas em campo. A= altura, e, B= diâmetro do caule.....	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Propriedades químicas do solo utilizado na preparação das mudas.....	20
Tabela 2	Propriedades físicas do solo utilizado na preparação das mudas.....	20
Tabela 3	Média dos parâmetros biométricos de mudas de leucena com isolados pré-selecionados e sem isolado. PA: comprimento da parte aérea; MSPA: massa seca da parte aérea; RAIZ: comprimento da raiz; MSR: massa seca da raiz; DC: diâmetro do caule.....	25
Tabela 4	Média dos parâmetros biométricos de mudas de sabiá com isolados pré-selecionados e sem isolado (SI). PA: comprimento da parte aérea; MSPA: massa seca da parte aérea; RAIZ: comprimento da raiz; MSR: massa seca da raiz; DC: diâmetro do caule.....	25
Tabela 5	Média da nodulação por isolados em mudas de leucena. N° NÓDULOS: número de nódulos; MSN: massa seca dos nódulos.....	26
Tabela 6	Média da nodulação por isolados em mudas de sabiá. N° NÓDULOS: número de nódulos; MSN: massa seca dos nódulos.....	27
Tabela 7	Média dos parâmetros biométricos em plantas de leucena em campo com cinco tratamentos, sendo quatro isolados. PA: altura da parte aérea; DC: diâmetro do caule.....	28
Tabela 8	Média dos parâmetros biométricos em plantas de sabiá em campo com cinco tratamentos, sendo quatro inoculantes e um sem inoculante (SI). PA: altura da parte aérea; DC: diâmetro do caule.....	28

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	12
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	17
3.1 LOCAL DE ESTUDO.....	17
3.2 MONTAGEM DO EXPERIMENTO.....	19
3.3 PREPARO DAS SEMENTES.....	19
3.4 PRODUÇÃO DAS MUDAS.....	20
3.5 AVALIAÇÕES BIOMÉTRICAS DAS MUDAS.....	20
3.6 TRANSPLANTIO DAS MUDAS PARA CAMPO.....	22
3.7 AVALIAÇÕES BIOMÉTRICAS DAS MUDAS IMPLANTADAS NO CAMPO.....	23
3.8 ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	23
4 RESULTADOS.....	23
4.1 AVALIAÇÃO DA PARTE AÉREA.....	24
4.2 COMPRIMENTO E MASSA SECA DA RAIZ.....	24
4.3 DIÂMETRO DO CAULE.....	25
4.4 NÚMERO E MASSA SECA DE NÓDULOS.....	26
4.5 AVALIAÇÃO BIOMÉTRICAS EM CAMPO.....	27
5 DISCUSSÃO.....	28
6 CONCLUSÕES.....	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33

1 INTRODUÇÃO

Leguminosae ou Fabaceae é um das famílias mais amplas com bastante diversidade entre as angiospermas, constituída por aproximadamente 650 gêneros e 18.000 espécies, dividida em três subfamílias, Mimosoideae, Faboideae e Caesalpinoideae, sendo encontradas em várias regiões do planeta e conhecidas devido às suas propriedades bioativas (OLIVEIRA, DAVID e DAVID, 2016).

Dentre as leguminosas, pode-se destacar a espécie *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) exóticas da região Nordeste brasileiro, comumente conhecida por leucena, oriunda da América Central e do Sul do México (MENDES et al., 2015). Leucena tem um acelerado crescimento, geralmente são utilizadas nas regiões subtropicais e tropicais, sendo cultivadas mundialmente nessas áreas, essa espécie é largamente difundida em razão das suas inúmeras utilizações, como para alimentação animal, principalmente por possuir altos teores protéicos, fibras e em diversos nutrientes, ainda possui palatabilidade bastante aceitável pelos animais, sendo também utilizada como fonte de celulose nas indústrias de papel (HONDA e BORTHAKUR, 2019). Esta espécie, *L. leucocephala*, pode ser encontrada no ambientes mais adversos, desde ambientes mais secos, com baixo nível de pluviosidade, 500 mm, a locais mais chuvosos com 2000 mm, suportando locais com estiagem de dois a três meses, a espécie ainda é tolerante a solos levemente ácidos e drenados, além de se desenvolver bem em temperaturas que variam de 20 a 30 °C (PACHAS et al., 2019).

Quanto à espécies de leguminosas nativas no Nordeste do Brasil, entre as mais conhecidas está a *Mimosa caesalpinifolia* (Benth.), popularmente chamada de sabiá ou sansão-do-campo, encontrada predominantemente no bioma Caatinga, sendo considerada uma espécie precoce, heliófila e seletiva xerófila, adaptando-se bem a vários tipos de solo, exceto em condições de alagamento (PINHEIRO et al., 2018). Devido principalmente ao seu alto crescimento e capacidade de regeneração e resistência a seca, o sabiá é bastante explorado como fonte de madeira para formação de estacas, lenha, carvão, cercas-vivas, dentre outros, apresentando ainda grande potencial para reflorestamento em solos tropicais degradados (MELO et al., 2018). A espécie foi adicionada a lista de ameaça de extinção pelo Centro de Monitoramento da Conservação Mundial, esta ameaça é causada pelo seu uso indiscriminado, assim como a destruição do ambiente natural (SOUSA et al., 2018).

Algumas espécies da família das leguminosas, incluindo a leucena e o sabiá, se destacam dentre as várias espécies florestais que apresentam potencial uso em programas de restauração de solos degradados, devido ao seu alto crescimento e a capacidade de simbiose

com organismos fixadores de nitrogênio, como bactérias diazotróficas do solo, proporcionando conseqüentemente uma maior capacidade de mudas para transplântios no campo, elevação no crescimento da planta, aumento no diâmetro do caule e incremento da biomassa, o que acarreta em maior deposição de matéria orgânica no solo de áreas degradadas, favorecendo não só as demais espécies do local, como também os microrganismos presentes nesse solo (STOFFE et al., 2016). Essas leguminosas arbóreas representam um recurso pouco explorado, devido ao pouco conhecimento de diversas características, dentre elas, a capacidade de se associar com bactérias que fixam nitrogênio, mesmo conhecendo-se diversos processos que são mediados por tais microrganismos (MARCHETTI, SANTOS e BARATO, 2017). São escassos trabalhos encontrados literatura que falem a respeito da eficácia e da diversidade de rizóbios na Região Nordeste do Brasil, os poucos trabalhos encontrados relatam que, no semiárido do Brasil, as leguminosas arbóreas associam-se a uma diversidade significativa de bactérias diazotróficas, o que irá proporcionar uma maior eficiência simbiótica (MENEZES et al., 2016).

Com o passar do tempo, o uso indiscriminado do solo, os teores de nitrogênio foram se exaurindo (SILVA et al., 2018), tendo as leguminosas um importante papel de recuperação em áreas degradadas, pois ao associar-se com rizóbios essas espécies aumentam a capacidade de fixar nitrogênio, proporcionando a provisão do N₂ no solo, em níveis apropriados ao desenvolvimento dessas plantas (VASCONCELOS et al., 2016), resultando na diminuição, ou não utilização de fertilizantes nitrogenados, que muitas vezes encarece as produções, que possuem altos custos, e também propiciam maiores danos ao meio ambiente (TAVARES, FRANCO e SILVA, 2016).

Considerando isso, esse estudo foi realizado com o objetivo de comparar o desempenho de oito tipos de isolados de rizóbio sobre leguminosas, leucena e sabiá, em neossolo flúvico no semiárido de Pernambuco.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A atividade agrícola baseada no cultivo tradicional, que se inicia com a remoção da vegetação natural e acentua-se com os cultivos posteriores, promove a exposição direta do solo a fatores climáticos, resultando em diversos problemas como erosão, perda de nutrientes, redução dos teores de matéria orgânica, e destruição da estrutura original (LOURENÇANO & CAVICHIOLI, 2019). Aliando-se, ainda, ao regime hídrico da região semiárida com períodos

de estiagens prolongadas, e com período chuvoso curto concentrando-se em apenas quatro meses (MARENGO, et al., 2011), intensifica os processos que levam a degradação.

Com o aumento da expansão agrícola, aliado a práticas de manejo do solo inadequadas, houve aumento da expansão de áreas degradadas, culminando em sérios problemas ambientais. O uso intensivo de solo por práticas de cultivo tradicional, perda da biodiversidade pelo corte e queima afeta a qualidade das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, comprometendo a continuidade dos processos biológicos responsáveis pela mineralização dos nutrientes para a nutrição das plantas (MAZOYER e ROUDART, 2010).

Neste sentido, práticas agrícolas que visam menor degradação do solo e maior sustentabilidade na agricultura têm recebido atenção crescente, tanto por parte dos pesquisadores como dos agricultores (LIMA et al., 2011; SILVA et al., 2011; IWATA et al., 2012). Uma técnica que vem sendo bastante utilizada para tal finalidade, é a implementação de componentes vegetais, que podem ser arbóreos, herbáceos ou arbustivos, sendo vantajoso para os agricultores, que podem ser beneficiados pela exploração dos recursos florestais, bem como seus serviços ambientais, e quando bem manejado, traz recuperação de funções ecológicas (NOGUERA et al., 2012).

A inclusão de leguminosas arbóreas favorece a manutenção de nitrogênio do solo (PAULINO et al., 2009; MUNROE & ISAAC, 2014) sendo esta família botânica uma das maiores, com representantes herbáceos, arbustivos e arbóreos distribuídos em mais de 650 gêneros (NOGUERA et al., 2012). São caracterizadas por terem frutos na forma de vagem, fava ou legume, sendo conhecidas também por Fabaceae. São aceitas pelo menos três sub-famílias no grupo: Papilionoideae, Faboideae e Mimosoideae (MARTINS et al., 2016).

Estas leguminosas estão presentes em todos os biomas brasileiros, com destaque para a Caatinga (ALBUQUERQUE, AZEVEDO e BRAGA, 2017), fator esse que justifica sua grande utilização. Sua alta capacidade adaptativa, devido às associações simbióticas com bactérias fixadoras de nitrogênio e com fungos micorrízicos que aumentam a superfície de absorção de nutrientes, viabiliza seu desenvolvimento nas mais variadas condições edafoclimáticas (FRANCO et al., 2000; IWATA et al., 2012). As leguminosas têm capacidade de, além de aumentar a quantidade de N fixado e elevar o número (teor) de matéria orgânica do solo, auxiliar na ciclagem de nutrientes de maneira eficaz (HANSTED et al., 2016), visto que as características da biomassa advinda destas leguminosas são normalmente maiores a que de outras espécies (VASCONCELOS et al., 2016).

Dentre as diversas espécies de leguminosas arbóreas que são bem adaptadas à região semiárida estão a leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit), uma leguminosa perene, arbórea, originária da América Central, com boa aceitação no Semiárido (NETO, OLIVEIRA e VALENÇA, 2015), cresce rapidamente em diferentes tipos de ambientes, chegando a atingir até três metros de altura no primeiro ano, e com grande capacidade de regeneração (FREITAS et al., 1991). Nas condições do Semiárido do Nordeste brasileiro, esta espécie não tem apresentado problemas com doenças que limitem o seu cultivo. A planta destaca-se em relação a outras espécies cultivadas e, inclusive às nativas, em especial quando se consideram a densidade da madeira, teores de carbono fixo e cinza apresentado pelas espécies (DRUMOND, 2001).

Outra espécie de leguminosa bastante utilizada na região, é o sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.), que ocorre naturalmente no Nordeste brasileiro, especialmente em áreas de caatinga (DÖHLER e PINA, 2017). Esta é tolerante a solos ácidos, possui sementes pequenas, (FREIRE, 2010), apresenta crescimento rápido, possui boa capacidade de rebrota, que se inicia geralmente sete dias após o corte do tronco (DÖHLER e PINA, 2017).

Algumas leguminosas naturalmente possuem uma resistência às adversidades do ambiente, e, à implementação das mesmas em solos degradados, essa resistência é aumentada quando as mesmas são associadas à rizobactérias, gerando uma menor mortalidade tanto nos viveiros como em campo (MENDES et al., 2013). Além dessas características citadas, Melo et al (2018) concordam ainda, que para ter um bom desenvolvimento em campo, as mudas de plantas de importância florestal, precisam ser produzidas em local e recipientes adequados, tanto para o crescimento em viveiro, como para obter sucesso após o replantio; eles ainda relatam que para ter esse sucesso no campo, as mudas precisam ter custo baixo.

O restabelecimento e equilíbrio de áreas degradadas utiliza-se de processos biológicos para acelerar e proporcionar grandes benefícios, disponibilizando nutrientes para as plantas (PAULA et al., 2015). Utilizada no monitoramento da qualidade ambiental, a serapilheira é considerada uma variável biológica e pode ser avaliada por meio da biomassa microbiana do solo (HOLANDA et al., 2015). Esta é correspondente à fração viva e ativa da matéria orgânica do solo, composta por microrganismos menores que $5.10^{-3}\mu\text{m}$ (bactérias, actinomicetos, fungos, protozoários, algas e microfauna) (SANTANA et al., 2017). Ela representa 1-5% e 2-5% do C e N orgânicos do solo, respectivamente. Além disso, a mineralização de N, mediada por microrganismos, pode prover em torno de 50% das necessidades de N das plantas anualmente, enquanto o fluxo de N através da biomassa

microbiana pode ser 2-4 vezes superior aos teores absorvidos pelas plantas (SOUZA et al., 2015).

No decorrer da modernização da agricultura, a biotecnologia, por meio da fertilização biológica, baseada na inoculação com microrganismos, tem gerado benefícios econômicos e ambientais pela diminuição de fertilizantes químicos solúveis e redução nos custos de produção (BRAHMAPRAKASH e SAHU, 2012).

Grande parte das leguminosas de regiões tropicais tem o poder de fixação de N_2 , através da associação com bactérias diazotróficas, como os rizóbios, que formam nódulos em suas raízes, resultando numa ciclagem mais eficiente dos nutrientes no solo para as plantas, proporcionando maior resistência a alterações abióticas (FRANCO, RESENDE e CAMPELLO, 2011). A atividade de bactérias diazotróficas, com capacidade de fixação biológica de nitrogênio (FBN) e as promotoras de crescimento em plantas, podem contribuir para a melhoria do solo através do aumento de nutrientes para as plantas, reduzindo assim, a quantidade da adição de adubo químico nitrogenado e a realização de cobertura do solo, elevando ainda o desempenho agrônomo da cultura implementada, logo, auxilia no crescimento vegetal e aproveitamento de N_2 pelas plantas (PICAZEVICZ, KUSDRA e MORENO, 2019).

Selecionar estirpes de rizóbios mais eficientes para inoculação em mudas florestais, favorece uma melhor adaptação da planta após o cultivo e, dessa maneira, a torna mais tolerante ao meio, melhorando conseqüentemente o teor de matéria orgânica local, sendo assim indicadas para recuperação de solos degradados, especialmente quando faz-se uso de estirpes nativas de bactérias (RAMOS e SOUZA, 2013).

O nitrogênio realiza um ciclo aberto, onde movimenta-se entre solos e organismos vivos, modificando-se em várias formas durante o processo, sendo a disponibilidade desse nutriente para as plantas conhecida por mineralização, em que materiais orgânicos são decompostos por microrganismos e usados como fonte de energia e, os resíduos deixados no solo, são aproveitados na sua forma inorgânica (PIGOSSO, TONIAZZO e NICOLOSO, 2017). A velocidade deste processo, entre reação orgânica e inorgânica, é dependente da relação C:N, de tal forma que o carbono favorece a decomposição, a mineralização e a imobilização, sendo ainda influenciado por características intrínsecas ao solo, como pH, umidade, temperatura dentre outras, que interferem na atividade da nitrificação e da amonificação realizadas pelas bactérias nitrosomas e nitrobacter as quais são importantes para esse processo. Já os rizóbios, transformam o nitrogênio atmosférico (N_2) em NH_3 através de

uma ação enzimática, realizada pela enzima nitrogenase, disponibilizando o nitrogênio para o solo de maneira adequada para absorção pelas plantas (PIGOSSO, TONIAZZO e NICOLOSO, 2017).

Deste modo, observa-se que a manutenção da produtividade dos ecossistemas agrícolas e florestais depende, em grande parte, do processo de transformação da matéria orgânica e, por conseguinte, da biomassa microbiana (GAMA-RODRIGUES & GAMA-RODRIGUES, 2008). Portanto, a adoção de sistemas que favorecem maior proteção à matéria orgânica do solo, pode influenciar diretamente na produtividade, bem como potencializar ou mitigar a emissão de CO₂ para a atmosfera, aumentando consideravelmente os estoques de C no solo (CARVALHO et al., 2010).

As leguminosas possuem ainda um papel fundamental para o reflorestamento de solos tropicais que sofreram erosão, pois além de ter potencial para enriquecer o solo com N proveniente da atmosfera, também consegue mobilizar outros elementos nutrientes de camadas mais profundas do solo, elevando a eficiência de extração destes por parte das plantas (RODRIGUES, GIULIATTI e JÚNIOR, 2020). Alguns caracteres, como ocorrência de plantas exóticas não desejáveis, baixa fertilidade de solos tropicais e dificuldade de recuperação de locais erodidos, trazem dificuldades quanto à formação e restauração de florestas, sendo o consórcio com leguminosas fixadoras de N₂ capazes de promover rápida cobertura de solo, elevando o crescimento de micro-organismos do solo (MOS) e consequentemente, a concentração de nutrientes (SANTOS et al., 2019).

De uma maneira geral, na região Nordeste do Brasil, em áreas de caatinga, a vegetação vem sendo explorada demasiadamente de maneira desordenada (DE ALMEIDA et al., 2018), fazendo-se necessária a implementação de espécies vegetais com potencial de rápido crescimento, recuperação de solos e que possam ser empregadas para extração de lenha e alimento animal (RODRIGUES, GIULIATTI e JÚNIOR, 2020), como as leguminosas, sabiá e leucena. Indicadores microbiológicos em solos também proporcionam a melhoria do solo, elevando a fertilidade do solo e sua qualidade, com isso o solo pode ser modificado em seus atributos físicos e químicos, servindo de indicadores para possíveis alterações ambientais (CANEI et al., 2018).

Apesar de todos os benefícios descritos na literatura, não existem estudos que relatem, especialmente no semiárido de Pernambuco, a melhoria da qualidade do solo sobre parâmetros da comunidade microbiana, dinâmica de carbono e nitrogênio e/ou aumento da produtividade promovido pela introdução de leguminosas arbóreas e a inoculação.

Assim este trabalho se objetiva por comparar o desempenho de oito tipos de isolados de rizóbio sobre leguminosas, leucena e sabiá, em neossolo flúvico no semárido de Pernambuco.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local de estudo

O experimento foi implementado na Estação Experimental de Irrigação da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) (Figura 1), localizada na cidade de Parnamirim, Pernambuco, Brasil, com o intuito de comparar o desempenho de isolados, em leucena e sabiá, adquiridos de nódulos dessas leguminosas cultivadas com solos de semiárido. Os dados foram coletados no decorrer dos meses de novembro de 2018 a abril de 2019, contando 120 repetições de cada tratamento em ambiente protegido, em quanto muda, e 80 repetições de cada tratamento, quando levadas a campo.



Figura 1: Estação Experimental de Irrigação da Universidade Federal Rural de Pernambuco, local da implementação do experimento. a= local de produção das mudas, b= local da implementação em campo.

3.2 Montagem do experimento

A princípio o experimento deu-se início com a produção das mudas contando com cinco tratamentos, quatro com inoculantes e o tratamento controle, sem inoculante (SI), com 120 repetições para cada tratamento, essas foram mantidas em ambientes protegido (Figura 2) por quatro meses, até que obtivesse vigor suficiente para suportar um transplântio. Passado esse período, das 120 mudas foram levadas 80 exemplar, escolhidas aleatoriamente, para campo.



Figura 2: Ambiente protegido onde foram preparadas as mudas.

3.3 Preparo das sementes

As sementes de leucena e sabiá passaram previamente por um tratamento para desinfestação e quebra de dormência. Na desinfestação as sementes foram imersas em álcool etílico a 70% por um período de 30 segundos, depois colocadas em um recipiente contendo hipoclorito de sódio a uma concentração 1% durante três minutos, em seguidas foram realizadas seis lavagens com água estéril para a remoção de resíduos de hipoclorito. Para a quebra da dormência, essas sementes foram submersas em água aquecida a uma temperatura de 70 °C, deixando em temperatura ambiente (em média de 30 °C) até esfriar por completo, seguindo o protocolo sugerido por Hungria e Araújo (1994). Após esses processos as sementes foram porcionada, 80 g para leucena e 160 g para sabiá, em seguida foi adicionado açúcar para adesão do inóculo, 3 g para leucena e 5 g para sabiá, utilizou-se de 3 g e 10 g inóculo para as leguminosas citadas anteriormente. O tratamento SI passou pelos dois

processos, desinfestação e quebra de dormência, possuindo, cada porção, as mesmas quantidades que os tratamentos inoculados (Figura 3).



Figura 3: Preparação das sementes. A= quebra da dormência, B= desinfestação, C= separação por porção, e, D= preparação para o inoculante.

3.4 Produção das mudas

A preparação de mudas se deu com sementes inoculadas com quatro isolados específicos para leucena e sabiá, previamente selecionados em solos do semiárido para cada leguminosa, sendo estes os tratamentos, contando ainda com mais um tratamento, o controle, totalizando cinco, sendo este o sem inoculante (SI). Os tratamentos nomeados por 43k, 1A, 36E e 45c, para a leucena, e, 01, 1E, 4D e 02, para a sabiá. Na preparação das mudas utilizou-se sacos plásticos pretos com dimensões de 20x15cm, preenchidos um traçado de solo e areia numa proporção de 2:1, coletados na própria estação experimental. O saco plástico foi preenchido em sua capacidade total, com aproximadamente 2 kg da mistura de solo e areia. As sementes foram introduzidas a uma profundidade média de 1 cm, sendo utilizado aproximadamente quatro sementes. Por quatro meses, período em que as mudas passaram em ambiente protegido, de novembro de 2018 a abril de 2019, foi mantida diariamente irrigação até atingir a capacidade de campo. No trigésimo dia após o plantio foi feito o desbaste das plantas restando apenas um exemplar por repetição. Durante a coleta de solo para o preparo das mudas foi retirado uma amostra para posterior análise física e química do solo, para tal, amostra de solo foi coletada da camada de 0,00-0,20 m são mostradas na tabela 1 (para a análise química), e tabela 2 (para análise física).

Tabela 1: Propriedades químicas do solo utilizado na preparação das mudas

	pH	MO	V	P	Al	Ca	Mg	K
Solo das mudas		%	%	mg / dm ³	cmol _c / dm ³	
	4	0,26	57,94	60	1,3	3	1,6	0,11

MO= matéria orgânica, ppm K = cmol_c / dm³ x 390, ppm Al = cmol_c / dm³ x 230 e. mg / 100 cm³ = cmol_c / dm³.

Tabela 2: Propriedades físicas do solo utilizado na preparação das mudas

	Areia Total	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila
Solo das mudas	94,7	71,19	23,54	0,8	4,5

3.5 Avaliações biométricas das mudas

Foram realizadas análises destrutivas, no mesmo período do transplântio falado logo abaixo, para cada tratamento foram usados cinco exemplares, escolhidos de maneira aleatória, sendo analisados em relação a: diâmetro do colo, raiz, parte aérea, massa seca da parte aérea e da raiz. Primeiramente, as plantas, foram removidas dos sacos de muda, depois, foi realizada uma lavagem com água corrente, para extrair sujidades, delicadamente evitando a perda de elementos cruciais a serem analisados. Depois de efetuada a limpeza, deu-se início as avaliações biométricas, nas medidas da parte aérea, raiz e diâmetro do colo, fez-se com o auxílio da fita métrica (Figura4). A planta foi dividida por partes armazenadas separadamente sacos etiquetados de papel Kraft, posteriormente as amostras foram levadas para a UFRPE-UAST ao laboratório do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para pesar em balança de precisão a massa fresca, da parte aérea e da raiz, e em seguida foram acondicionadas em estufa de circulação forçada por 72h a uma temperatura de 65 °C, passado esse tempo as amostras foram pesadas, coletando assim, a massa seca das partes pesadas anteriormente. A respeito dos nódulos, eles foram armazenados em potes plásticos no congelador, de refrigerador doméstico, para em outro momento serem contados e em seguida levados a estufa à 65°C durante 72h, após o período adquiriu o peso seco dos nódulos em balança de precisão.



Figura 4: Avaliações biométricas destrutivas das mudas. A= altura, B= raiz, e, C= diâmetro do caule.

3.6 Transplântio das mudas para campo

Após cinco meses da sementeira, 80 mudas por tratamento foram transplantadas para o campo, em área previamente arada com duas gradagens, divididas em quatro blocos, distantes entre si de 4 m, as plantas tiveram um espaçamento de 2x3 m, em covas de 20 cm de profundidade, aproximadamente, mantidas com irrigação três vezes por semana, por sistema de gotejo, com águas subterrânea, possuindo uma condutividade elétrica (C.E. – 25°C) de 2,07 ds/m, com classificação de dureza da água (CaCO₃) Branda, com valor de 55,86 m/L, sendo então classificada por C3S1 (quando C3= Salinidade alta e S1=Teor de sódio baixo). As plantas foram mantidas em campo para futuras avaliações.

3.7 Avaliações biométricas das mudas implantadas no campo

Após quatro e seis meses da implantação das mudas no campo, foram realizadas medidas biométricas das plantas, diâmetro do colo e altura, para isso foi utilizado paquímetro e trena, respectivamente (Figura 5). Essas medidas foram realizadas em seis repetições por tratamento para cada bloco, utilizando as plantas da área útil, descartando a da bordadura.



Figura 5: Avaliações biométricas das plantas em campo. A= altura, e, B= diâmetro do caule.

3.8 Análises estatísticas

Os dados coletados no experimento passaram por testes de normalidade e homocedasticidade para verificar se atendiam aos pré-requisitos para realização da análise de variância, utilizando o programa SISVAR (FERREIRA, 2011). Ouve comparação de médias através do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Houve transformação, para número de nódulos, dos dados a partir da fórmula: $\sqrt{Y+1}$.

4 RESULTADOS

Na maioria dos tratamentos foi possível observar boa germinação nas mudas, decorrido dez dias da sementeira, entretanto esta percepção não foi possível para o tratamento

43K, fez-se necessário, com 20 dias após o plantio, um replantio, pois foi observado que este tratamento havia germinado em torno de 50%, o que não supriria as necessidades do experimento, mesmo feito o tratamento 43K teve uma menor germinação em relação aos demais, assim como esse tratamento o tratamento SI não se desenvolveram como os tratamentos 45c, 36E e 1A. No geral, ao longo do tempo, pode-se observar que a leucena atingiu um maior desenvolvimento em relação ao sabiá.

4.1 Avaliação da parte aérea

Em relação à altura, na leucena, foi possível observar que nos tratamentos inoculados com os isolados 45c, 36E e 1A, atingiram bons resultados, porém não obtiveram diferenças estatísticas entre eles, o que também ocorreu com os tratamentos SI e 43K que obtiveram as menores médias, 67,60 g e 54,80 g, respectivamente, podendo destacar, ainda, que o isolado nomeado por 43K teve a menor média para esse parâmetro (Tabela 3). Para a altura do sabiá, foi possível constatar que, as plantas com inoculação, obtiveram um maior resultado quando comparado ao tratamento SI, sendo que, dentre estas, destacaram-se as plantas com o isolado 02, que obtiveram as melhores médias (Tabela 4).

Em relação à massa seca, da parte aérea, da leucena, temos o tratamento 45c, que obteve a melhor média com 23,64 g, seguidos dos tratamentos 1A com 22,16 g e 36E com 11,8 g, não diferindo entre si. Os tratamentos SI e 43K tiveram os menores resultados, 5,45 g e 4,30 g respectivamente, tendo ainda o isolado 43K diferença estatística dos tratamentos citados anteriormente, assim como para altura da parte aérea ele também teve a menor média (Tabela 3). Ao analisarmos o sabiá, no parâmetro massa seca, não foi possível a observação de diferenças estatísticas nos resultados obtidos, sendo correlato com os valores encontrados no parâmetro citado anteriormente (Tabela 4).

4.2 Comprimento e massa seca da raiz

Para a característica, comprimento de raiz, tanto para a leguminosa leucena como para a sabiá não houve diferenças estatísticas entre nenhum dos tratamentos, entretanto é notório que o tratamento 1A, na leucena, e, SI, no sabiá, obtiveram os melhores valores de médias. Para o segundo parâmetro desse tópico, na leucena, teve diferença estatística entre os tratamentos podendo destacar os tratamentos 45c e 1A com os melhores resultados, e o isolado 43K com a menor média (Tabela 3). Para a leguminosa sabiá, esse parâmetro, massa seca de raiz, assim como no comprimento de raiz, não obteve diferenças estatísticas

significativa entre as médias dos tratamentos, destacando, no entanto, o isolado 02 com a maior média. Apesar de possuir maior comprimento de raiz, o tratamento SI deteve a menor média para a massa seca desse parâmetro, sendo o tratamento 02 o que obteve maior média (Tabela 4).

Tabela 3: Média dos parâmetros biométricos de mudas de leucena com isolados pré-selecionados e sem isolado. PA: comprimento da parte aérea; MSPA: massa seca da parte aérea; RAIZ: comprimento da raiz; MSR: massa seca da raiz; DC: diâmetro do caule.

ISOLADO	PA (cm)	MSPA (g)	RAIZ (cm)	MSR (g)	DC (cm)
SI	67,60 b	5,45 b	36,30	3,21 ab	0,62 b
45c	131,60 a	23,64 a	37,80	5,45 a	1,02 a
36E	109,00 a	11,08 ab	37,40	2,91 ab	0,78ab
1 A	133,80 a	22,16 a	43,00	5,35 a	0,94ab
43K	54,80 b	4,30 b	29,20	1,63 b	0,64 b

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 4: Média dos parâmetros biométricos de mudas de sabiá com isolados pré-selecionados e sem isolado (SI). PA: comprimento da parte aérea; MSPA: massa seca da parte aérea; RAIZ: comprimento da raiz; MSR: massa seca da raiz; DC: diâmetro do caule.

ISOLADO	PA (cm)	MSPA (g)	RAIZ (cm)	MSR (g)	DC (cm)
Sem inoculante	65,60 b	8,89	41,90	1,54	0,64
02	120,20 a	37,68	33,00	4,87	1,16
4D	99,20 ab	34,01	32,00	4,12	0,88
1E	92,40 ab	25,66	28,70	2,88	0,75
01	80,40 ab	18,52	31,20	2,47	0,77

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

4.3 Diâmetro do caule

Na leucena, houve diferença estatística entre os tratamentos, e pode-se ressaltar o tratamento 45c, pois atingiu a melhor média, não diferindo dos tratamentos 1 A e 36E, ainda

podemos observar que os tratamentos SI e 43K com as menores médias, não diferindo estatisticamente entre eles (Tabela 3). No sabiá, diferiu dos resultados da leucena, pois nesse parâmetro não obteve diferença significativa estatística entre estes tratamentos (Tabela 4).

.4.4 Número e massa seca de nódulos

O número de nódulos na leucena não diferiu estatisticamente, mas pode-se considerar que nos tratamentos 1A e SI, houve um destaque em relação aos outros tratamentos, com médias de 62,6 e 41,6 respectivamente (Tabela 5). Em relação à quantidade média de números de nódulos, no sabiá, foi superior no tratamento 02 (76) seguido do tratamento sem inoculação SI (47). As menores médias puderam ser observadas nos tratamentos 1E e 01 possuíram médias de apenas 9 e, 2,2 nódulos, respectivamente, não diferindo estatisticamente entre si (Tabela 6).

Quanto ao parâmetro massa seca dos nódulos da leucena, as médias tiveram diferença estatística entre si, ficando os tratamentos 1A e SI com os maiores resultados (0,19 e 0,12 g respectivamente) e, os tratamentos 36E, 43K e 45c com médias mais baixas (0,05, 0,05 e 0,04 g nessa ordem) (Tabela 5). Em relação a massa seca dos nódulos, as médias diferiram estatisticamente em todos os isolados, onde os maiores resultados para a massa seca em sabiá, foram constituídos dos mesmos tratamentos que os melhores para número de nódulos, 02 e SI. O tratamento 01 foi, assim como, para o número de nódulos, o que obteve menor resultado (Tabela 6).

Tabela 5: Média da nodulação por isolados em mudas de leucena. N° NÓDULOS: número de nódulos; MSN: massa seca dos nódulos.

ISOLADO	N° NÓDULOS	MSN (g)
Sem inoculante	41,6	0,12 ab
45c	15,2	0,04 b
36E	23,2	0,05 b
1 A	62,6	0,19 a
43K	34,4	0,05 b

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 6: Média da nodulação por isolados em mudas de sabiá. N° NÓDULOS: número de nódulos; MSN: massa seca dos nódulos.

ISOLADO	N° NÓDULOS	MSN (g)
Sem inoculante	47,02 ab	0,116 ab
02	76,00 a	0,142 a
4D	20,40 bc	0,036 bc
1E	9,00 c	0,036 bc
01	2,20 c	0,004 c

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

4.5 Avaliação biométricas em Campo

Mesmo não havendo diferença estatística sinificativa entre os tratamentos, as análises biométricas da altura da parte aérea em campo, realizadas aos quatro e seis meses após a implantação das mudas (Tabela 7), tornou-se possível observar que, quando comparamos os dados, anteriores das mudas com as plantas em campo, podemos constatar a evolução dos tratamentos SI e 43K (Tabela 3), que anteriormente diferia estatisticamente com os demais tratamentos, o que não pode mais ser visto nas novas avaliações. O que também ocorreu com os resultados do diâmetro do colo, que antes havia diferenças estatísticas, para os mesmos tratamentos (SI e 43K), o que não mais pode ser observado em campo (Tabela 7). A mesma avaliação foi realizada para o sabiá, que ocorreu concomitante as realizadas na leucena, anteriormente citada, nessas análises não foi possível observar diferença estatística entre os tratamentos, tanto no SI como nos tratamentos com inoculantes, o que anteriormente fora encontrado (Tabela 4), assim nas análises das mudas foi percebido a importância do inoculante. Para o parâmetro diâmetro do colo, as medidas realizadas em campo não diferiram estatisticamente (Tabela 8) assim como nas medidas realizadas quando as plantas ainda estavam em viveiros (Tabela 4).

Tabela 7: Média dos parâmetros biométricos em plantas de leucena em campo com cinco tratamentos, sendo quatro isolados. PA: altura da parte aérea; DC: diâmetro do caule.

ISOLADO	PA (m)		DC (cm)	
	4 meses	6 meses	4 meses	6 meses
Sem inoculante	1,8	2,4	2,4	2,9
45c	1,8	2,5	2,4	2,9
36E	1,9	2,6	2,4	3,0
1 A	2,0	2,6	2,6	3,1
43K	2,1	2,7	2,6	3,1

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 8: Média dos parâmetros biométricos em plantas de sabiá em campo com cinco tratamentos, sendo quatro inoculantes e um sem inoculante (SI). PA: altura da parte aérea; DC: diâmetro do caule.

ISOLADO	PA (m)		DC (cm)	
	120 dias	180 dias	120 dias	180 dias
Sem inoculante	1,21	1,48	1,93	2,17
02	1,22	1,43	2,05	2,27
4D	1,24	1,28	1,77	2,11
1E	1,27	1,44	1,87	2,34
01	1,14	1,30	1,90	2,09

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

5. DISCUSSÃO

O maior desenvolvimento da leucena em relação ao sabiá pode ser consequência das diferenças genéticas entre as duas leguminosas e do elevado potencial de colonização da espécie em ambientes antropizados (BLUM, BORGIO e SAMPAIO, 2019).

A leguminosa *L. leucocephala*, atingiu resultados satisfatórios para os parâmetros utilizados nesse estudo justificando-se por a espécie ser originária de um ambiente com condições climáticas semelhante as encontradas nas regiões semiáridas (ALVES et al, 2014).

Em trabalhos semelhantes com leucena, enquanto mudas, Silva et al., 2018 verificaram, que plantas inoculadas obtiveram resultados superiores, nos parâmetros de diâmetro do caule e altura, à plantas não inoculadas. O que foi possível ser constatado nesse estudo quando utilizando-se os mesmos parâmetros que Silva et al., 2018, observou médias melhores nas plantas com isolados comparando com o sem isolado, com a exceção das plantas com o isolado 43K, que tiveram as menores médias. Ao comparar os resultados, em relação aos nódulos, do trabalho usado como comparativo, foi possível destacar que encontramos médias superiores tanto em relação à quantidade de nódulos, como com a massa seca deles.

Foram encontrados resultados com bastante disparidade quando correlacionamos as médias da PA com as da massa seca da parte aérea, podendo ser justificado por a leucena apresentar folas pequenas e galhos finos. Em estudo realizado com a mesma espécie deste trabalho PEREYRA et al (2015), corroboram com os resultados de massa seca deste trabalho, exceto o tratamento 43K, quando dizem que plântulas inoculadas apresentaram maior acúmulo de biomassa.

Apesar do isolado 43K ter proporcionado uma germinação tardia, após terem sido levadas à campo se recuperaram chegando a ter uma pequena melhora em relação as outras, e quando comparamos com o valor delas anteriormente obtidos (Tabela1), que foram bem abaixo das médias dos demais tratamentos.

Bala e Giller, 2001, mostram que a *L. leucocephala* dentre outras leguminosas estudadas, produziu tanto nódulos com rizóbios eficazes como ineficazes, tendo uma maior capacidade de fixar N₂ com cepas recomendadas e nativas. Explicando o fato do tratamento SI ter obtidos valores semelhantes aos demais inoculantes. A leucena também foi analisada em um experimento por Bueno López e Camargo García (2015), análises estas que foram realizadas com oito semanas do estabelecimento das mudas, e também foram encontrados nódulos tanto nas raízes das plantas com inoculo quanto nas sem o inoculo, obtendo ainda maior média para tratamento sem inoculo.

Cada localidade possui um solo com uma microbiota diferentes, assim as plantas podem obter respostas distintas quanto às atividades e sobrevivência, assim faz-se necessário uma prévia avaliação a respeito desta microbiota, fazendo com que utilize estirpes da própria localidade (CELY et al, 2016).

Em estudos com leguminosas e fixação com rizóbios, Pérez-Fernández, Calvo-Magro e Valentine (2016), constataram que a inoculação melhorou o desempenho das plantas, havendo diferenças entre os tratamentos com inoculantes, para parâmetros de crescimento

tanto para mudas, no experimento em casa de vegetação, como também para as que foram mantidas condições de campo. No presente trabalho, com menos tempo de análise, não foi possível manter a diferença entre tratamentos com inoculo e sem inoculo, tendo nas mudas resultados que diferiram estatisticamente e em ambiente protegido e em campo, resultados sem diferença estatística.

Outro estudo que também encontrou diferenças estatísticas entre tratamento com inoculantes e sem inoculantes foi o de Cely et al (2016) com um trabalho tendo várias análises, sendo uma delas com 280 dias, realizando avaliações de altura e diâmetro na altura do peito, obtendo médias superiores para os tratamentos com inóculos. O estudo supracitado tem tanto tratamentos, como medidas e também datas de coletas semelhantes às deste trabalho.

No sabiá os parâmetros altura, massa seca da parte aérea e da raiz, e, diâmetro do caule, foram superiores nas mudas onde houve a inoculação com rizóbio, porém o tamanho da raiz foi superior onde não foi colocado inóculo, e, este tratamento, ainda foi o que obteve a segunda maior média em quantidade de nódulos, podendo ser decorrência da espécie ser nativa e adaptada aos solos da região. Bem como, pode está relacionado a uma possível diversidade de estirpes nos solos de Parnamirim Pernambuco, ainda pouco estudados.

A leguminosa, sabiá, é nativa nos solos pernambucanos, tendo uma maior diversidade e mais afinidade com rizóbios. Souza et al (2007) realizaram um trabalho com diferentes amostras de solos no litoral de Pernambuco, e encontraram resultados superiores para a sabiá em solos de áreas agrícolas, arenosos e profundos, analisaram altura e DC, apresentando ainda uma maior nodulação, podendo acarretar em alta nodulação da sabiá também com o solo usado, fato este que também pode ter ocorrido no tratamento SI, que obteve a segunda melhor média, tanto em número como em massa seca dos nódulos.

O recomendado para diâmetro do caule de muda de sabiá de boa qualidade é de 5 a 10 mm e, Pinto et al. (2016) observaram que mudas produzidas na sombra com 126 dias, atingem mais rapidamente esses valores, conseqüentemente podendo ser transplantadas mais cedo que mudas produzidas sem sombra, o que corrobora com este estudo, que em 150 dias e sombra de 70%, apresentou médias variando entre 6,4–11,6mm.

Em trabalho realizado com inoculação de rizóbio em plantas de sabiá, cultivadas em vasos e colhidos aos 59 dias, Tavares, Franco e Silva, 2016, notaram que o crescimento foi influenciado pelo inoculante, onde o crescimento foi superior aos tratamentos sem inoculação, o que também pode ser observado neste estudo em quanto muda. Resultados semelhantes,

para campo foi observado no trabalho de Mendes et al., 2013, que obtiveram melhores resultados para plantas com inoculantes, o que difere dos resultados encontrados para análises de campo desta pesquisa.

Neste trabalho a média da biomassa seca da parte aérea de sabiá, é elevada em relação ao descrito para outras leguminosas arbóreas, por outros autores, o que pode ser explicado por possuírem galhos mais robustos e folhagem espessa, diferindo dos seus resultados da altura, o que corrobora com resultados encontrados por Pereira (2012) que afirma que a *M. caesalpineafolia* obteve as melhores médias da parte aérea em estudo comparativo com outras espécies nativas.

Plantas de sabiá se desenvolvem melhor em regiões de alta luminosidade, e são plantas pioneiras (TEIXEIRA et al, 2017). Essa planta é dita por adulta, ao atingir 8 m de altura e possuir 20 cm de diâmetro na altura do peito (PAREYN, ARAUJO e DRUMOND, 2018), em estudo realizado por Drumond, Oliveira e Lima (1999), as plantas atingiram 4,5 m de altura em oito anos. Estando portanto, este estudo com média superior, já que as médias de altura das plantas analisadas em menos de um ano, a partir do seu plantio, atingiram cerca de 2 m de altura.

6. CONCLUSÕES

- A inoculação com rizóbios favoreceu a produção de nódulos e de massa seca, em mudas de leucena e sabiá.
 - Para as mudas, o isolado 1A atingiu resultados superiores na maioria dos parâmetros estudados quando comparado com o restante dos tratamentos.
- O tratamento 02, de sabiá, atingiu as melhores médias em todos os parâmetros analisados em quanto mudas, mostrando que a inoculação beneficiou o desenvolvimento.
- O isolado 43K teve resultados inferiores na maior parte dos dados analisados, exceto para o DC.
- O tratamento SI representa os rizóbios nativos do local experimental, os quais demonstraram grande potencial na busca de futuros inoculantes para leucena na região estudada.
 - As plantas no campo, após quatro e seis meses de transplante, tiveram desenvolvimento semelhante para todos os tratamentos.
- Para plantas em campo, no período estudado, não houve benefícios do inoculante sobre o desenvolvimento das plantas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, J. L.; AZEVEDO, V. A. N.; BRAGA, P. E. T. Entomofauna visitante de *Senegalia riparia* (kunth) Britton & Rose numa localidade de Alcântaras, Ceará. **Cadernos de Cultura e Ciência**, v. 16, n. 1, p. 74-83, 2017.
- ALVES, F. G. S. et al. Considerações sobre manejo de pastagens na região semiárida do Brasil: Uma Revisão. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 8, n. 4, p. 259-283, 2014.
- BALA, A.; GILLER, K. E. Symbiotic specificity of tropical tree rhizobia for host legumes. **New Phytologist**, v. 149, n. 3, p. 495-507, 2001.
- BLUM, C. T.; BORGIO, M.; SAMPAIO, A. C. F. Espécies exóticas invasoras na arborização de vias públicas de Maringá-PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 3, n. 2, p. 78-97, 2019.
- BRAHMAPRAKASH, G. P.; SAHU, P.K. Biofertilizers for Sustainability. **Journal of the Indian Institute of Science** v. 92:1, 2012.
- BUENO LÓPEZ, L; CAMARGO GARCÍA, J. C.. Edaphic nitrogen and nodulation of *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit in silvopastoral systems. **Acta Agronómica**, v. 64, n. 4, p. 349-354, 2015.
- CELY, M. VT et al. Inoculation of *Schizolobium parahyba* with mycorrhizal fungi and plant growth-promoting rhizobacteria increases wood yield under field conditions. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, p. 1708, 2016.
- CANEI, A. D. et al. Atributos microbiológicos e estrutura de comunidades bacterianas como indicadores da qualidade do solo em plantios florestais na mata atlântica. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 4, p. 1405-1417, 2018.
- CARVALHO, J. L. N. et al. Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 277- 289, 2010.
- DE ALMEIDA, A. M. M. et al. Densidade, caracterização e eficiência de bactérias fixadoras de Nitrogênio em áreas de caatinga degradada. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 13, n. 1, p. 16-21, 2018.
- DÖHLER, T. L.; PINA, W. C. Abelhas (Hymenoptera: Apoidea) visitantes florais do sabiá (*Mimosa Caesalpiniiifolia* Benth.) em Teixeira de Freitas, Bahia, Brasil. **Scientia Plena**, v. 13, n. 8, 2017.
- DRUMOND, M. A.; OLIVEIRA, V. R.; LIMA, M. F.. *Mimosa caesalpiniiifolia*: Estudos de melhoramento genético realizados pela Embrapa Semi-Árido. **Embrapa Semiárido-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 1999.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FREIRE, J.M. **Fitossociologia e estrutura do componente arbóreo de um remanescente de floresta urbana no maciço da Pedra Branca**. 2010. 129 f. Tese (Doutorado em Ciências ambientais e Florestais) Instituto de Florestas- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2010.

FREITAS, A. R. D. et al. ***Leucaena leucocephala* (Lam.) (de Witt): cultura e melhoramento**. São Carlos: Embrapa-UEPAE, (Documento 12), 93p, 1991.

FRANCO, A. A.; RESENDE, A. S.; CAMPELLO, E. F. C. **Importância das leguminosas arbóreas na recuperação de áreas degradadas e na sustentabilidade de sistemas agroflorestais**. In: Embrapa Caprinos e Ovinos-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: SEMINÁRIO SISTEMAS AGROFLORESTAIS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2003, Campo Grande, MS. Palestras... Campo Grande: Embrapa Gado de Corte; Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003. 24 f. 1 CD ROM., 2011.

FRANCO, A. A. et al. **Revegetação de áreas degradadas por mineração de bauxita em Sacará – Porto Trombetas – PA**. Relatório técnico. Seropédica: Embrapa-Agrobiologia, 2000, 94p. (encadernado).

GAMA-RODRIGUES, E.F. & GAMA-RODRIGUES, A.C. **Biomassa microbiana e ciclagem de nutrientes**. In: SANTOS, G.A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L.P.; CAMARGO, F.A.O. Fundamentos da matéria orgânica do solo ecossistemas tropicais e subtropicais. 2.ed. Porto Alegre, Metrópole, 2008. p.159-170

HANSTED, A. L. S. et al. Caracterização físico-química da biomassa de *Leucaena leucocephala* para produção de combustível sólido. **Revista Virtual de Química**, v. 8, n. 5, 2016.

HOLANDA, A. C. et al. Decomposição da serapilheira foliar e respiração edáfica em um remanescente de Caatinga na Paraíba. **Revista Árvore**, v. 39, n. 2, p. 245-254, 2015.

HONDA, M. D. H.; BORTHAKUR, D. Mimosine concentration in *Leucaena leucocephala* under various environmental conditions. **Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales**, v. 7, n. 2, p. 164-172, 2019.

HUNGRIA, M.; ARAUJO, R. S. **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, Centro Nacional de Soja. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 542p. (EMBRAPA-CNPAF, Documentos, 46).

IWATA, B. F. et al. Sistemas agroflorestais e seus efeitos sobre os atributos químicos em argissolo vermelho-amarelo do cerrado piauiense. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.16, n.7, p.730–738, 2012. Campina Grande, PB, UAEA/UFCG.

LOURENÇANO, L. S.; CAVICHIOLI, F. A.. Sistema integração lavoura-pecuária-floresta. **Revista Interface Tecnológica**, v. 16, n. 2, p. 214-225, 2019.

LIMA, S. S. et al. Atributos químicos e estoques de carbono e nitrogênio em Argissolo Vermelho-Amarelo sob sistemas agroflorestais e agricultura de corte e queima no norte do Piauí. **Revista Árvore**, v.35, p.51-60, 2011.

MARCHETTI, M. M.; SANTOS, J. C. P.; BARATTO, C. M. Caracterização de bactérias em nódulos de leguminosas arbóreas de fragmentos da floresta ombrófila mista. **Scientia agraria**, v. 18, n. 4, p. 50-62, 2017.

MARENGO, J. A. et al. Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. **Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas**, p. 384-422, 2011.

MARTINS, M. V. et al. Espécies arbóreas de Papilionoideae (Leguminosae) na região noroeste do estado de São Paulo, Brasil. **Rodriguésia**, v. 67, n. 1, p. 85-104, 2016.

MAZOYER, M.; ROUDART, L. **História das agriculturas do mundo: do neolítico à crise contemporânea**. São Paulo/Brasília: Edunesp/NEAD/MDA, 2010, 568 p.

MELO, L. A. et al. Qualidade e crescimento inicial de mudas de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. produzidas em diferentes volumes de recipientes. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 1, p. 47-55, 2018.

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**, v. 23, n. 2, p. 309-320, 2013.

MENDES, M. M. C. Crescimento de mudas de *Leucaena leucocephala* inoculada com *Bradrhizobium* e fungos micorrízicos arbusculares em neossolo litólico. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, v. 10, p. 308-316, 2015.

MENEZES, K. A. S. et al. Diversity of new root nodule bacteria from *Erythrina velutina* Willd., a native legume from the Caatinga dry forest (Northeastern Brazil). **Revista de Ciências Agrárias**, v. 39, n. 2, p. 222-233, 2016.

MUNROE, J.W.; ISAAC, M.E. N₂-fixing trees and the transfer of fixed-N for sustainable agroforestry: a review. **Agronomy for Sustainable Development**, v.34, p.417-427, 2014.

NETO, J. A. S.; OLIVEIRA, S. V.; VALENÇA, L. R. Leguminosas adaptadas como alternativa alimentar para ovinos no semiárido - revisão. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 14, n. 2, p. 191-200, 2015.

OLIVEIRA, J. C. S.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P. Chemical composition of root barks and flowers of *Poincianella pyramidalis* (fabaceae). **Química Nova**, v. 39, n. 2, p. 189-193, 2016.

NOGUEIRA, N. O. et al. Utilização de leguminosas para recuperação de áreas degradadas. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 14, p. 2012-2031, 2012.

PACHAS, N. A. et al. Establishment and management of leucaena in Latin America. **Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales**, v. 7, n. 2, p. 127-132, 2019.

PAREYN, FGC; ARAUJO, E. L.; DRUMOND, M. A. *Mimosa caesalpinifolia*: Sabiá. **Embrapa Semiárido-Capítulo em livro técnico (INFOTECA-E)**, 2018.

PAULA, P. D. de et al. Decomposição das podas das leguminosas arbóreas *Gliricidia sepium* e *Acacia angustissima* em um sistema agroflorestal. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 3, p. 791-800, 2015.

PAULINO, G.M. et al. Fixação biológica e transferência de nitrogênio por leguminosas em pomar orgânico de mangueira e gravioleira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.1598-1607, 2009.

PEREIRA, J. S. et al. Avaliação do índice de sobrevivência e crescimento de espécies arbóreas utilizadas na recuperação de área degradada. **Revista Geonorte**, v. 1, n. 4, p. 138-148, 2012.

PÉREZ-FERNÁNDEZ, M. A.; CALVO-MAGRO, E.; VALENTINE, A. Benefits of the symbiotic association of shrubby legumes for the rehabilitation of degraded soils under Mediterranean climatic conditions. **Land degradation & development**, v. 27, n. 2, p. 395-405, 2016.

PICAZEVICZ, A. A. C.; KUSDRA, J. F.; MORENO, A. L. Crescimento do milho em resposta à rizobactérias, molibdênio e nitrogênio. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v.10, n.4, p.167-174, 2019.

PIGOSSO, A.; TONIAZZO, F.; NICOLOSO, R. S. **Solo mediador do ciclo do nitrogênio**. In: Embrapa Suínos e Aves-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 10., 2016, Concórdia. Anais... Concórdia: Embrapa Suínos e Aves: UNC, 2017. p. 101-102. JINC., 2017.

PINHEIRO, J. I. Mudanças de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. (Leguminosae: Mimosoideae) cultivadas em substratos orgânicos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 13, n. 12, p. 265-269, 2018.

PINTO, J. R. S. et al. Growth of *Mimosa caesalpinifolia* Benth., under shade in the northeast Semi-Arid region of Brazil. **Revista Caatinga**, v. 29, n. 2, p. 384-392, 2016.

RAMOS, D. B. P.; SOUZA, L. A. G. Seleção de estirpes de rizóbios para formação de mudas de leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam) De Wit.) em Argissolo Vermelho Amarelo. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 8, n. 1, p. 28-39, 2013.

RODRIGUES, A. B. M.; GIULIATTI, N. M.; JÚNIOR, A. P.. Aplicação de metodologias de recuperação de áreas degradadas nos biomas brasileiros/Application of methodologies for degraded areas recovering in the Brazilian Biomes. **Brazilian Applied Science Review**, v. 4, n. 1, p. 333-369, 2020.

SANTANA, A. S. et al. Biomassa microbiana em diferentes sistemas de manejo do solo no sul do estado de Roraima. **Revista Brasileira de Ciências da Amazônia/Brazilian Journal of Science of the Amazon**, v. 6, n. 1, p. 43-50, 2017.

SANTOS, F. A. M. et al. Consórcio de espécies arbóreas com leguminosas herbáceas como estratégia para restauração florestal. **Advances in Forestry Science**, v. 6, n. 2, p. 589-593, 2019.

SILVA, Á. R. et al. Soil fertility in agroforestry legumes after succession: cassava and cowpea consortium in southern Tocantins. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 2, n. 2, 2011.

SILVA, V. S. C. et al. Symbiotic efficiency of native rhizobia in legume tree '*Leucaena leucocephala*' derived from several soil classes of Brazilian Northeast region. **Australian Journal of Crop Science**, v. 12, n. 13, p. 478, 2018.

SOUZA, L. A. G. de et al. Desenvolvimento e nodulação natural de leguminosas arbóreas em solos de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 2, p. 207-217, 2007.

SOUZA, L. M. de et al. Carbono da biomassa microbiana em Latossolos determinado por oxidação úmida e combustão a temperatura elevada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 11, p. 1061-1070, 2015.

SOUZA, E. C. et al. Physiological changes in *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. seeds from different sources and submitted to abiotic stresses. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 6, p. 308-389, 2018.

STOFFE, S. C. G. et al. Micorrizas arbusculares no crescimento de leguminosas arbóreas em substrato contendo rejeito de mineração de carvão. **Cerne**, v. 22, n. 2, p. 181-188, 2016.

TAVARES, S. R. L.; FRANCO, A. A.; SILVA, E. M. R. Resposta de sabiá *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth, a inoculações com rizóbio e micorriza em diferentes níveis de fósforo em solo de restinga degradado. **Holos**, v. 4, p. 36-55, 2016.

TEIXEIRA, E. O. et al. Potencial invasor de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. em área de plantio abandonado de *Corymbia citriodora* (Hook.) KD Hill & LAS Johnson no Interior da Floresta Nacional do Rio Preto, Conceição da Barra, ES. **Enciclopédia Biosfera**, v. 14, n. 25, p. 1043-1052, 2017.

VASCONCELOS, L. G. T. et al. Acúmulo de biomassa e nutrientes de duas leguminosas arbóreas introduzidas em sistema de pousio na Amazônia. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 3, p. 735-746, 2016).