

ESTIRPES DE RIZÓBIOS E NITROGÊNIO MINERAL NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE *Pterogyne nitens*

Theilon Henrique de Jesus Macêdo¹
Vinícius Alves Rodrigues^{2*}
Joilson Silva Ferreira³

RESUMO: A fixação biológica de nitrogênio é um processo natural realizado por bactérias fixadoras de nitrogênio, como os rizóbios, e sua atividade simbiótica contribui em ganho produtivo das plantas produzidas. Desse modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da inoculação de bactérias do gênero *Rhizobium* no desenvolvimento inicial de *Pterogyne nitens*. Para isso, sementes desta espécie foram coletadas de árvores matrizes, semeadas em vasos com capacidade volumétrica de 12 dm⁻³ e inoculadas com as estirpes BR 3630, BR 6205, BR 6212, BR 4406 e um isolado nativo de raízes de *P. nitens*, além das doses de 25 mg.dm⁻³ e 50 mg.dm⁻³ de nitrogênio mineral e um tratamento controle. As plantas foram cultivadas por 96 dias em casa de vegetação, e ao final do experimento, avaliou-se: a altura da parte aérea, biomassas frescas e secas da parte aérea, sistema radicial e total. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo Teste LSD a 5% de significância. Não foi constatada a presença de nódulos no sistema radicial da espécie estudada nas condições avaliadas. O tratamento suplementado com 25 mg.dm⁻³ é o mais indicado para o desenvolvimento das mudas de *P. Nitens*. A estirpe BR 4406 apresentou resultado promissor nas condições testadas.

Palavras-chave: *Rhizobium*, madeira-nova, bactérias fixadoras de nitrogênio.

RHIZOBIO STRAINS AND MINERAL NITROGEN IN THE INITIAL DEVELOPMENT OF *Pterogyne nitens*

ABSTRACT: Biological nitrogen fixation is a natural process carried out by nitrogen fixing bacteria, such as rhizobio, and its symbiotic activity contributes to the productive gain of the plants produced. Thus, the objective of this work was to evaluate the effect of inoculation of bacteria of the genus *Rhizobium* on the initial development of *Pterogyne nitens*. For this, seeds of this species were collected from matrix trees, sown in pots with a volumetric capacity of 12 dm⁻³ and inoculated with strains BR 3630, BR 6205, BR 6212, BR 4406 and a native isolate of roots of *P. nitens*, in addition to the doses of 25 mg.dm⁻³ and 50 mg.dm⁻³ of mineral nitrogen and a control treatment. The plants were grown for 96 days in a greenhouse, and at the end of the experiment, the height of the shoot, fresh and dry biomass of the shoot, root and total system were evaluated. The data obtained were subjected to analysis of variance and the means compared by the LSD test at 5% significance. No nodules were found in the root system of the species studied under the conditions evaluated. The treatment supplemented with 25 mg.dm⁻³ is the most suitable for the development of *P. nitens* seedlings. The strain BR 4406 showed a promising result under the conditions tested.

Key Words: *Rhizobium*, new wood, nitrogen-fixing bacteria.

¹ Mestrando em Ciências Florestais, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – Vitória da Conquista, BA. (theilonhenrique@gmail.com).

² Mestrando em Agronomia/Fitotecnia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Estrada Bem Querer, Km 04 s/n, Candeias, Vitória da Conquista, BA, CEP 45083-800. (vinicius14cnn@gmail.com) *Autor para correspondência.

³ Docente do Departamento de Engenharia Agrícola e Solos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, BA. (joilsonsf@yahoo.com.br).

INTRODUÇÃO

O avanço no desmatamento de florestas nativas a fim de uso excessivo dos recursos naturais, tem provocado a degradação dessas áreas e expondo-as às condições de vulnerabilidade ambiental. Essas ações de ordem antrópica causam sérios danos ambientais, como a erosão, compactação, salinização e redução da fertilidade dos solos, bem como desertificação das áreas afetadas (Souza et al., 2015).

Então, visando a recuperação das áreas degradadas e dos recursos exauridos, algumas técnicas são aplicadas, destacando a criação de ilhas ou núcleos de vegetação (Marcuzzo et al., 2013), porém, elas geram um alto custo/benefício ambiental, por isso, recomenda-se a aplicação de técnicas naturais pois apresentam melhor relação quando comparada aos métodos supracitados (Machado et al., 2010)

Assim, dentre as técnicas listadas que atende a recomendação, cita-se o plantio de mudas ou sementeira de espécies florestais (Morales et al., 2013) e a Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN), processo natural realizado por microrganismos simbiotes (Rodrigues et al., 2019), comumente aplicada em reposição da flora com espécies de leguminosas em áreas degradadas. Essa relação simbiótica é mais conhecida entre as bactérias chamadas “rizóbio”, capazes de realizar fixação de nitrogênio (N) mediante formação de nódulos em raízes de leguminosas. Os principais gêneros formadores de nódulos e fornecedores de N são *Rhizobium*, *Mesorhizobium*, *Ensifer* e *Bradyrhizobium*, dessa forma, supre a necessidade das plantas pelos fertilizantes nitrogenados quando inoculado via seminal ou em fase de mudas, minimizando impactos ambientais atribuídos aos insumos químicos (Rodrigues et al., 2019), pois a aplicação desses fertilizantes causam perdas de solo e água, acelera a decomposição da matéria orgânica e diminui a capacidade de aeração e retenção de água no solo (Spiertz, 2010).

Nesse sentido, a espécie arbórea *Pterogyne nitens* Tull (Fabaceae - Caesalpinioideae), conhecida como madeira-nova, típica do Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica, e em risco de extinção (Regasini et al., 2008), é bastante empregada na revegetação das áreas degradadas, por apresentar facilidade de associação com espécies de *Rhizobium*, rápido crescimento e ser ideal para plantios consorciados com espécies pioneiras (César et al., 2014).

Portanto, visando avaliar a resposta de *P. nitens* inoculadas com estirpes de rizóbio, o objetivo deste trabalho foi quantificar o efeito da inoculação de bactérias promotoras do crescimento inicial de madeira-nova em Vitória da Conquista – BA.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Microbiologia do Solo e em área experimental da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), *campus* Vitória da Conquista–BA. O clima da região é classificado, segundo Köppen, como tropical de altitude (Cbw), onde as médias de temperatura máxima e mínima são, respectivamente, 25,3 e 16,1°C.

Reativação, purificação das bactérias e preparo do inoculante em laboratório

Em laboratório, procedeu-se com a reativação das bactérias que estavam dispostas em forma de turfa bacteriológica, cedidas pela Embrapa Agrobiologia, Seropédica-RJ. A reativação e purificação das bactérias foi realizada seguindo o procedimento padrão descrito por Döbereiner et al. (1999), que consistiu em realizar diluições seriadas e transferir a suspensão oriundas dessas diluições para frascos de vidros contendo 5 mL do meio semissólido JNFb livre de N para o estoque bacteriano constando dos isolados *Mesorhizobium elkanii* (BR 3630), *Bradyrhizobium* spp. (BR 6205, BR 6212, BR 4406) e um isolado nativo de raízes de *P. nitens*, semelhante à estirpe BR 3630 pertencente ao gênero *Mesorhizobium* (Santos et al., 2014).

Após o procedimento descrito, as colônias foram purificadas em meio de cultura 79 com indicador vermelho congo. As colônias puras isoladas foram repicadas para erlenmeyes contendo volume de 30mL de meio 79 líquido e incubadas em câmara de crescimento a uma temperatura de 30°C durante cinco dias. Os meios que formaram películas aerotáxica comum às bactérias diazotróficas, foram estocados em meio de cultura batata, adicionando ao meio óleo mineral estéril.

Experimento em casa de vegetação

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no campo agropecuário da UESB, Vitória da Conquista, com duração de 45 dias. Essa fase se iniciou com a coleta das sementes, realizada de forma manual e aleatória de árvores matrizes de madeira-nova (*Pterogyne nitens* Tull) localizadas no *campus*. Posterior à coleta, as sementes foram armazenadas em local seco e arejado para serem submetidas à quebra de dormência por escarificação mecânica com auxílio de uma lixa.

Antes da semeadura, vasos com capacidade volumétrica de 12 dm³ foram preenchidos com solo representativo do campo agropecuário da UESB, previamente esterilizado a fim de garantir a ausência de outras bactérias competidoras. Após a esterilização, o solo foi adubado de acordo com a análise química e física (Tabela 1), em uma única aplicação com a dose de 30 mg.dm³ de P₂O₅ na forma de superfosfato simples, com a finalidade de atender as demandas nutricionais estabelecidas como padrão para a cultura. Foi realizada a correção de acidez do solo com uma fonte de ação rápida, aplicando 4,9 g de Minercol por vaso. Os procedimentos de correção da acidez e adubação do solo ocorreram cinco dias antes do plantio.

TABELA 1. Análise química e física da amostra do solo utilizado no experimento.

pH H ₂ O	P mg.dm ⁻³	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺	S.B.	t	T	V	m	
		-----cmol.dm ⁻³ -----										---%---
5,0	1	0,13	0,9	0,6	0,5	2,1	1,6	2,1	4,2	39	23	
Terra fina		Areia grossa		Areia fina		Silte	Argila					
< 2 mm		2-0,20 mm		0,20-0,05 mm		0,05-0,002 mm	< 0,002 mm		Classe Textural			
-----g kg-----												
100		585		155		50	210		Franco Argilo Arenosa			

S.B.= soma de bases trocáveis; t= CTC efetiva; T= CTC a pH 7,0; V= saturação de bases; m= saturação por alumínio. Fonte: Laboratório de Solos, UESB (2020).

A etapa subsequente consistiu na semeadura, distribuindo cinco unidades de sementes por vaso, e após a emergência das plântulas, 10 dias pós-plantio, realizou-se os desbastes de forma que permanecesse apenas uma planta por vaso. Em seguida, com auxílio de uma seringa, 5 mL do inoculante preparado em meio de cultura Dygs líquido para crescimento das estirpes foi inoculado no colo de cada planta. Os vasos foram irrigados em um regime alternado de um dia até o fim do experimento.

Parâmetros avaliados

A coleta de dados ocorreu 96 dias após o plantio, realizando-se as seguintes avaliações:

- Altura da parte aérea, com auxílio de régua graduada;
- Ocorrência e número de nódulos, mediante a contagem visual da quantidade total dos nódulos aderidos às raízes.

Em seguida, o material vegetal foi fragmentado em parte aérea e raiz para obtenção das biomassas frescas com auxílio de uma balança de precisão 0,001 mg. Após registro dos dados, o material foi transferido individualmente para sacos de papel e acondicionado em estufa de circulação forçada de ar a 60°C, por 96 horas, para obtenção da biomassa seca.

- Biomassa seca da parte aérea e raiz, verificando os respectivos pesos utilizando balança de precisão 0,001 mg.

Delineamento estatístico

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado (DIC), com 8 tratamentos e 5 repetições, perfazendo um total de 40 parcelas. Os tratamentos corresponderam a cinco estirpes de bactérias (BR 4406, BR 6212, BR 3630, BR 6205 e isolado nativo), duas doses de nitrogênio sob a forma de ureia de 25 mg.dm⁻³ (25N) e de 50 mg.dm⁻³ (50N) aplicadas cinco dias antes do plantio, comparadas ao tratamento controle (0N).

Os resultados obtidos das avaliações foram submetidos às análises de homogeneidade (Teste de Shapiro-Wilk) e normalidade (Teste de Lilliefors) das variâncias. Com a realização dos testes acima, procedeu a análise estatística de variância (ANOVA) dos dados, e as médias comparadas foram pelo Teste LSD a 5% de probabilidade, pelo programa estatístico SISVAR na versão 5.7 (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos pela análise estatística dos dados encontram-se na Tabela 1. Não foi observada a presença de nódulos na análise do sistema radicial de plantas cultivadas de *P. nitens* em casa de vegetação.

A ausência de nódulos verificada neste estudo pode ser explicada pelo fato da subfamília Caesalpinioideae conter gêneros de espécies arbóreas com características mais primitivas na escala de evolução, e por isso, são incapazes de nodular (Moreira, 1994). Com a falta de nodulação, os teores de nitrogênio obtidos pelas leguminosas arbóreas, como a madeira-nova, são limitantes para o desenvolvimento inicial, facultando a suplementação com fertilizante químico ou matéria orgânica (Belini et al., 2014). O mesmo autor constatou que não ocorreu nodulação em nenhum dos tratamentos bacterianos inoculados na mesma espécie, corroborando com os estudos de Barberi et al. (1998) que aponta a baixa frequência de espécies nodulífera na subfamília Caesalpinioideae, enquanto que, nas subfamílias Mimosoideae e Papilionoideae observou-se alta frequência de nódulos, em torno de 83% e 85%, respectivamente.

Quanto à altura das plantas, a mensurada aos 45 dias após a semeadura, os isolados BR 4406 e 6212, bem como as duas doses de nitrogênio tiveram o mesmo efeito que o tratamento controle (12,12 cm) (Tabela 1). Para essa característica, a aplicação de adubação nitrogenada e a inoculação com as bactérias não contribuiu em crescimento significativo da parte aérea, porém, essa variável precisa ser analisada em conjunto com as demais para atestar sobre a qualidade morfológica das mudas produzidas, pois este parâmetro apresenta capacidade

diagnóstica da qualidade das mudas, além de ser boa medida do potencial de desempenho em campo (Eloy et al., 2013). Rodrigues et al. (2019) reporta que as bactérias fixadoras de N contribuíram no crescimento inicial de mudas de eucalipto, promovendo o alongamento tecidual, como o crescimento em altura.

Em se tratando das biomassas frescas da parte aérea e sistema radicial, as maiores médias obtidas ocorreram quando as plantas foram adubadas com ureia na dose 25 mg.dm⁻³, para ambos os parâmetros, permitindo inferir que a adubação nitrogenada na dose administrada é opção mais adequada para plantas de *P. nitens* nos seus primeiros dias de estabelecimento, oportunizando a posterior inoculação com as rizobactérias, pois a relação simbiótica promovida por esses microrganismos só é eficiente quando as raízes estão bem desenvolvidas. Nesse caso, o curto período de avaliação e, conseqüentemente, a falta de raízes bem desenvolvidas pode ser o motivo pelo qual as bactérias não contribuíram em crescimento das plantas de madeira-nova. Para Abreu et al. (2017), o N é altamente requerido nos estádios iniciais de crescimento das mudas, com papel importante no arranque inicial, o que justifica as maiores médias para as biomassas frescas obtidas nesse estudo.

TABELA 2. Parâmetros morfológicos avaliados aos 96 dias após emergência das plântulas de *Pterogyne nitens* inoculadas com bactérias do gênero *Rhizobium*: altura da parte aérea (H), biomassa fresca da parte aérea (BFPA), biomassa fresca do sistema radicial (BFSR), biomassa seca da parte aérea (BSPA) e biomassa seca do sistema radicial (BSSR).

Tratamentos	Parâmetros morfológicos				
	H (cm)	BFPA (g)	BFSR (g)	BSPA (g)	BSSR (g)
Testemunha	12,12 a	1,51 bc	2,44 bcd	1,00 bcd	0,78 abc
Isolado nativo	7,52 b	0,89 cd	1,74 d	0,65 cd	0,44 cd
BR 6205	7,52 b	0,52 d	1,46 d	0,46 d	0,21 d
BR 3630	9,74 ab	1,42 bc	2,61 bcd	0,94 bcd	0,59 bcd
BR 4406	11,60 a	2,03 ab	2,97 bc	1,10 bc	0,92 ab
BR 6212	10,95 a	1,51 bc	2,28 cd	0,89 bcd	0,69 abc
25N	12,03 a	2,63 a	4,96 a	1,82 a	1,08 a
50N	10,55 a	2,16 bc	3,51 b	1,33 ab	0,81 bcd
C.V. (%)	18,15	21,60	26,80	27,10	26,71

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

Em relação às biomassas seca da parte aérea e sistema radicial, ambas, teve sua maior expressão quando adubadas com ureia na dose 25 mg.dm⁻³, os resultados obtidos mostram que o tratamento 25N é suficiente para contribuir em incremento em biomassas fresca e seca de madeira-nova, exceto para altura da parte aérea. Existe uma relação positiva entre a BSPA e a BSSR, pois a parte aérea constitui-se uma das principais fontes de assimilados e nutrientes para adaptação da muda pós-plantio, que servirão de suprimento para as raízes no primeiro mês de plantio (Bellote e Silva, 2000), ou seja, existe uma tendência de crescimento das raízes em função da parte aérea, e que foi observada no presente estudo para plantas tratadas com N na dose de 25 mg.dm⁻³. De acordo Cruz et al. (2012), essas estimativas são reconhecidas como uma das melhores características morfológicas para estimar a sobrevivência e crescimento inicial em campo, bem como o grau de rusticidade das mudas produzidas (Paiva e Gomes, 2013), sendo que, mudas com maiores valores de biomassa radicial tendem a obter melhor desempenho após o plantio (Ataíde et al., 2010).

Para os tratamentos em que houve inoculação com o isolado BR 4406, foi verificado que, mesmo não havendo significância estatística, os resultados se apresentaram superiores em relação à testemunha, exceto para variável altura da parte aérea. O desempenho foi superior em 21,7% para a variável biomassa fresca da parte aérea, em 34,4% para biomassa fresca da raiz, enquanto que, para as biomassas seca da parte aérea e raiz, o incremento em relação à

testemunha foi da ordem de 9,0% e 17,9%, respectivamente. Contudo, o tratamento suplementado com nitrogênio na dose de 25 mg.dm⁻³ é o mais indicado para produção de mudas de madeira-nova nas condições testadas, e mesmo que os isolados bacterianos não tenham sido estatisticamente significativos para as variáveis avaliadas, oportuniza a realização de futuros estudos a fim de avaliar a inoculação dessas bactérias após o estabelecimento das plantas de madeira-nova em campo.

CONCLUSÃO

Conclui-se que, não foram observados nódulos visíveis no sistema radicial da espécie estudada nas condições em que foi submetida, e que o tratamento suplementado com 25mg.dm⁻³ é o mais indicado para o desenvolvimento inicial das mudas de *P. Nitens*, visto que, foi significativamente superior aos demais tratamentos para a maioria dos parâmetros avaliados. Presume-se também, que a estirpe BR 4406, por ter tido melhor desempenho que as demais estirpes poderão apresentar resultados promissores em outras condições e espécies testadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, A. H. M.; MARZOLA, L. B.; MELO, L. A.; LELES, P. S. S.; ABEL, E. L. S.; ALONSO, J. M. Urban solid waste in the production of *Lafoensia pacari* seedlings. **Agriambi**, Campina Grande, v. 21, n. 2, p. 83-87, 2017.
- ATAÍDE, G. M.; CASTRO, R. V. O.; SANTANA, R. C.; DIAS, B. A. S.; CORREIA, A. C. G.; MENDES, A. F. N. Efeito da densidade na bandeja sobre o crescimento de mudas de eucalipto. **Revista Trópica**, Londrina, v. 4, n. 2, p. 21-30, 2010.
- BARBERI, A.; CARNEIRO, M. A. C.; MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. Nodulação em leguminosas florestais em viveiros no sul de Minas Gerais. **Cerne**, Lavras, v. 4, n. 1, p. 145-153, 1998.
- BELINI, C. M.; RIBEIRO, L.; CARMELO, A. D.; GALDINO JÚNIOR, R. F.; MOREIRA, W. M. Q. (2014). Crescimento de leguminosas arbóreas inoculadas com rizóbios em casa de vegetação. **Revista Fafibe Online**, Bebedouro, v. 7, n. 1, p. 35-47, 2014.
- BELLOTE, A. J. F. & SILVA, H. D. Técnicas de amostragem e avaliações nutricionais em plantios de *Eucalyptus* spp. In: GONÇALVES, J. L. M. & BENEDETTI, V. (eds.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, p. 135-166. 2000.
- CÉSAR, F. R. C. F.; MATSUMOTO, S. N.; VIANA, A. E. S.; BONFIM, J. A. Crescimento inicial e qualidade de mudas de *Pterogyne nitens* Tull. conduzidas sob diferentes níveis de restrição luminosa artificial. **Ciências Florestais**, Santa Maria, v. 24, n. 2, p. 357-366, 2014.
- CRUZ, C. A. F.; PAIVA, H. N.; CUNHA, A. C. M. C. M.; NEVES, J. C. L. Produção de mudas de canafístula cultivadas em latossolo vermelho amarelo álico em resposta a macronutrientes. **Cerne**, Lavras, v. 18, n. 1, p. 87-98, 2012.
- DÖBEREINER, J.; ANDRADE, V.; BALDANI, V. L. D. **Protocolos para preparo de meios de cultura da Embrapa Agrobiologia**. Seropédica: Embrapa-CNPAB. 38p. 1999.
- ELOY, E.; SCHMIDT, D.; BEHLING, A.; SCHWERS, L.; ELLI, E. F. Avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* utilizando parâmetros morfológicos. **Floresta**, Curitiba, v. 43, n. 3, p. 373-384, 2013.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- MACHADO, R. L.; RESENDE, A. S.; CAMPELLO, E. F. C.; OLIVEIRA, J. A.; FRANCO, A. A. Soil and nutriente losses in erosion gullies at diferente degrees of restoration. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 945-954, 2010.
- MARCUZZO, S. B.; GANADE, G.; ARAÚJO, M. M.; MUNIZ, M. F. B. Comparação da eficácia de técnicas de nucleação para restauração de áreas degradadas no sul do Brasil. **Floresta**, Curitiba, v. 43, n. 1, p. 39-48, 2013.
- MORALES, L. F. D.; ASSUMPÇÃO, J. M.; PEREIRA, T. S. & LUCHIARI, C. **Manual técnico para a restauração de áreas degradadas no Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico. 84p. 2013.

- MOREIRA, F. M. S. Fixação biológica de nitrogênio em espécies arbóreas. In: ARAÚJO, R. S. & HUNGRIA, M. (Eds.). **Microorganismos de importância agrícola**. Brasília: Embrapa. 29p. 1994.
- PAIVA, H. N. & GOMES, J. M. **Viveiros florestais: propagação sexuada (série didática)**. Viçosa: Editora UFV. 116p. 2013.
- PAIVA, C. L.; QUEIROZ, V. A. V.; SIMEONE, M. L. F.; SCHAFFERT, R. E.; OLIVEIRA, A. C.; SILVA, C. S. Mineral contentes in sorghum genotypes: influence of water stress. **Food Chemistry**, v. 214, n. 1, p. 400-405, 2017.
- PONTES, M. M. C. M.; NETO, T. P. P.; CHAVES, L. F. C.; ALBUQUERQUE, S. F.; OLIVEIRA, J. P.; FIGUEIREDO, M. V. B. Dupla inoculação de β -rizóbio e micorriza em sabiazeiro visando à recuperação de áreas degradadas. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, Recife, v. 17, n. 1, p. 37-45, 2012.
- REGASINI, L. O.; FERNANDES, D. C.; CASTRO-GAMBOA, I.; SILVA, D. H.; SIQUEIRA, F.; MAYSÁ, B. V. S.; BARREIRO, E. J.; CARDOSO-LOPES, E. M.; YOUNG, M. C. M.; TORRES, L. B.; VELLOSA, J. C. R.; OLIVEIRA, O. M. M. Constituintes químicos das flores de *Pterogyne nitens* (Caesalpinioideae). **Química Nova**, v. 31, n. 4, p. 802-806, 2008.
- RODRIGUES, V. A.; SANTOS, R. K. A.; BARBOSA, A. J. V.; NOVAIS, D. B.; FERREIRA, J. S. Isolamento e inoculação de rizobactérias em mudas de *Eucalyptus urophylla*. **Revista Terra e Cultura**, Londrina, v. 34, n. 67, p. 138-149, 2019.
- SANTOS, R. S.; FERREIRA, J. S.; SCORIZA, R. N. Isolamento e caracterização de estirpes de rizóbio na espécie *Pterogyne nitens* Tull. **Revista de Ciências Ambientais**, Centro Canoas, v. 8, n.1, p. 71-76, 2014.
- SOUZA, B. I.; ARTIGAS, R. C.; LIMA, E. R. V. Caatinga e desertificação. **Mercator**, Ceará, v. 14, n. 1, p. 131-150, 2015.
- SPIERTZ, J. H. J. Nitrogen, sustainable agriculture and food security. **A review Agronomic Sustainable Development**, v. 30, n. 1, p. 43-55, 2010.