

Ciências Agrárias: Campo Promissor em Pesquisa 4

Jorge González Aguilera
Alan Mario Zuffo
(Organizadores)



Jorge González Aguilera
Alan Mario Zuffo
(Organizadores)

**Ciências Agrárias: Campo Promissor
em Pesquisa**
4

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Geraldo Alves
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.ª Dr.ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
C569	Ciências agrárias [recurso eletrônico] : campo promissor em pesquisa 4 / Organizadores Jorge González Aguilera, Alan Mario Zuffo. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Ciências Agrárias. Campo Promissor em Pesquisa; v. 4) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-418-4 DOI 10.22533/at.ed.184192006 1. Agricultura. 2. Ciências ambientais. 3. Pesquisa agrária – Brasil. I. Aguilera, Jorge González. II. Zuffo, Alan Mario. III. Série. CDD 630
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “*Ciências Agrárias Campo Promissor em Pesquisa*” aborda uma publicação da Atena Editora, apresenta seu volume 4, em seus 23 capítulos, conhecimentos aplicados as Ciências Agrárias.

A produção de alimentos nos dias de hoje enfrenta vários desafios e a quebra de paradigmas é uma necessidade constante. A produção sustentável de alimentos vem a ser um apelo da sociedade e do meio acadêmico, na procura de métodos, protocolos e pesquisas que contribuam no uso eficiente dos recursos naturais disponíveis e a diminuição de produtos químicos que podem gerar danos ao homem e animais.

Este volume traz uma variedade de artigos alinhados com a produção de conhecimento na área das Ciências Agrárias, ao tratar de temas como bioatividade de extratos vegetais, produção e qualidade de adubos verdes, silagem, fortalecimento de cadeias produtivas, resistência a doenças, entre outros. São abordados temas inovadores relacionados com o uso de energia solar. Os trabalhos abordam temas relacionados com as culturas do abacaxi, cana-de-açúcar, canola, feijão, goiaba, mamona, orégano, trigo, soja, entre outros cultivos. Os resultados destas pesquisas vêm a contribuir no aumento da disponibilidade de conhecimentos úteis a sociedade.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos nas Ciências Agrárias, os agradecimentos dos Organizadores e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias para a área da Agronomia e, assim, contribuir na procura de novas pesquisas e tecnologias que possam solucionar os problemas que enfrentamos no dia a dia.

Jorge González Aguilera

Alan Mario Zuffo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
AVALIAÇÃO DA BIOATIVIDADE DE EXTRATOS VEGETAIS EM RELAÇÃO A SITOPHILUS SP. E RHYZOPERTHA DOMINICA EM GRÃOS DE TRIGO ARMAZENADO	
Chawana dos Santos Lima Soares Anna Maria Deobald Sandro Borba Possebon	
DOI 10.22533/at.ed.1841920061	
CAPÍTULO 2	6
AVALIAÇÃO DA BIOSSORÇÃO EM ÁGUA PRODUZIDA A PARTIR DA FIBRA DE CANA-DE-AÇÚCAR	
Luiz Antonio Barbalho Bisneto Ana Júlia Miranda de Souza Tatiane Pinheiro da Silva Bernardino Fabiola Gomes de Carvalho	
DOI 10.22533/at.ed.1841920062	
CAPÍTULO 3	20
AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NA CINÉTICA DE SECAGEM DE <i>Malus domestica</i> EM ESTUFA	
Kátia Cristina Barbosa da Silva Maria Suenia Nunes de Moraes Camila Joyce Ferreira de Locio Luana Maria de Queiroz Silva Bruno Rafael Pereira Nunes	
DOI 10.22533/at.ed.1841920063	
CAPÍTULO 4	31
AVALIAÇÃO DA VIDA DE PRATELEIRA DE NÉCTAR DE GOIABA (<i>Psidium guajava</i> , L.) ADICIONADO DE SORO DE LEITE	
Maiara Magna Almeida da Silva Auriana de Assis Regis Ravena Kilvia Oliveira Aguiar Pahlevi Augusto de Souza Ariosvana Fernandes Lima Zulene Lima de Oliveira Elisabeth Mariano Batista	
DOI 10.22533/at.ed.1841920064	
CAPÍTULO 5	42
AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DA BIOMASSA FRESCA PRODUZIDA PELAS LEGUMINOSAS COMO ADUBOS VERDES	
Gabriel Menezes Ferreira Antonio Tassio Oliveira de Souza; Alisson Silva de Souza Daniel Sávio Fernandes Tavares Domingos Sávio Moraes Tavares Patricia Taila Trindade de Oliveira Jorge Antônio dos Reis Barros Junior	

Thaynara Luany Nunes Monteiro
Igor Thiago dos Santos Gomes
Manoel Júlio Albuquerque Filho
Jhemyson Jhonathan da Silveira Reis
João Henrique Trindade e Matos

DOI 10.22533/at.ed.1841920065

CAPÍTULO 6 52

BEBIDA FERMENTADA FUNCIONAL UTILIZANDO EXTRATO AQUOSO DE COCO

Ilsa Cunha Barbosa Vieira
Geiseanny Fernandes do Amarante Melo
Renata Kelly Gomes de Oliveira
Mirleny Barbosa da Silva
Valéria Lopes Cruz

DOI 10.22533/at.ed.1841920066

CAPÍTULO 7 62

**CARACTERIZAÇÃO DE COBERTURA VEGETAL DO MUNICÍPIO DE MOSSORÓ/
RN POR MEIO DE ÍNDICES DE VEGETAÇÃO ESTIMADOS POR SENSORIAMENTO
REMOTO**

Ana Beatriz Alves de Araújo
Isaac Alves da Silva Freitas
Antônio Aldísio Carlos Júnior
Daniela da Costa Leite Coelho
Suedêmio de Lima Silva
Paulo Cesar Moura da Silva
João Paulo Nunes da Costa
Lizandra Evelylyn Freitas Lucas
Poliana Maria da Costa Bandeira
Priscila Pascali da Costa Bandeira
Erllan Tavares Costa Leitão
Marineide Jussara Diniz

DOI 10.22533/at.ed.1841920067

CAPÍTULO 8 75

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE PÃO DE QUEIJO
ELABORADO COM FOLHAS DESIDRATADAS E ÓLEO ESSENCIAL DE ORÉGANO
(*Origanum vulgare* L.)**

Tatiane Regina Alves da Cunha
Tatiane Rodrigues Silva
Carla Luciane Kreutz Braun
Krishna Rodrigues de Rosa
José Masson

DOI 10.22533/at.ed.1841920068

CAPÍTULO 9 80

**COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA SILAGEM DE SORGO COM ADIÇÃO DE BAGAÇO DE
CAJU DESIDRATADO: MATÉRIA SECA, PROTEÍNA BRUTA, FDN E FDA**

Jesane Alves de Lucena
Vitor Lucas de Lima Melo
Raisa Raquel da Cunha Menezes
Cicília Maria Silva de Souza
Hilton Felipe Marinho Barreto

DOI 10.22533/at.ed.1841920069

CAPÍTULO 10	90
CONJUNTURA DO MERCADO DA BANANA NO BRASIL E NO ESTADO DO PARÁ	
Erika da Silva Chagas	
Ricardo Falesi Palha de Moraes Bittencourt	
Italo Marlone Gomes Sampaio	
Letícia Cunha da Hungria	
Camila Gurjão da Costa	
Italo Claudio Falesi Palha de Moraes Bittencourt	
DOI 10.22533/at.ed.18419200610	
CAPÍTULO 11	97
CONJUNTURA DO MERCADO DO CACAU NO ESTADO DO PARÁ: ASPECTOS NACIONAIS E REGIONAIS	
Ricardo Falesi Palha de Moraes Bittencourt	
Erika da Silva Chagas	
Italo Marlone Gomes Sampaio	
Camila Gurjão da Costa	
Letícia Cunha da Hungria	
Italo Claudio Falesi Palha de Moraes Bittencourt	
DOI 10.22533/at.ed.18419200611	
CAPÍTULO 12	104
CUSTOS DE PRODUÇÃO DE SOJA NO PLANEJAMENTO DA COMERCIALIZAÇÃO DE UMA PROPRIEDADE RURAL DO MUNICÍPIO DE OURINHOS	
Edson Ruiz	
Andressa Maria Soares Bezerra	
Claudinei de Lima	
Roger de Oliveira	
Adriano Pontara	
DOI 10.22533/at.ed.18419200612	
CAPÍTULO 13	112
DESEMPENHO DA CANOLA EM JATAÍ - GO	
Raissa Macedo Assis	
Simério Carlos Silva Cruz	
Flavia Andrea Nery Silva	
Givanildo Zildo da Silva	
Gabriela Fernandes Gama	
Ingrid Maressa Hungria de Lima e Silva	
Carla Gomes Machado	
DOI 10.22533/at.ed.18419200613	
CAPÍTULO 14	118
DIVERSIDADE DE INSETOS EM DIFERENTES AMBIENTES NO IFNMG - CAMPUS ARINOS	
Thays Morato Lino	
Elisabeth Gomes Uchôas	
Manoel Xavier de Oliveira Júnior	
Chirles Rosa Ramos	
Matheus dos Santos Pereira	
Luciana Rodrigues da Conceição	
DOI 10.22533/at.ed.18419200614	

CAPÍTULO 15	130
EFEITO DA UMIDADE E DA ACÚSTICA NA TORREFAÇÃO DE PINUS ELLIOTTII	
Myla Medeiros Fortes	
Eder Pereira Miguel	
Bruno Sant' Ana Chaves	
Ícaro Renã Alves Moureira Nery	
Ailton Teixeira do Vale	
DOI 10.22533/at.ed.18419200615	
CAPÍTULO 16	138
FENAÇÃO DE RESÍDUOS CULTURAIS DE ABACAXI (<i>Ananas comosus</i>)	
Fernando José de Sousa Borges	
Karla Agda Botelho Mota	
Danielly Pereira dos Santos	
Ana Cristina Gomes Figueiredo	
Izabel Pereira de Araújo	
João Carlos Santos de Andrade	
Poliana Mendes Avelino de Carvalho	
DOI 10.22533/at.ed.18419200616	
CAPÍTULO 17	145
FORTALECIMENTO DAS CADEIAS PRODUTIVAS DAS ESPÉCIES MAIS PROMISSORAS PARA A REGIÃO AMAZÔNICA	
Luiz Antonio de Oliveira	
Maricleide Maia Said	
DOI 10.22533/at.ed.18419200617	
CAPÍTULO 18	159
PRODUÇÃO DE LINGUIÇA DE ATUM COM SUBSTITUIÇÃO DE GORDURA POR INULINA: ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS	
Andréia Amanda Bezerra Jácome	
Lucas de Oliveira Soares Rebouças	
Patrícia de Oliveira Lima	
Jean Berg Alves da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.18419200618	
CAPÍTULO 19	166
RELAÇÃO HIPSOMÉTRICA PARA UM PLANTIO CLONAL DE <i>Tectona grandis</i> LINN F. NO MUNICÍPIO DE CAPITÃO POÇO, PARÁ	
Mario Lima dos Santos	
Patrícia Mie Suzuki	
Richard Pinheiro Rodrigues	
Beatriz Cordeiro Costa	
Walmer Bruno Rocha Martins	
DOI 10.22533/at.ed.18419200619	
CAPÍTULO 20	172
RESISTÊNCIA BACTERIANA DOS GRAM-NEGATIVOS	
Tiago Zaquia Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.18419200620	

CAPÍTULO 21	185
RESISTÊNCIA DE CULTIVARES DE MAMONA À <i>Fusarium oxysporum f.sp. ricini</i>	
Zilda Cristina Malheiros Lima	
Suane Coutinho Cardoso	
Leandro Santos Peixoto	
Lucas Barbosa de Oliveira	
Wesley Santana Fernandes	
Marineide Ferreira de Almeida	
DOI 10.22533/at.ed.18419200621	
CAPÍTULO 22	195
RIZÓBIOS DE LEGUMINOSAS DA CAATINGA NODULAM E PROMOVEM O CRESCIMENTO DE FEIJÃO-CAUPI	
Jéssica Moreira da Silva Souza	
Ana Jéssica Gomes Guabiraba	
José Wilisson Ferreira dos Santos	
José Vieira Silva	
Flávia Barros Prado Moura	
Jakson Leite	
DOI 10.22533/at.ed.18419200622	
CAPÍTULO 23	204
USO DE ENERGIA SOLAR NA PRODUÇÃO DE MUDAS NO MUNICÍPIO DE VITÓRIA DE SANTO ANTÃO – PE	
Geoge Carlos Vieira Da Silva	
Lucas Nascimento de Melo Silva	
Charles Teruhiko Turuda	
DOI 10.22533/at.ed.18419200623	
SOBRE OS ORGANIZADORES.....	208

RIZÓBIOS DE LEGUMINOSAS DA CAATINGA NODULAM E PROMOVEM O CRESCIMENTO DE FEIJÃO-CAUPI

Jéssica Moreira da Silva Souza

Universidade Federal de Alagoas, *Campus*
Arapiraca, Arapiraca - Alagoas

Ana Jéssica Gomes Guabiraba

Universidade Federal de Alagoas, *Campus*
Arapiraca, Arapiraca - Alagoas

José Wilisson Ferreira dos Santos

Universidade Federal de Alagoas, *Campus*
Arapiraca, Arapiraca - Alagoas

José Vieira Silva

Universidade Federal de Alagoas, *Campus*
Arapiraca, Arapiraca - Alagoas

Flávia Barros Prado Moura

Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde,
Universidade Federal de Alagoas, *Campus* A. C.
Simões, Maceió - Alagoas

Jakson Leite

Universidade Federal de Alagoas, *Campus*
Arapiraca, Arapiraca - Alagoas

RESUMO: Os rizóbios dos solos de Caatinga que nodulam leguminosas nativas podem apresentar potencial para uso no setor agrícola. O objetivo desse trabalho foi avaliar a capacidade do feijão-caupi em estabelecer simbiose com rizóbios de solos da Caatinga isolados de leguminosas nativas. Uma coleção de 126 bactérias isoladas de nódulos de leguminosas da Caatinga foi testada quanto à capacidade de nodular feijão-caupi em substrato estéril. Posteriormente, 30 rizóbios foram avaliados quanto à capacidade

de promover o crescimento de feijão-caupi em solo não autoclavado. Um tratamento em que as plantas foram adubadas com nitrogênio mineral na forma de nitrato de amônia (50 kg ha⁻¹) foi adicionado como referência. O experimento ocorreu em casa de vegetação em blocos ao acaso com três repetições. A massa seca da parte aérea (MSPA) e o índice SPAD foram determinados aos 35 dias após a emergência. Das 126 bactérias testadas, 94 nodularam o feijão-caupi, destas, 49 são bactérias isoladas de nódulos de *Chloroleucon dumosum* e 45 de três espécies de *Stylosanthes*. Esse resultado confirma a capacidade de feijão-caupi nodular com rizóbios de solos da Caatinga e que não foram originalmente isolados da própria planta. Dos 30 rizóbios avaliados, 25 promoveram a MSPA semelhante ao tratamento nitrogenado e 18 promoveram índice SPAD superior ao tratamento referência. Combinando os resultados, foi identificado 13 isolados que promoveram ambos MPAS e índice SPAD, sendo 10 isolados vindos de nódulos de *C. dumosum* e 6 de nódulos *Stylosanthes* spp., mostrando que feijão-caupi nodula de forma eficiente com rizóbios de leguminosas da Caatinga.

PLAVRAS-CHAVE: Bactérias, Fixação Biológica de Nitrogênio, *Vigna unguiculata*.

ABSTRACT: Rhizobia from Caatinga soils that nodulate native legumes may present potential

for use in the agricultural. The aim of this study was to evaluate the ability of cowpea to establish symbiosis with rhizobia from Caatinga soils isolated from native legumes. A collection of 126 bacteria isolated from nodules of Caatinga legumes was tested for the ability to nodulate cowpea on sterile substrate. Subsequently, 30 rhizobia were evaluated for the ability to promote cowpea growth non-sterile soil. Plants fertilized with mineral nitrogen (50 kg ha⁻¹) were added as reference treatment. The experiment was carried out in a greenhouse in randomized blocks with three replicates. shoot dry mass (SDM) and SPAD index were determined 35 days after emergence. From the 126 bacteria tested, 94 nodulated cowpea: which 49 isolated from *Chloroleucon dumosum* nodules and 45 from nodules of three *Stylosanthes* species. This result confirms the capacity of cowpea to nodulated with rhizobia from Caatinga soils that were not originally isolated from the cowpea plants. Twenty five out 30 rhizobia promoted MSPA similar to nitrogen treatment and 18 promoted SPAD index higher than the reference treatment. Combining the results, we identified 13 isolates that promoted both MPAS and SPAD index, 10 of which were isolated from *C. dumosum* nodules and 6 from *Stylosanthes* nodules, showing that cowpea efficiently nodulates with Caatinga legumes rhizobia.

KEYWORDS: Bacteria, Biological Fixation Nitrogen, *Vigna unguiculata*.

1 | INTRODUÇÃO

O solo é um ambiente heterogêneo formado por diversos compartimentos que promovem o estabelecimento de diversas formas de vida, sendo um dos maiores reservatórios de biodiversidade microbiana (Maron et al., 2011). Bakshi e Varma (2011) afirmam que a fertilidade e qualidade dos solos estão relacionadas principalmente com a quantidade e diversidade dos grupos de microrganismos que os habitam. Exemplos desses grupos são os microrganismos envolvidos no ciclo do carbono e nitrogênio (Torsvik e Øvreås, 2002).

Dentre as relações ecológicas que ocorrem abaixo do nível do solo, a simbiose entre bactérias fixadoras de nitrogênio e plantas leguminosas promove a entrada de nitrogênio nos ecossistemas (Freitas et al., 2011). A fixação biológica de nitrogênio atua como mecanismos de promoção do crescimento da planta, proporcionada pelas bactérias do solo. Essa interação simbiótica pode ser usada em benefício de uma agricultura mais sustentável, de menor impacto ambiental e em menor custo (James e Baldani, 2012). A simbiose entre leguminosas e as bactérias fixadoras de nitrogênio opera a fixação biológica de nitrogênio (FBN) de modo eficiente, fixando quantidades significativas de N (Freitas et al., 2010, 2011). Nas leguminosas, as bactérias que fixam o N são coletivamente chamadas de rizóbios (Moreira e Siqueira, 2006).

A alta frequência e diversidade de leguminosas na Caatinga (Queiroz, 2006) podem estar estimulando a manutenção de populações de rizóbios diversas, tornando os solos desse bioma um reservatório importante para prospecção de bactérias fixadoras de nitrogênio. Estas populações podem abrigar rizóbios com potencial para

promover o desenvolvimento de plantas de interesse agrícola típicas dos sistemas de cultivo na região semiárida, como os cultivos de feijão-caupi, pois estas bactérias estão adaptadas às condições edafoclimáticas.

As leguminosas podem apresentar padrões simbióticos semelhantes, em que duas ou mais espécies podem nodular e fixar nitrogênio com os mesmos tipos de rizóbios (Santos et al., 2005). Os rizóbios simbiotes de leguminosas da Caatinga podem possuir traços fisiológicos interessantes para o uso em sistemas agrícolas, como por exemplo, resistência a oscilações de temperatura ou crescimento em rizosfera com baixa disponibilidade de água. Esses traços são interessantes para bactérias aplicadas em sistemas de cultivos agrícolas depende de chuvas, como o que ocorre das lavouras de feijão-caupi. No entanto, pouco se sabe sobre a capacidade de rizóbios simbiotes de leguminosas da Caatinga em nodular e promover o desenvolvimento de leguminosas de interesse agrícola.

Nesse sentido, o objetivo desse trabalho, foi avaliado o potencial de rizóbios isolados de solos da Caatinga em nodular e promover o desenvolvimento de plantas de feijão-caupi, uma espécie de interesse agrícola.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Teste de Nodulação

O trabalho foi realizado em laboratório e em casa de vegetação na Universidade Federal de Alagoas – *Campus* Arapiraca. Para início das atividades uma coleção de bactérias previamente isoladas de nódulos de leguminosas da Caatinga foi avaliada quanto à capacidade de nodular feijão caupi (*Vigna unguiculata* (.L) Walp). O teste foi realizado em feijão-caupi por ser uma leguminosa com ampla capacidade de nodular com diferentes tipos de rizóbios (Leite, 2015) e por ser uma cultura de interesse agrícola. A coleção corresponde a um total de 126 isolados dos quais 67 foram obtidos de nódulos de *Chloroleucon dumosum* e 59 de nódulos de três espécies de *Stylosanthes* spp (18 de *S. hamata*, 18 de *S. scabra* e 23 de *S. viscosa*). As sementes de feijão-caupi foram desinfestadas em álcool (70%) durante 1 minuto, em seguida com hipoclorito de sódio (2%) por 5 minutos e, então, lavadas cinco vezes com água destilada e autoclavada. Em seguida foi realizada a semeadura de quatro sementes em potes plásticos com capacidade para 300 mL contendo vermiculita estéril (1 atm, 120 °C, 40 minutos). Os potes haviam sido previamente desinfestados em luz ultravioleta (UV) por 30 minutos. Na semeadura, as sementes foram inoculadas com 1 mL de 10⁹ células da bactéria. Três dias após a emergência das plantas foi feito o desbaste deixando duas plantas por pote. Cada isolado correspondeu a um tratamento. Um tratamento controle sem inoculação foi adicionado para verificar a existência de contaminação no experimento. O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso com duas repetições. As plantas foram irrigadas três vezes por semana com água autoclavada e

solução nutritiva de Norris isenta de N (Vincent, 1970). Aos 15 dias após a germinação as plantas foram coletadas. Nesse período o feijão-caupi já possui nódulos formados e fixando. No momento da coleta foi feita a avaliação qualitativa dos resultados, verificando a presença (+, capacidade de nodular) ou a ausência (-, sem capacidade de nodular) de nódulos nas raízes.

2.2 Promoção ea Nodulação e Desenvolvimento de Feijão-Caupi em Solo não Estéril

Nessa fase, 30 bactérias de crescimento lento foram avaliadas quanto ao potencial de promover a nodulação e o desenvolvimento da parte aérea de plantas de feijão-caupi. O experimento foi conduzido em casa de vegetação em vasos tipo Leonard (Vincent, 1970). A parte de cima dos vasos foi preenchida com amostra do horizonte A de um Argissolo Vermelho distrófico. O solo utilizado não foi esterilizado. Os isolados foram crescidos em meio YM (Vincent, 1970) e 1 mL do crescimento bacteriano (10^9 células/mL) foi inoculado na semente da leguminosa. Cada isolado correspondeu a um tratamento. Foram incluídos dois tratamentos controle sem inoculação e com adubação com nitrogênio mineral equivalente a 50 Kg ha^{-1} de N na forma nitrato de amônia (NO_3NH_4). O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso com quatro repetições. Aos 45 dias após a emergência foram determinadas as variáveis: número de nódulos, massa seca dos nódulos, intensidade de verde (índice SPAD) e massa seca da parte aérea. A análise da distribuição normal dos dados foi feita aplicando o teste de Shapiro-Wilk e a análise de variância (ANOVA) foi realizada aplicando o teste F ($p < 0,05$). Quando identificadas diferenças significativas, as médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). As análises estatísticas foram feitas usando o programa estatístico livre SISVAR (Ferreira, 2011).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das 126 bactérias obtidas dos nódulos de leguminosas da Caatinga, 94 foram capazes de nodular o feijão-caupi, sendo 49 isoladas de nódulos de *Choroleucon dumosum* e 45 de nódulos de *Stylosanthes* spp. Este resultado confirma a existência de rizóbios em solos de Caatinga compatíveis com feijão-caupi, portanto, esses solos representam uma fonte natural de novas estirpes bacterianas com potencial uso biotecnológico na agricultura.

Os isolados avaliados representaram diferentes fenótipos de crescimento em meio de cultura YMA (Vincent, 1970) (Figura 1). A coleção de bactérias isoladas de *C. dumosum* foi representada por cinco fenótipos de crescimento (RA, RN, IAI, LN e LAI. Figura 1). Em todos os grupos fenotípicos ocorreu a existência de bactérias capazes de nodular feijão-caupi. Na coleção obtida das espécies de *Stylosanthes*, os 59 isolados testados representaram sete tipos fenotípicos de crescimento (RA, RN,

RAI, IN, IAI, LN e LAI. Figura 1). Todos os isolados de crescimento lento foram capazes de nodular feijão-caupi.

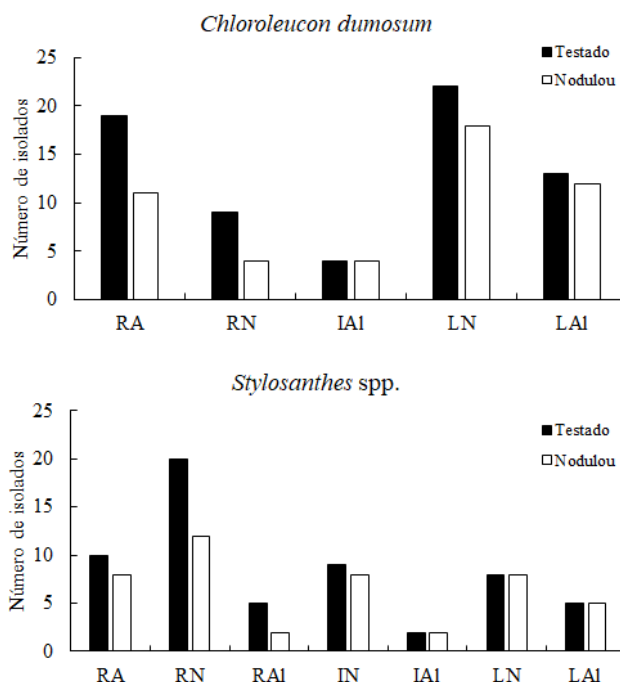


Figura 1. Número de isolados obtidos de nódulos de *Chloroleucon dumosum* e de espécies de *Stylosanthes* que nodularam *Vigna unguiculata* segundo os grupos de crescimento em meio YMA. RA: rápido e ácido, RN: rápido e neutro, RAI: rápido e alcalino, IN: intermediário e neutro, IAI: intermediário e alcalino, LN: lento e neutro e LAI: lento e alcalino.

O feijão-caupi possui habilidade de formar simbiose com diversos tipos fenotípicos de rizóbios. No entanto, essa cultura tem preferência por rizóbio de crescimento lento. Devido à alta ocorrência de rizóbios de crescimento lento na coleção de bactérias isoladas de nódulos de *C. dumosum* e das espécies de *Stylosanthes* (*S. hamata*, *S. scabra* e *S. viscosa*), 30 bactérias representantes dos grupos de crescimento lento foram avaliadas quanto capacidade de promover a nodulação e crescimento de feijão-caupi solo não estéril.

Os rizóbios obtidos dos nódulos de leguminosas nativas da Caatinga mostraram variabilidade para nodulação em feijão-caupi, sendo que todos os isolados promoveram aumento no número e massa seca dos nódulos (Figura 2). A variabilidade na nodulação nas plantas de feijão-caupi inoculadas com os rizóbios isolados de nódulos de leguminosas da Caatinga resultou na formação de cinco grupos (A, B, C, D e E) estatisticamente diferentes ($p < 0,05$) (Figura 2).

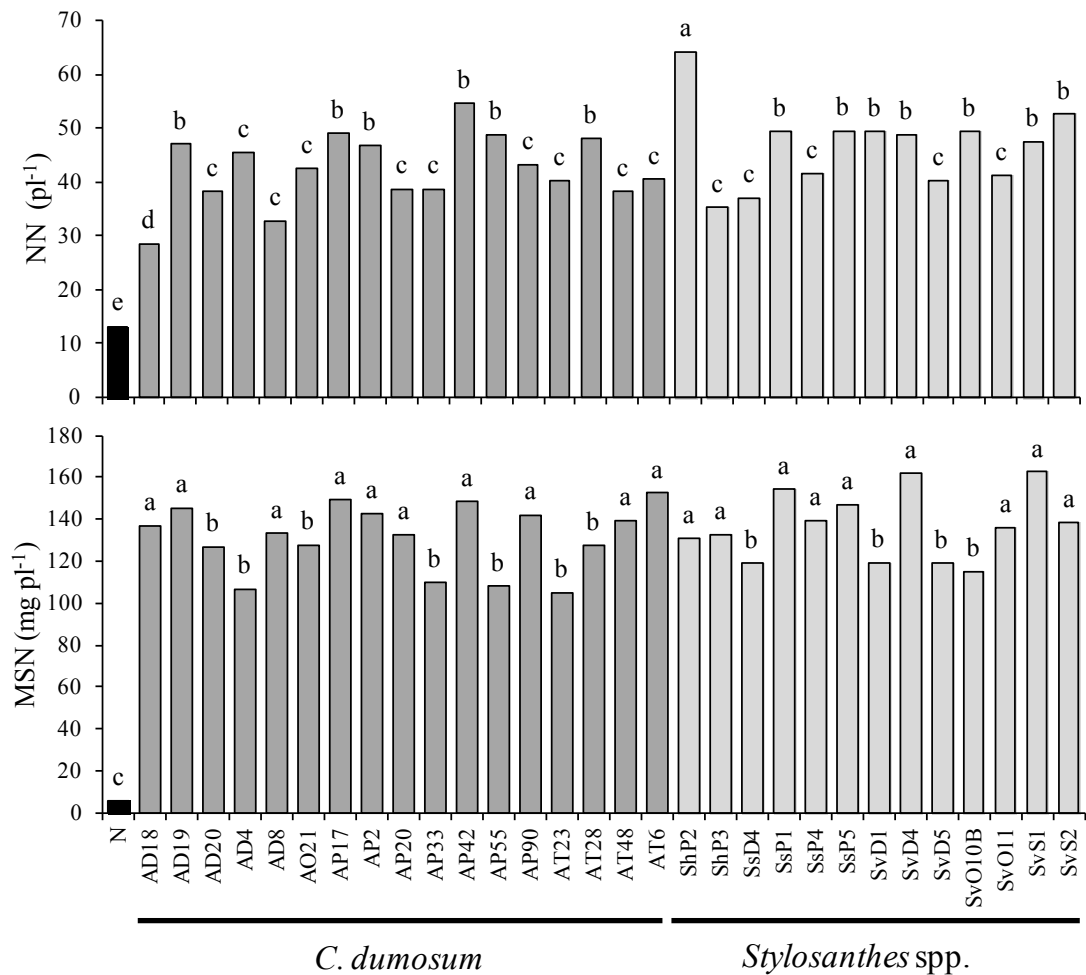


Figura 2. Número de nódulos (NN) e massa seca dos nódulos (MSN) em plantas de feijão-caupi inoculadas com rizóbios isolados de nódulos de leguminosas da Caatinga. Barras cinza escuro: rizóbios isolados dos nódulos de *Choroleucon dumosum*. Barras cinza claro: rizóbios isolados dos nódulos de *Stylosanthes hamata* (Sh), *Stylosanthes scarba* (Ss) e *Stylosanthes viscosa* (Sv). N: controle com adubação com nitrogênio mineral (50 Kg ha⁻¹). Letras iguais indicam tratamentos com mesmo desempenho a 5% de probabilidade pelo teste de agrupamento de médias de Scott-Knott.

O isolado ShP2, obtido de nódulo de *Stylosanthes hamata*, promoveu a formação do maior número de nódulos. Treze isolados formaram o segundo grupo (B) com melhor desempenho na nodulação, sendo seis obtidos de nódulos de *C. dumosum*, dois de *Stylosanthes scarba* e cinco de nódulos de *Stylosanthes viscosa*. A formação de biomassa dos nódulos (Figura 2. MSN) mostrou menor variabilidade comparada ao número de nódulos (NN), sendo identificados três grupos estatísticos (A, B e C). Dez isolados de *C. dumosum* (AD18, AD19, AD8, AP17, AP2, AP20, A42, AP90, AT48 e AT6) e nove de *Stylosanthes spp.* (ShP2, ShP3, SsP1, SsP4, SsP5, SvD4, SvO11, SvS1 e SvS2) promoveram maior formação de biomassa dos nódulos.

A inoculação com os isolados de rizóbios também promoveu alterações nas variáveis associadas à parte aérea das plantas de feijão-caupi (Figura 3).

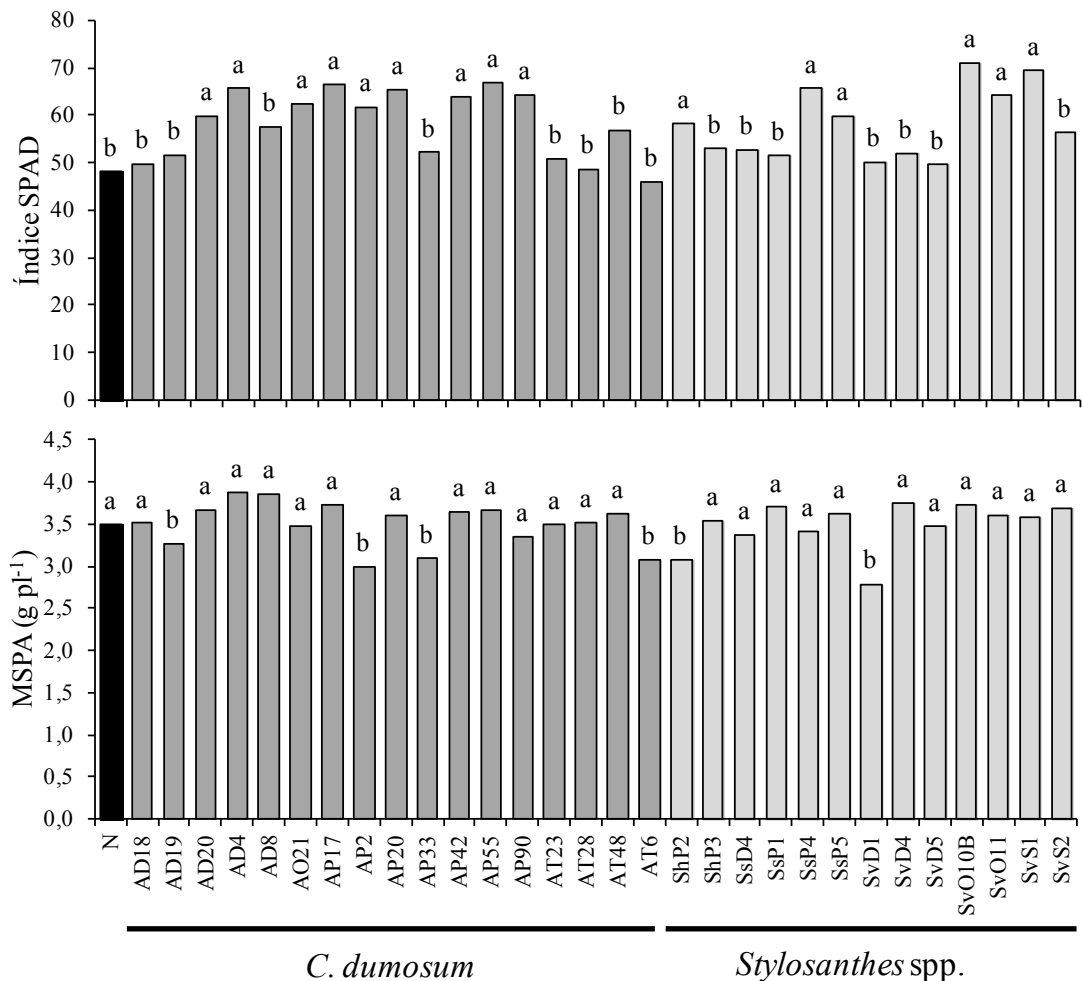


Figura 3. Índice SPAD e massa seca da parte aérea (MSPAMS) em plantas de feijão-caupi inoculadas com rizóbios isolados de nódulos de leguminosas da Caatinga. Barras cinza escuro: rizóbios isolados dos nódulos de *Choroleucon dumosum*. Barras cinza claro: rizóbios isolados dos nódulos de *Stylosanthes hamata* (Sh), *Stylosanthes scabra* (Ss) e *Stylosanthes viscosa* (Sv). N: controle com adubação com nitrogênio mineral (50 Kg ha⁻¹). Letras iguais indicam tratamentos com mesmo desempenho a 5% de probabilidade pelo teste de agrupamento de médias de Scott-Knott.

O desenvolvimento de pigmentos verdes (índice SPAD) foi estimulado por metade (50%) dos isolados testados ($p < 0,05$), superando o tratamento que recebeu adubação com nitrogênio. Destes isolados, nove são simbiotes de *C. dumosum* (AD4, AD20, AO21, AP2, AP17, AP20, AP42, AP55 e AP90) e seis das três espécies de *Stylosanthes* (ShP2, SsP4, SsP5, SvO10B, SvO11 e SvS1). O índice SPAD tem relação positiva com o conteúdo de nitrogênio na parte aérea (Ferreira, 2015). O deslocamento positivo ($p < 0,05$) no índice SPAD provocado por 50% das bactérias avaliadas nesse estudo foi um resultado impressionante, pois (i) as bactérias não foram originalmente isoladas de feijão-caupi e (ii) muitas foram obtidas dos nódulos de uma leguminosa filogeneticamente distante (*C. dumosum*). A capacidade do feijão-caupi nodular e ser beneficiado com rizóbios de *C. dumosum* reforça o caráter “promíscuo” da espécie *Vigna unguiculata* em estabelecer simbiose eficiente com uma faixa ampla de rizóbios (Leite, 2015). Quanto à produção de massa seca da parte aérea, 80% das bactérias mostram desempenho semelhante ao controle com nitrogênio mineral (Figura 3).

Uma avaliação geral do desempenho dos rizóbios isolados de leguminosas nativas da Caatinga foi possível identificar 13 rizóbios capazes de beneficiar o feijão-caupi, considerando as variáveis de nodulação e desenvolvimento da parte aérea (Tabela 1). Os 13 rizóbios representam bactérias que foram isoladas de nódulos de *C. dumosum*, *S. scabra* e *S. viscosa* e apresentam potencial para a promoção da cultura de feijão-caupi em campo.

Em geral, o desempenho simbiótico dos rizóbios isolados de solos e leguminosas da Caatinga em promover o crescimento de uma espécie de interesse agrícola revela mais um valor à conservação dos solos e das matas. Os solos, além de outras funções, abrigam uma biodiversidade de bactérias com potencial para uso na produção de biomassa, como mostrado no presente estudo.

Tratamento	Hospedeiro de origem	Nodulação ¹		Desenvolvimento da parte aérea ²	
		NN	MSN	SPAD	MSPA
Nitrogênio (50 - Kg ha ⁻¹)	-	e ³	c	b	a
AD20	<i>Choroleucon dumosum</i>	c	b	a	a
AD4	<i>Choroleucon dumosum</i>	c	b	a	a
AO21	<i>Choroleucon dumosum</i>	c	b	a	a
AP17	<i>Choroleucon dumosum</i>	b	a	a	a
AP20	<i>Choroleucon dumosum</i>	c	a	a	a
AP42	<i>Choroleucon dumosum</i>	b	a	a	a
AP55	<i>Choroleucon dumosum</i>	b	b	a	a
AP90	<i>Choroleucon dumosum</i>	c	a	a	a
SsP4	<i>Stylosanthes scabra</i>	c	a	a	a
SsP5	<i>Stylosanthes scabra</i>	b	a	a	a
SvO10B	<i>Stylosanthes viscosa</i>	b	b	a	a
SvO11	<i>Stylosanthes viscosa</i>	c	a	a	a
SvS1	<i>Stylosanthes viscosa</i>	b	a	a	a

Tabela 1. Sumário do desempenho de rizóbios isolados de nódulos de leguminosas da Caatinga na nodulação e desenvolvimento da parte aérea de plantas de feijão-caupi.

¹ NN: número de nódulos e MSN: massa seca dos nódulos.

² SPAD: índice SPAD e MSPA: massa seca da parte aérea.

³ Letras iguais indicam tratamentos do mesmo grupo estatístico com base na análise de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Dados compilados das Figura 2 e 3 desse estudo.

4 | CONCLUSÕES

Rizóbios de crescimento lento isoladas de nódulos de *Choroleucon dumosum*, *Stylosanthes hamata*, *Stylosanthes scabra* e *Stylosanthes viscosa* são capazes de nodular o feijão-caupi.

Os rizóbios simbiotes dos gêneros *Choroleucon* e *Stylosanthes* promovem a nodulação e o desenvolvimento da parte aérea de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp).

REFERÊNCIAS

- BAKSHI, M.; VARMA, A. Soil enzyme: the state-of-art. *In*: SHUKLA, G; VARMA, A. (eds). **Soil enzymology: soil biology**. 1a. edição. Springer-Verlag: Berlin Heidelberg, 2011.
- CARDOSO, D. B. O. S.; QUEIROZ, L. P. **Diversidade de Leguminosae nas caatingas de Tucano, Bahia: implicações para a fitogeografia do semi-árido do Nordeste do Brasil**. Rodriguésia, v. 58, n. 2, p. 379-391, 2007.
- FERREIRA, D. F. **Sisvar: A computer statistical analysis system**. Ciência e Agrotecnologia, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- FERREIRA, M. M. M.; FERREIRA, G. B.; DANTAS, J. P. **Índice spad e teor de clorofila no limbo foliar do tomateiro em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica, em duas épocas de cultivo**. Ceres, v. 53, n. 305, p. 83-92, 2015.
- FREITAS, A. D. S.; SILV, T. O.; MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B.; ARAÚJO, E. R.; FRAGA, V. S. **Nodulação e fixação de nitrogênio por forrageiras da caatinga cultivadas em solos do semiárido paraibano**. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 40, n. 9, p.1856-1861, 2011.
- FREITAS, A. D. S.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SANTOS, C. E. R. S.; FERNANDES, A. R. **Biological nitrogen fixation in tree legumes of the Brazilian semi-arid caatinga**. Journal of Arid Environments, v. 74, n. 3, p. 344-349, 2010.
- JAMES, E. K.; BALDANI, J. I. **The role of biological nitrogen fixation by non-legumes in the sustainable production of food and biofuels**. Plant and Soil, v. 356, n. 1-2, p. 1-3, 2012.
- MARON, P-A.; MOUGEL, C.; RANJARD, L. **Soil microbial diversity: Methodological strategy, spatial overview and functional interest**. Comptes Rendus Biologies, v. 334, n. 5-6, p. 403-411, 2011.
- MARTINS, L. M.; XAVIER, G. R.; RANGEL, F. W.; RIBEIRO; J. R. A.; NEVES, M. C. P.; MORGADO, L. B.; RUMJANEK, N. G. **Contribution of biological nitrogen fixation to cowpea: a strategy for improving grain yield in the semi-arid region of Brazil**. Biology and Fertility of Soils, v. 38, n. 6, p. 333-339, 2003.
- MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: Ed. EDUFPA; 2ª Ed. pp. 501-529. 2006.
- QUEIROZ, L. P. The Brazilian Caatinga: Phytogeographical Patterns Inferred from Distribution Data of the Leguminosae. *In*: PENNINGTON, R. T.; LEWIS, G. P.; RATTER, J. A. (Eds.) **Neotropical Caatingas and Dry Forests: Plant Diversity, Biogeography, and Conservation**. Boca Raton, FL, Taylor & Francis CRC-Press. 2006.

SANTOS, C. E. R. S.; STAMFORD, N. P.; FREITAS, A. D. S.; NEVES, M. C. P.; RUMJANEK, N. G.; SOUTO, S. M. **Efetividade de rizóbios isolados de solos da região noreste do Brasil, na fixação do N₂ em amendoim (*Arachis hypogaea*)**. Acta Scientiarum. Agronomy, v. 27, n.1, p. 305-312, 2005.

TORSVIK, V.; ØVREÅS, L. **Microbial diversity and function in soil: from genes to ecosystems**. Current Opinion in Microbiology, v. 5, n. 3, p. 240–245, 2002.

VINCENT, J.M. **A manual for the practical study of root nodule bacteria**. Oxford: Blackwell Scientific Publications; p 119. 1970.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-418-4

