

COMUNIDADE MICROBIANA CULTIVÁVEL DO SOLO RIZOSFÉRICO DE LEGUMINOSAS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Claudia Miranda Martins¹, Marcelo de Sousa Pinheiro², Larissa Maria Cidrão Guedes Fiúza³, Ana Vitória de Oliveira³, Suzana Cláudia Silveira Martins¹

¹Professora do Departamento de Biologia da Universidade do Ceará, Fortaleza-Ceará (claudia.miranda.martins@gmail.com; suzana220@gmail.com)

²Doutorando em Agronomia-Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará

³Mestranda em Engenharia Química da Universidade Federal do Ceará

Recebido em: 30/09/2014 – Aprovado em: 15/11/2014 – Publicado em: 01/12/2014

RESUMO

Rizosfera é a região do solo que se caracteriza por intensa atividade microbiana, destacando-se como um nicho promissor para estudo da comunidade microbiana, bem como, para bioprospecção de linhagens com potencial ecológico e tecnológico. Tendo em vista, as condições ambientais extremas predominantes no semiárido brasileiro, e a representatividade do grupo botânico das leguminosas, o presente estudo teve por objetivo determinar a comunidade microbiana cultivável do solo rizosférico de leguminosas do semiárido e o isolamento de actinobactérias para posterior avaliação do potencial biotecnológico. Foram coletadas amostras de solo rizosférico de diferentes espécies de leguminosas, nas quais foram quantificadas, em meios de cultura específicos, as populações dos seguintes grupos microbianos: bactérias, fungos e actinobactérias. Colônias diferentes do último grupo foram selecionadas e culturalmente caracterizadas. Os valores médios das contagens para bactérias, actinobactérias e fungos foram 5,2 LogUFC g⁻¹, 4,7 LogUFC g⁻¹ e 3,8 LogUFC g⁻¹, respectivamente. Vinte e três isolados de actinobactérias com diferentes características culturais foram classificados em cinco grupos. Esses isolados estão mantidos em ágar caseína dextrose amido, a 4 °C para posterior identificação visando à futura implantação de uma coleção de actinobactérias do semiárido. Os resultados indicaram a abundância dos grupos microbianos avaliados e a diversidade cultural das actinobactérias.

PALAVRAS-CHAVE: actinobactérias, bactérias, caatinga, fungos.

CULTURABLE MICROBIAL COMMUNITY FROM RIZOSPHERIC LEGUMINOUS SOIL IN THE BRAZILIAN SEMIARID

ABSTRACT

Rhizosphere is the soil region that is characterized by intense microbial activity, standing out as promising niche for the study of microbial community as well, for bioprospecting of strains with ecological and technological potential. Given the extreme environmental conditions prevailing in the Brazilian semiarid, and the representativeness of the botanical group of leguminous, the present study aimed to determine the culturable microbial community of the rhizospheric soil of the

leguminous from semiarid and the isolation of actinobacteria for further evaluation of biotechnologic potential. Samples from rhizospheric soils of different species of leguminous were collected and the populations of bacteria, actinobacteria and fungi were quantified in specific culture media. Different colonies of the actinobacteria were selected and culturally characterized. The mean values of the counts for bacteria, actinobacteria and fungi were $5.2 \log\text{CFU g}^{-1}$, $4.7 \log\text{CFU g}^{-1}$ and $3.8 \log\text{CFU g}^{-1}$, respectively. Twenty-three isolates of actinobacteria with different cultural characteristics were classified into five groups. These isolates are maintained on casein starch dextrose agar at 4°C for later identification. The results indicated the abundance of microbial groups evaluated and the cultural diversity of actinobacteria.

KEYWORDS: actinobacteria, bacteria, caatinga, fungi

INTRODUÇÃO

A faixa de solo sob influência das raízes das plantas é denominada rizosfera e apresenta características físicas, químicas e microbiológicas diferentes do solo não rizosférico (LOURENTE et al., 2011). As raízes liberam substâncias responsáveis por esse ecossistema especializado, onde o crescimento das populações microbianas pode ser beneficiado ou inibido (BAIS et al., 2006, DANTAS et al., 2009). Em geral, o número de micro-organismos na rizosfera pode ser até 100 vezes maior que no solo livre (HINSINGER et al., 2009).

As bactérias constituem o principal grupo de decompositores responsável pela reciclagem de carbono, principalmente por sua capacidade de produzir diversas enzimas extracelulares que degradam compostos complexos e macromoléculas (GORLACH-LIRA & COUTINHO, 2007). É o grupo microbiano mais representativo do solo rizosférico, onde foram registradas populações em torno de 10^8 UFC g^{-1} (DANTAS et al., 2009). Espécies de bactérias da rizosfera exibiram tempos de geração inferiores as do solo não rizosférico, confirmando que, em geral, as raízes das plantas desempenham atividades que favorecem o crescimento bacteriano (ARAÚJO et al., 2002).

Ao lado das bactérias, os fungos também estão presentes em elevadas concentrações na rizosfera. É provável que as atividades das raízes promovam um habitat favorável para a germinação dos esporos de fungos dormentes, os quais são dominantes no solo não rizosférico. As populações fúngicas atingem 10^7 UFC g^{-1} de solo rizosférico. Entretanto, o efeito das raízes sobre esse grupo microbiano parece ser mais limitado do que sobre as populações bacterianas (SIQUEIRA & FRANCO, 1988).

Embora a rizosfera também se mostre um nicho favorável para as actinobactérias, em geral, essas populações são inferiores as das bactérias e dos fungos, pois são micro-organismos de crescimento lento, com baixa capacidade competitiva, que não conseguem predominar em substratos orgânicos nos quais outros micro-organismos apresentam capacidade de colonização mais elevada. As densidades das populações de actinobactérias na rizosfera são variáveis, e podem atingir de 10^6 a 10^7 UFC g^{-1} (SIQUEIRA & FRANCO, 1988, PEREIRA et al., 1999).

As actinobactérias correspondem a um grupo heterogêneo de bactérias Gram-positivas filamentosas, que habitam naturalmente o solo, adaptam-se às diversas condições do ambiente e são capazes de colonizar a rizosfera. Por apresentarem elevada diversidade morfológica e metabólica são importantes do ponto de vista ecológico e industrial, produzindo substâncias de alto valor comercial

(MOHANRAJ et al., 2011), como a maioria dos antibióticos de importância clínica (BALAGURUNATHAN & RADHAKRISHNAN, 2007).

Com vistas a aproveitar o potencial biotecnológico desse grupo microbiano, ecossistemas extremos e ainda pouco explorados, têm sido selecionados para estudo de linhagens de actinobactérias. A região semiárida do Nordeste Brasileiro se caracteriza por condições ambientais extremas, como alto nível de insolação, elevadas temperaturas, aliadas a recursos hídricos e chuvas escassas, com longos períodos de seca (GORLACH-LIRA & COUTINHO, 2007, SOARES et al., 2012).

O PNU se constitui uma área ecologicamente importante para o Ceará, abrangendo 563 ha de faixas vegetacionais, onde FERNANDES (1990) reportou 283 espécies, sendo o grupo taxonômico mais representativo pertence às leguminosas da família botânica *Fabaceae*. A rizosfera das mesmas é, portanto, um nicho promissor para bioprospecção de linhagens microbianas em geral, e, em particular, de actinobactérias, com possível potencial biotecnológico.

Diante do exposto, esse trabalho teve por objetivos determinar a abundância de populações cultiváveis de micro-organismos do solo rizosférico de diferentes espécies de leguminosas do semiárido, isolar, selecionar e caracterizar isolados de actinobactérias com vistas a posteriores estudos sobre o potencial biotecnológico dessas linhagens.

MATERIAL E MÉTODOS

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

O trabalho foi desenvolvido no Parque Nacional de Ubajara (PNU), criado pelo Decreto 45.954, de 30 de abril de 1959, teve seus limites alterados pelo Decreto 72.1444 de 26 de abril de 1973 e pelo Decreto s/nº de 13 de dezembro de 2002, que ampliou sua área para 6.288ha. Está localizado na Chapada da Ibiapaba, no noroeste do Estado do Ceará, atingindo parte dos municípios de Ubajara, Frecheirinha e Tianguá, no domínio da Caatinga (coordenadas geográficas 3º 48' – 3º 50' lat. S e 40º 52' – 40º 55' long. W) (IBDF/FBCN 1981, NASCIMENTO et al., 2005).

AMOSTRAGEM

As coletas foram realizadas no Parque Nacional de Ubajara no período seco de 20 a 24 de agosto de 2012. Ressalta-se que foi obtida previamente a autorização para atividades com finalidade científica, concedida pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO).

Na área experimental, de aproximadamente 400 m², foram selecionadas 12 diferentes gêneros/espécies de arbóreas da família *Fabaceae/Leguminosae* (Quadro 1). Foi coletada uma amostra de solo rizosférico de cada leguminosa, equidistantes entre si, composta de três sub-amostras tomadas na projeção da copa ao redor da árvore utilizando-se uma enxada de jardinagem (LUCENA et al., 2013). Esse conjunto (três pontos/leguminosa) constituiu uma amostra composta. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos etiquetados, conservadas em caixas de isopor com gelo e encaminhadas para o Laboratório de Microbiologia Ambiental (LAMAB) do Departamento de Biologia da Universidade Federal do Ceará (UFC).

QUADRO 1 Leguminosas da família *Leguminosae/Fabaceae* selecionadas para coleta do solo rizosférico em uma área experimental do Parque Nacional de Ubajara (PNU), Estado do Ceará.

Amostras	Leguminosas	
	Nome científico	Nome vulgar
1	<i>Centrosema</i> spp	Centrosema
2	<i>Crataegus monogyna</i>	Espinheiro branco
3	<i>Acacia polephella</i>	Espinheiro preto
4	<i>Stryphnodendron pulcherrimum</i>	Camunze
5	<i>Hymenaea courbari</i>	Jatobá
6	<i>Senna spectabilis</i>	Besouro
7	<i>Inga</i> spp	Ingá
8	<i>Caesalpinia</i> spp	Jucá
9	<i>Bauhinia</i> spp	Mororó
10	<i>Piptadenia stipulacea</i>	Jurema branca
11	<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	Angico
12	<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i>	Sabiá

PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS

As amostras do solo rizosférico das leguminosas foram homogeneizadas e 25 gramas de cada foram adicionados a 225 mL de solução salina a 0,85%. Os frascos foram mantidos em mesa agitadora orbital com velocidade de 145 rpm por 30 minutos (diluição 10^{-1}), a partir da qual foram preparadas diluições decimais seriadas até 10^{-6} .

CONTAGEM DE BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS MESÓFILAS TOTAIS

A população de bactérias totais foi determinada pela contagem padrão em placas usando a técnica de *spread-plate* em meio Plate Count Agar (PCA) (APHA 2005). Alíquotas de 100 μ L das diluições 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} e 10^{-6} foram inoculadas, em triplicatas, em placas com o meio PCA. Após distribuição do inóculo, as placas foram incubadas a 37 °C por 48 horas. Decorrido este período, as diluições que apresentaram entre 30 e 300 colônias foram selecionadas para contagem e o resultado expresso em Unidade Formadora de Colônia por grama de solo (UFC g⁻¹).

CONTAGEM DE ACTINOBACTÉRIAS

Para a contagem de actinobactérias também foi utilizada a técnica de *spread-plate* no Ágar Caseína Dextrose Amido (ACDA) com a seguinte composição por litro: K₂HPO₄ 0,5 g, MgSO₄.7H₂O 0,2 g, glicose 10 g, caseína 0,2 g e nistatina 0,05 mg (KUSTER & WILLIAMS, 1964, ARIFUZZAMAN et al., 2010). O meio foi distribuído em placas de Petri estéreis e 100 μ L das diluições 10^{-1} até 10^{-6} foram espalhados sobre a superfície das placas que foram incubadas a 28 $\pm$ 2 °C por 10 dias (SHAIKH et al., 2013). Após esse período foram selecionadas e quantificadas as diluições que apresentaram entre 30 a 300 colônias com características típicas de actinobactérias e o resultado expresso em UFC g⁻¹ de solo. O ensaio foi realizado em triplicata.

CONTAGEM DE FUNGOS

Para a contagem de fungos também foi utilizada a técnica de *spread-plate* no meio Ágar Martin (MARTIN, 1950) com a seguinte composição por litro: glicose 10,0 g; peptona 5,0 g; KH_2PO_4 1,0 g; ágar 15,0 g e rosa bengala 0,06 g, pH 6,0. Para cada diluição foram feitas três repetições por placa. As placas foram incubadas a 25 °C por oito dias. Após esse período procedeu-se a contagem das colônias e o resultado foi expresso UFC g⁻¹ de solo (SANTOS-GONZÁLEZ et al., 2007).

ANÁLISES ESTATÍSTICAS

As análises estatísticas foram realizadas utilizando a versão GraphPad Prism 5.0 (GraphPad Software *, San Diego, CA), com níveis de confiança de 95%. Os dados das contagens de bactérias e fungos foram transformados em logaritmo decimal. Os resultados foram submetidos ao teste de Tukey, no mesmo nível de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A concentração de bactérias totais variou de 4,7 LogUFC g⁻¹ a 6,2 LogUFC g⁻¹, com valor médio de 5,2 LogUFC g⁻¹. Para as actinobactérias esses valores variaram de 3,7 LogUFC g⁻¹ a 5,1 LogUFC g⁻¹ e média de 4,8 LogUFC g⁻¹. Para os fungos a contagem variou de 3,2 LogUFC g⁻¹ a 5,1 LogUFC g⁻¹ e um valor médio de 4,1 LogUFC g⁻¹ (Figura 1). A população bacteriana foi significativamente maior que a de actinobactérias e a de fungos, enquanto a última foi significativamente menor que as demais.

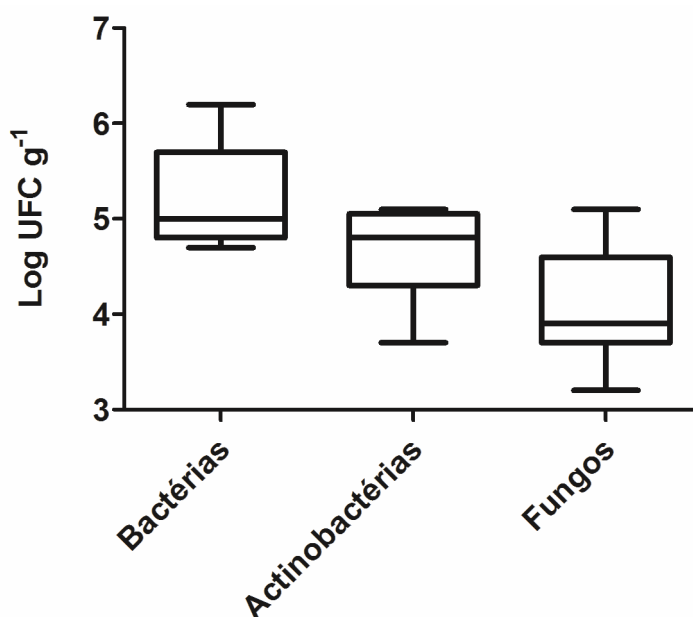


FIGURA 1. Populações de bactérias totais, actinobactérias e fungos em Log Unidade Formadoras de Colônias por grama em amostras de solo rizosférico de leguminosas do Parque Nacional de Ubajara (PNU) no Estado do Ceará.

No presente estudo, a maior concentração microbiana correspondeu ao grupo das bactérias totais. Populações de bactérias de 6 LogUFC g⁻¹ a 7 LogUFC cm⁻¹ foram registrados por GORLACH-LIRA & COUTINHO (2007), em solo rizosférico do

semiárido nordestino, valores dez vezes maiores que os registrados no presente trabalho. Informações sobre a abundância e diversidade de micro-organismos do solo em condições tropicais de terras secas, especialmente em solos da Caatinga, e mais especificamente, em solo rizosférico, ainda são escassas. No entanto, LIMA et al. (2014) reportaram valores médios de bactérias totais de $5,8 \text{ Log UFC g}^{-1}$, $5,3 \text{ Log UFC g}^{-1}$ e de $4,4 \text{ Log UFC g}^{-1}$ para bactérias, actinobactérias e fungos, respectivamente, em amostras de solo não rizosférico de caatinga.

Dessa forma há certa dificuldade de comparação dos resultados obtidos e dados disponíveis na literatura. Considerando trabalhos em áreas diferentes do semiárido, PREVIATI et al. (2012) descreveram contagens que variaram de $5,6 \text{ Log UFC g}^{-1}$ a 6 Log UFC g^{-1} para as populações de bactérias totais em solo rizosférico de Cerrado da região de Cuiabá (MT). Embora se trate de uma região diferente, os valores registrados são semelhantes aos do presente estudo. DEVI & CHHETRY (2012) descreveram valores em torno de 6 Log UFC g^{-1} para a população de bactérias totais em solo rizosférico de uma área rural no distrito de Manipur na Índia.

A concentração de fungos foi significativamente menor que das bactérias totais e actinobactérias. MULLER et al. (2010) em trabalho com solo rizosférico de amendoim na Fazenda São Paulo, no município de Campo Novo dos Parecís (MT), também registraram maior número de bactérias totais que foi 5 Log UFC g^{-1} de solo enquanto a de fungos foi $4,4 \text{ Log UFC g}^{-1}$ de solo. No entanto, os autores não constatarem diferenças significativas entre os dois grupos. CHESTER & PARKINSON (1959) relataram que os fungos são mais frequentes em solos de não leguminosas que de leguminosas, pela dificuldade desse grupo em metabolizar os aminoácidos liberados pelas raízes das referidas plantas. Em termos quantitativos, RODRIGUES et al. (2011) compararam as populações de fungos e bactérias, na Floresta Nacional de Caxiuanã no Estado do Pará e mostraram que os fungos se desenvolveram melhor na época seca, e a população das bactérias no período chuvoso. Os resultados do presente trabalho foram diferentes uma vez que as amostras foram coletadas no período seco e a população de bactérias foi superior a dos fungos.

Apesar da maior disponibilidade de nutrientes na zona rizosférica, a redução no teor de oxigênio pode ter contribuído para a redução do crescimento dos fungos, uma vez que, em geral, esse grupo ocupa áreas abertas onde dispõem de elevados níveis de oxigênio. No entanto, é de extrema importância destacar, que a competição com as actinobactérias pode ter influenciado de forma negativa o crescimento dos fungos visto que esse grupo de bactérias foi significativamente maior que o de fungos, predominando em todas as amostras, com exceção das amostras 12 e 13 (Figura 2).

De fato, SILVA et al. (2013) reportaram que, embora a rizosfera se mostre um nicho favorável para as actinobactérias em geral, essa influência é menor nesse grupo que sobre as populações fúngicas, visto que as actinobactérias são micro-organismos de crescimento lento com baixa capacidade competitiva. HENG et al. (2011) isolaram 132 colônias de actinobactérias do solo rizosférico de várias espécies de plantas da Malásia e constatarem atividade antifúngica em 112 (85%). Nesse contexto, os isolados de actinobactérias do presente trabalho são potenciais candidatos para produção de substâncias antifúngicas.

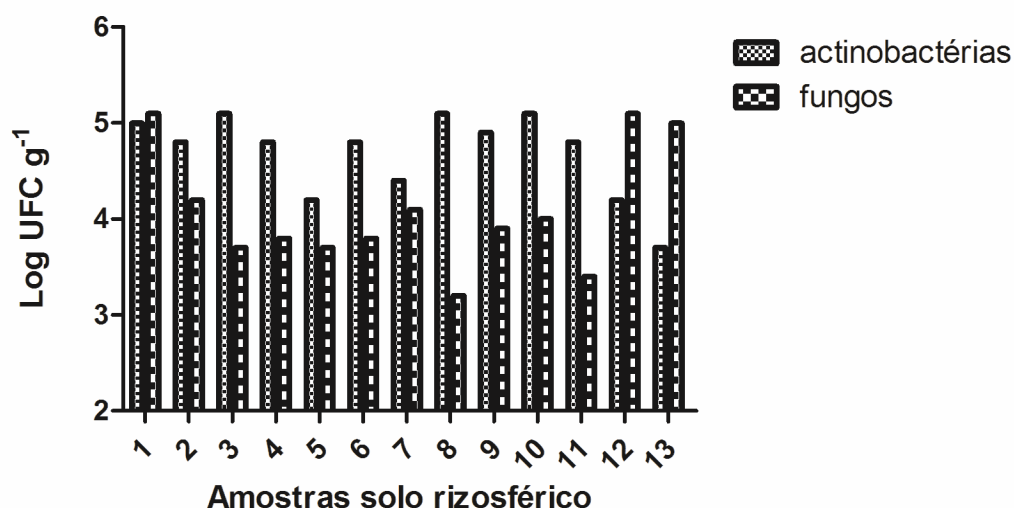


FIGURA 2. Populações de actinobactérias e fungos em Log Unidade Formadoras de Colônias por grama em amostras de solo rizosférico de leguminosas do Parque Nacional de Ubajara (PNU) no Estado do Ceará.

ZHANG et al. (2013) constataram a influência da espécie de planta sobre a comunidade microbiana do solo rizosférico de uma região semiárida da China. No entanto, no presente estudo não foi registrada diferença significativa entre as contagens de cada um dos grupos microbianos avaliados em relação ao solo das raízes das diferentes espécies leguminosas avaliadas (Figura 3). É possível que esse resultado esteja associado ao fato de tratar-se de diferentes espécies de uma mesma família.

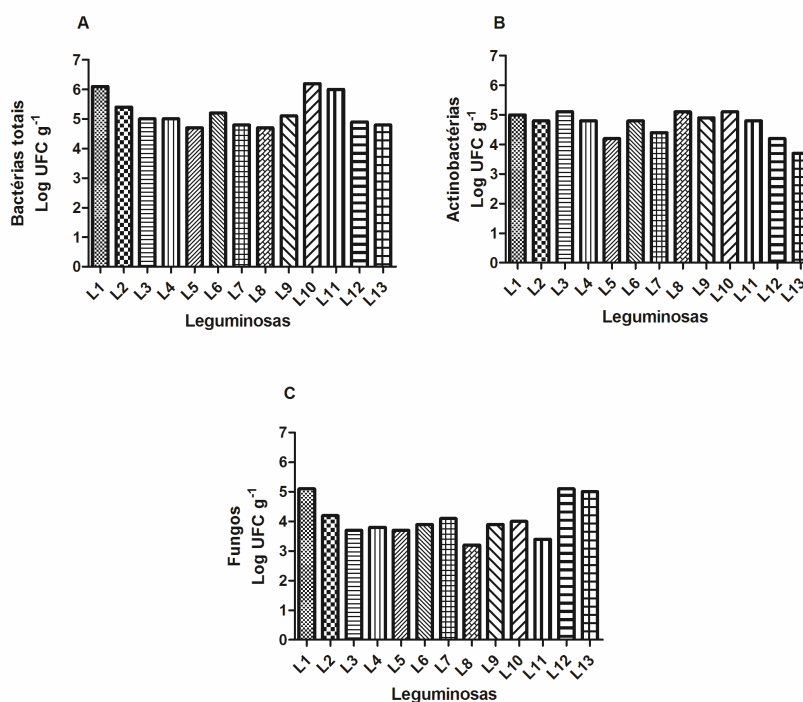


FIGURA 3. Populações de bactérias (A), actinobactérias (B) e fungos (C) em Unidade Formadoras de Colônias por grama em amostras de solo rizosférico das 13 espécies/gêneros de leguminosas (L1-L13) do Parque Nacional de Ubajara (PNU) no Estado do Ceará.

Foram selecionados e caracterizados sob o aspecto cultural, 23 isolados de actinobactérias. No dendrograma (Figura 4), observa-se que os resultados permitem dividir os isolados em cinco grupos: o grupo I, formado pelos isolados 1, 3, 5, 8, 9, 12, 13, 14, 18, 19, o grupo II, pelos isolados 10, 15, 16, 17, o grupo III, isolados 22 e 23, grupo IV, isolado 11 e grupo V, isolados 2, 4, 6, 7, 20 e 21.

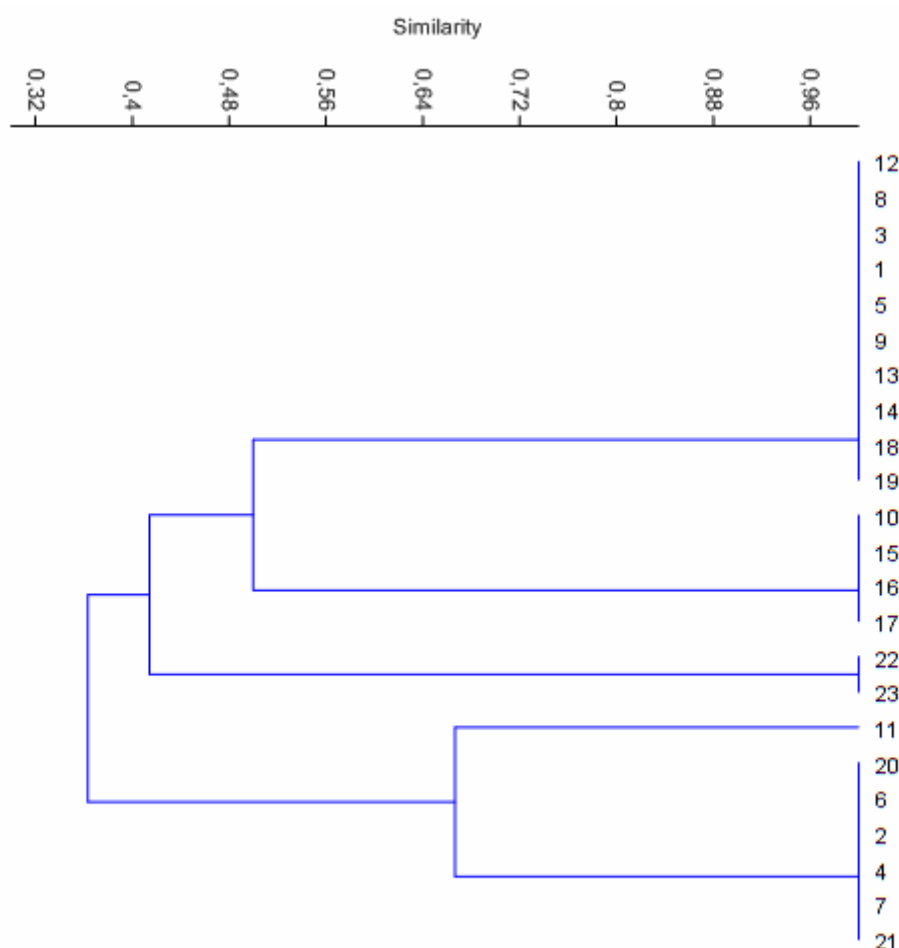


FIGURA 4. Dendrograma mostrando a relação de similaridade entre os isolados de actinobactérias (1 a 23) quanto às características culturais, de amostras de solo rizosférico de leguminosas do Parque Nacional de Ubajara (PNU) no Estado do Ceará.

CONCLUSÃO

A abundância das populações de micro-organismos do solo rizosférico do Parque Nacional de Ubajara indica a fertilidade dessa área de preservação ambiental. A região estudada é um reservatório de actinobactérias de onde podem ser isoladas linhagens com potencial biotecnológico.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos órgãos de fomento pelos recursos obtidos através da chamada CNPq/ICMBio - Nº 13/2011- Seleção Pública de Propostas para a pesquisa sobre o manejo, uso e conservação da biodiversidade e a proteção do patrimônio cultural e dos recursos naturais em Unidades de Conservação federais e seu entorno no Bioma Caatinga.

REFERÊNCIAS

APHA. American Public Health Association. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 21th, Washington. 2005.

ARAÚJO, F.F.; SILVA, J.F.V.; ARAÚJO, A.S.F. Influência de *Bacillus subtilis* na eclosão, orientação e infecção de *Heterodera glycines* em soja. **Ciência Rural**, v.32, p.197-203, 2002.

ARIFUZZAMAN, M; KHATUN, M.R.; RAHMAN, H. Isolation and screening of actinomycetes from Sundarbans soil for antibacterial activity. **African Journal of Biotechnology**, v.9, p.4615-4619, 2010.

BAIS, H.P.; WEIR, T.L.; PERRY, L.G.; GILROY, S.; VIVANCO, J.M. The role of root exudates in rhizosphere interactions with plants and other organisms. **Annual Review of Plant Biology**, v.57, p.233-266, 2006.

BALAGURUNATHAN, R.; RADHAKRISHNAN, M. Actinomycetes: Diversity and their importance. In: **Microbiology-Applications and Current Trends**. P.C. Trivedi (editor), Pointer publishers, Jaipur, India, p. 297-329, 2007.

CHESTER, C.G.C.; PARKINSON, D. On the distribution of fungi in rizosphere of oats. **Plants and Soil**, v.11, p.145-156, 1959.

DANTAS, J.S.; SOUZA, A.P.; FARIAS, M.F.; NOGUEIRA, V.F.B. Interações entre grupos de micro-organismos com a rizosfera. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v.2, p.213-218, 2009.

DEVI, T.R.; CHHETRY, G.K.N. Rizosphere and non-rizosphere microbial population dynamics and their effect on wilt causing pathogen of pigeonpea. **International Journal of Scientific and Research Publications**, v.2, p.1-4, 2012.

GORLACH-LIRA, K.; COUTINHO, H.D.M. Population dynamics and extracellular enzymes activity of mesophilic and thermophilic bacteria isolated from semi-arid soil of Northeastern Brazil. **Brazilian Journal of Microbiology**, v.38, p.135-141, 2007.

HINSINGER, P.; BENGOUGH, A.G.; VETTERLEIN, D.; YOUNG, I.M. Rhizosphere: biophysics, biogeochemistry and ecological relevance. **Plant and Soil**, v.321, p.117-152, 2009.

HENG, J.L.S.; SHAH, U.K.M.; HAMZAH, H. Isolation, characterization and identification of potential actinobacteria with antifungal activities towards chilli anthracnose. **African Journal of Biotechnology**, v.10, p.5979-5987, 2011.

IBDF/FBCN. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal/ Fundação Brasileira para Conservação da Natureza. **Plano de Manejo do Parque Nacional da Tijuca**. Brasília.115p.1981.

FERNANDES, A. 1990. **Temas fitogeográficos**. Stylos Comunicações, Fortaleza. 116p.

KUSTER, E.; WILLIAMS, S.T. Selective media for the isolation of Streptomycetes. **Nature**, v. 202, p.928-929, 1964.

LIMA, J.V.L.; PINHEIRO, M.S.; FIÚZA, L.M.C.G.; MARTINS, S.C.S.; MARTINS, C.M. Populações microbianas cultiváveis do solo e serapilheira de uma unidade de conservação no semiárido brasileiro. **Enciclopédia Biosfera**, v.10, p.2300-2316, 2014.

LOURENTE, E.R.P.; MERCANTE, F.M.; ALOVISI, A.M.T.; GOMES, C.F.; GASPARINI, A.S.; NUNES, C.M. Atributos microbiológicos, químicos e físicos de solo sob diferentes sistemas de manejo e condições de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.41, p.20-28, 2011.

LUCENA, V.B.; RAIMAM, M.P.; CARDOSO, N.A.; ALBINO, U.B. Influência de fungos micorrízicos-arbusculares em paricá (*Schizolobium amazonicum*) cultivado no estado do Pará. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.33, p.235-241, 2013.

MOHANRAJ, D.; BHARATHI, S.; RADHAKRISHNAN, M.; BALAGURUNATHAN, R. Bioprospecting of actinobacteria from Yelagiri hills with special reference to antibacterial activity. **Journal of Chemical and Pharmaceutical Research**, v. 3, p.439-446, 2011.

MÜLLER, D.H.; CAMPOS, D.T.S.; GUIMARÃES, S.L. Comunidade microbiana total e fungos micorrízicos arbusculares em solos sob cultivo de amendoim (*Arachis hypogaea* L). **Global Science and Technology**, v.3, p.1-12, 2010.

NASCIMENTO, J.L.X.; SALES JÚNIOR, L.G.; SOUSA, A.E.B.A.; MINNS, J. Avaliação rápida das potencialidades ecológicas e econômicas do Parque Nacional de Ubajara, Ceará, usando aves como indicadores. **Ornithologia**, v.1, p.33-42, 2005.

PEREIRA, J.C.; NEVES, M.C.P.; DROZDOWICZ, A. Dinâmica das populações bacterianas em solos de Cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, p. 801-811,1999.

PREVIATI, R.; SILVA, J.R.; SOUZA, C.R.; JANKE, L. Isolamento e quantificação das populações de bactérias em geral e de actinomicetos presentes no solo. **Arquivo de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v.15, p.155-160, 2012.

RODRIGUES, H.J.B; SÁ, L.D.A; RUIVO, M.L.P.; COSTA, A.C.L.; SILVA, R.B.; MOURA, Q.L.; MELLO, I.F. Variabilidade quantitativa de população microbiana associada às condições microclimáticas observadas em solo de floresta tropical úmida. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.26, p.629-638, 2011.

SANTOS-GONZÁLEZ, J.C.; FINLAY, R.D.; TEHLER, A. Seasonal dynamics of arbuscular mycorrhizal fungal communities in roots in a seminatural grassland. **Applied and Environmental Microbiology**, v.73, p.5613-5623, 2007.

SHAIKH, N. M.; PATEL, A.A.; MEHTA, S.A.; PATEL, N.D. Isolation and screening of cellulolytic bacteria inhabiting different environment and optimization of cellulase production. **Universal Journal of Environmental Research and Technology**, v. 3, n.1, p. 39-49, 2013.

SILVA, M.S.; SALES, A.N.; MAGALHÃES-GUEDES, K.T.; DIAS, D.R.; SCHWAN, R.F. Brazilian cerrado soil actinobacteria ecology. **BioMed Research International** <http://dx.doi.org/10.1155/2013/503805>, 2013.

SIQUEIRA, J.O.; FRANCO, A.A. **Biotecnologia do solo**. MEC/ESAL/FAEPE/ABEAS, Brasília, p. 125-177, 1988.

SOARES JR., F.L.; MELO, I.S.; DIAS, A.C.F.; ANDREOTE, F.D. Cellulolytic bacteria from soils in harsh environments. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v.28, p.2195-2203, 2012.

ZHANG, C.; LIU, G.; XUE, S.; XIAO, L. Effect of different vegetation types on the rhizosphere soil microbial community structure in the Loess Plateau of China. **Journal of Integrative Agriculture**, v.12, p. 2103-2113, 2013.