



EFEITO DO POUSIO NA RECUPERAÇÃO DE UM SOLO SOB CAATINGA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Suzana Cláudia Silveira Martins¹, Marcelo de Sousa Pinheiro², Ana Vitória de Oliveira³, Jamili Silva Fialho⁴, Claudia Miranda Martins¹

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

²Doutorando em Agronomia-Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará

³Mestranda em Engenharia Química da Universidade Federal do Ceará

⁴Professora da Faculdade de Educação, Ciências e Letras do Sertão Central da Universidade Estadual do Ceará

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

RESUMO

As condições climáticas prevalentes no semiárido brasileiro, aliadas ao sistema de manejo do solo, são fatores decisivos para degradação desse ecossistema. O pousio é uma técnica para recuperação do solo após cultivo tradicional, derrubada e queima da vegetação, seguidas por declínio da fertilidade, onde o solo não é manejado. Embora ainda não existam padrões definitivos para avaliar essa recuperação, a abundância das populações microbianas mais representativas é considerada um eficiente indicador biológico de qualidade do solo. Neste trabalho foram quantificadas as populações de bactérias totais, actinobactérias e fungos em área de caatinga localizada no município de Quixadá (CE), que está em recuperação há 15 anos. Um fragmento de mata nativa no mesmo local foi usado como referência. As densidades populacionais foram determinadas pela técnica da diluição seriada do solo com contagem de unidades formadoras de colônia. Para as amostras da área sob pousio foram encontrados valores médios em UFC grama de solo de $1,8 \times 10^5$, $4,4 \times 10^2$ e $4,8 \times 10^4$, para bactérias totais, fungos e actinobactérias, respectivamente. Para a mata conservada essas contagens foram $6,8 \times 10^4$, $1,8 \times 10^2$ e $2,3 \times 10^4$. Os dois ecossistemas não apresentaram diferenças estatísticas em relação à abundância das populações microbianas indicando a eficiência do sistema de pousio para recuperação microbiológica da área avaliada.

PALAVRAS-CHAVE: atributos microbiológicos, manejo do solo, qualidade do solo, sustentabilidade

EFFECT OF THE REST ON THE RECOVERY OF A SOIL UNDER CAATINGA OF THE BRAZILIAN SEMIARID

ABSTRACT

The environmental conditions in the Brazilian semiarid region, coupled with the aggressive technology for soil management are decisive for the degradation of this ecosystem. Fallow is a technique for soil recovery after traditional cultivation, felling and burning of vegetation, followed by fertility decline, where the soil is not managed. Although there are no definitive standards to assess this recovery, the abundance of

the most representative soil microbial populations is considered an effective biological indicator of soil quality. In this work the bacteria, actinobacteria and fungi populations were quantified in an area in the municipality of Quixadá (CE). A native forest fragment in the same location was used as reference. Population densities were determined by the serial dilution of soil with counting of colony forming units. For the samples from the area under resting were founded mean values in CFU by gram of soil of 1.8×10^5 , 4.4×10^2 and 4.8×10^4 for total bacteria, fungi and actinobacteria, respectively. For conserved ecosystem these scores were 6.8×10^4 , 1.8×10^2 and 2.3×10^4 . The ecosystems no showed statistical difference in the abundance of microbial populations indicating the efficiency of the fallow for microbiological recovery of evaluated area.

KEYWORDS: microbiological attributes, soil management, soil quality, sustainability

INTRODUÇÃO

A qualidade solo é de suma importância na sustentabilidade de ecossistemas, uma vez que influencia diretamente no desenvolvimento de plantas e como suporte para animais e micro-organismos. Assim, o uso sustentável e a qualidade desse recurso natural, é tema relevante, principalmente, em função do aumento das atividades antrópicas (ARAÚJO & MONTEIRO, 2007; BLECKER et al., 2012; SINHA et al., 2014).

Cumprir destacar que o solo é um dos habitats de maior riqueza microbiana, tanto em diversidade de espécies como em densidade populacional. Esses organismos participam efetivamente da degradação de compostos orgânicos e assim, contribuem para a fertilidade do solo (ARAÚJO & MONTEIRO, 2007). Os três grupos microbianos mais representativos, em termos de densidade celular, são as bactérias, actinobactérias e fungos filamentosos e, por isso, são utilizados como bioindicadores da qualidade do solo (IRFAN et al., 2012, PRAGYA et al., 2012, BORGES FILHO & MACHADO, 2013; CRUZ et al., 2013, OLISAKA & AYANRU, 2013, MANGAMURI et al., 2014). A tradicional técnica de contagem de Unidades Formadoras de Colônia (UFC), resultante da inoculação de diluições seriadas de uma suspensão de solo, permite avaliar a densidade populacional desses grupos específicos de micro-organismos cultiváveis (NANNIPIERI et al., 2007; SILVA et al., 2013).

A região semiárida brasileira compreende 969.589 km^2 representando 11,8% do território brasileiro e 62% da região Nordeste (ARAÚJO, 2011, COUQUEIRO, 2012). O tipo de vegetação predominante nesta região é conhecida como "Caatinga" palavra derivada do dialeto Tupi ameríndia: "Caa", que significa floresta, e "tinga", que significa branco. Caatinga é um bioma exclusivamente brasileiro que compreende um mosaico de arbustos espinhosos e florestas sazonalmente secas que vem experimentando processos rápidos de desertificação, devido ao desmatamento e ao uso inadequado dos recursos naturais. Esse desmatamento reflete na redução da produção de biomassa vegetal, alterações no solo e na perda de biodiversidade (OLIVEIRA et al., 2013).

O semiárido do Nordeste brasileiro está inserido na posição subequatorial (baixa latitude tropical), com temperaturas médias mensais entre 23-27 °C, com menos de 5 °C de oscilação mensal e 5-10 °C de variação diária (SAMPALIO et al., 1995). O padrão de distribuição de chuvas é bastante irregular no tempo e no espaço (NIMER, 1989). Por ser uma região onde predominam altas temperaturas, salinidade, incidência de radiação solar, estresse hídrico e solos de pouca

profundidade, o semiárido apresenta uma tendência natural para a degradação de solos e limitado potencial produtivo (ARAÚJO, 2011; SOARES Jr. et al., 2012). Assim a adoção de tecnologias de manejo de solo ecologicamente e economicamente viáveis são de grande importância para a sustentabilidade desse solo (NUNES et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2013). O manejo agrícola é considerado sustentável quando a qualidade do solo é mantida ou melhorada e entre os atributos usados para avaliar essa qualidade, destacam-se os microbiológicos (LOURENTE et al., 2011).

O pousio é uma das técnicas para recuperação de áreas degradadas e se baseia no próprio poder de resiliência do solo. Porém, o tempo de pousio praticado na região semiárida do Brasil tem diminuído em função da crescente demanda por produtos agrícolas. Esta redução no tempo de pousio intensifica o uso da terra e reduz a capacidade de recuperação do solo, ou seja, sua resiliência (ALMEIDA et al., 2012; RANGEL-VASCONCELOS, 2012).

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo estudar o efeito do pousio sobre a qualidade de um solo sob caatinga no semiárido nordestino, por meio da avaliação de indicadores microbiológicos, utilizando um sistema natural, com vegetação nativa adjacente à área experimental, como padrão comparativo.

MATERIAL E MÉTODOS

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

O estudo foi realizado em área de caatinga na Fazenda Não me Deixes (4°49'34" S, 38°58'9" W e 210 m de altitude), município de Quixadá, Estado do Ceará, Nordeste do Brasil. A área da fazenda tem 300 hectares destinados à Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN). A temperatura média anual é de 30 °C e a precipitação média anual de 798 mm (IPECE, 2005).

AMOSTRAGEM

Foram coletadas amostras de solo em área de caatinga em pousio há 15 anos. Amostras de solo da caatinga nativa (conservada) foram obtidas da área da RPPN, sendo utilizadas como controle. Considerou-se caatinga conservada a área com 30 anos sem a prática de agricultura, pecuária extensiva e nenhuma extração de madeira, e a área de caatinga alterada foi definida como a que há 15 anos encontra-se sem atividade agrícola, mas que suporta uma pecuária bovina sazonal e eventualmente sofre extração de madeira de forma seletiva. Para ambas as áreas, as amostras de solo foram coletadas em seis locais escolhidos aleatoriamente a 20 cm de profundidade, durante o mês de setembro de 2012, no período considerado seco na região Nordeste do Brasil. 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).

PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS

Em laboratório, as amostras de solo foram espalhadas em bandejas para a retirada de materiais estranhos (raízes, pedaços de madeira, folhas). Em seguida as amostras foram peneiradas com peneira de 2mm de malha e permaneceram protegidas da luz, calor e umidade até a avaliação, que foi realizada no prazo máximo de três dias. As amostras de solo foram homogeneizadas e 25 gramas de

cada foram adicionadas 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^{-5} .

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} e 10^{-5} 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: K_2HPO_4 0,5 g, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 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^{-5} foram espalhados sobre a superfície das placas que foram incubadas a 28 ± 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 8 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). O ensaio foi realizado em triplicata.

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 na área de pousio variou de 4,63 LogUFC g^{-1} a 5,56 LogUFC g^{-1} , com valor médio de 5,26 LogUFC g^{-1} . Para as actinobactérias esses valores variaram de 4,43 LogUFC g^{-1} a 5,15 LogUFC g^{-1} e média de 4,69 LogUFC g^{-1} . Para os fungos a contagem variou de 2 LogUFC g^{-1} a 3,48 LogUFC g^{-1} e um valor médio de 2,64 LogUFC g^{-1} . Para a área de mata nativa o valor médio

para as bactérias totais variou de 4,00 LogUFC g⁻¹ a 6,48 LogUFC g⁻¹, com média de 4,83 LogUFC g⁻¹. Para o grupo das actinobactérias a variação foi de 4,0 LogUFCg⁻¹ a 4,6 LogUFC g⁻¹ com valor médio de 4,37 LogUFC g⁻¹, enquanto que a concentração de fungos variou de 2 LogUFC g⁻¹ a 3,52 LogUFC g⁻¹ com média de 2,25 LogUFC g⁻¹ (Figura 1).

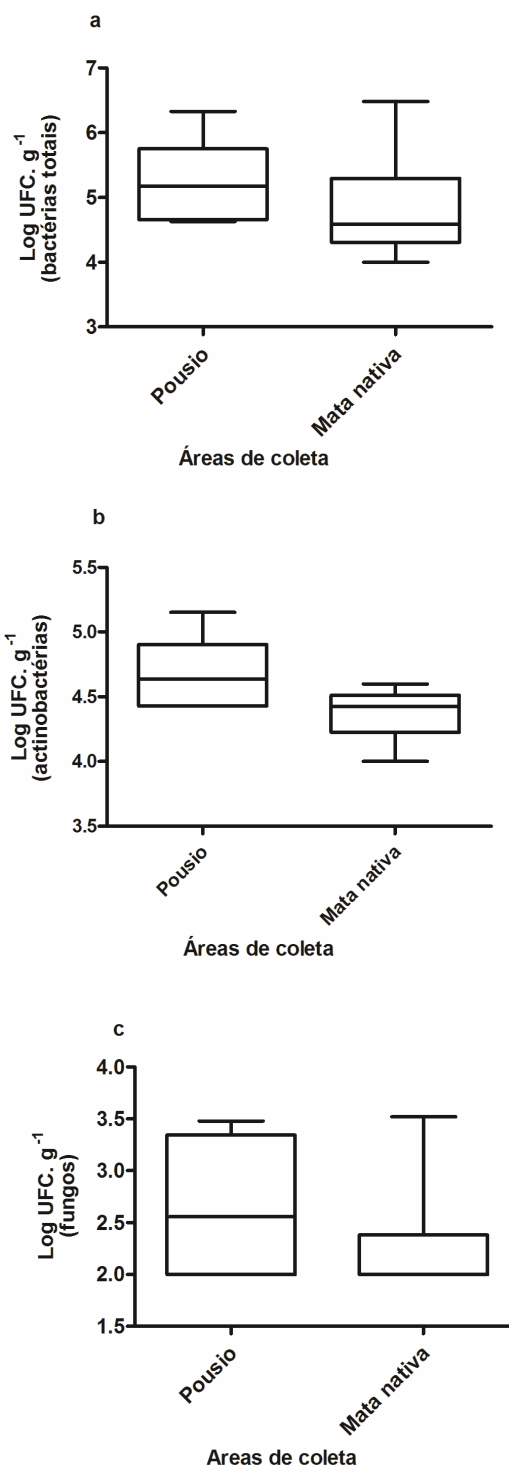


FIGURA 1. Populações de bactérias totais (a), actinobactérias (b) e fungos (c) em Log de Unidade Formadoras de Colônias por grama (UFC g⁻¹) em amostras de solo procedentes de uma área de pousio e mata nativa de um solo sob caatinga em área conservada do semiárido.

Em cada uma das áreas avaliadas as populações de bactérias totais e actinobactérias não apresentaram diferenças significativas entre si, enquanto a de fungos foi significativamente menor que as demais. Comparando os resultados entre as áreas de pousio e mata nativa todas as populações microbianas analisadas foram estatisticamente semelhantes (Tabela 1).

TABELA 1 Valor médio das populações de bactérias totais, actinobactérias e fungos em LogUFC.g⁻¹ nas duas áreas amostrais. Média de três repetições

Grupos microbianos	Pousio	Mata nativa	CV(%)
Bactérias totais	5,26 (4,63-6,33)a	4,83 (4,00-6,48)a	12,3; 17,9
Actinobactérias	4,69 (4,43-5,15)a	4,37 (4,00-4,60)a	5,8; 4,8
Fungos	2,64 (2,00-3,48)b	2,25 (2,00-3,52)b	27,2; 27,5

* Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si ($p \leq 0,05$; teste Tukey).

GORLACH-LIRA & COUTINHO (2007) registraram contagens de $5,0 \times 10^6$ UFC g⁻¹ para bactérias totais em amostras de solo de regiões de caatinga do semiárido do Nordeste brasileiro, correspondente a $6,7 \text{LogUFC g}^{-1}$. Esses valores foram cerca de 10 vezes maiores que os registrados no presente estudo para as duas áreas avaliadas e segundo HAICHAR et al. (2014) podem estar relacionadas à origem rizosférica das amostras, onde a densidade microbiana é em geral, mais elevada que no solo.

As contagens de fungos, em torno de 10^2 UFC g⁻¹, apresentaram o maior coeficiente de variação e valores cerca de cem vezes menores que os reportados por LIMA et al. (2014) em estudo desenvolvido na Unidade de Conservação Estação Ecológica de Aiuaba (ESECA), no Estado do Ceará. É possível conjecturar que a coleta das amostras de solo do referido estudo foram realizadas no período chuvoso, enquanto que as do presente estudo ocorreram no período seco, o que pode ter contribuído para a redução das populações microbianas em geral, e, em particular da fúngica.

SOUTO et al. (2008) estudando as populações microbianas do solo sob caatinga no semiárido da Paraíba, observaram que no período de estiagem a concentração de fungos foi menor do que quando havia eventos de precipitação. RODRIGUES et al., (2011) confirmaram que a umidade do solo regula as flutuações da população de fungos em solo de floresta tropical úmida. Segundo PORRAS-ALFARO (2011) ainda são escassos os dados sobre esse grupo microbiano em regiões semiáridas, fato que embora limite a comparação com outros estudos, ressalta a contribuição da presente pesquisa.

Segundo ZENOVA et al. (2007) e JENKINS et al. (2009) a presença das actinobactérias no semiárido relaciona-se a tolerância desse grupo à dessecação. De fato, a concentração de actinobactérias, superior a 10^4 UFC g⁻¹ nas duas áreas estudadas, foi significativamente maior que a de fungos e semelhante a das bactérias, considerada por BORGES FILHO & MACHADO (2013) o grupo numericamente mais representativo de micro-organismos no solo. Considerando o potencial ecológico e industrial das actinobactérias (GHOSH & PRASAD, 2010, GERA et al., 2014), os resultados do presente trabalho, reforçam a importância de estudos sobre esse grupo microbiano, ainda pouco explorado em solos do semiárido brasileiro, particularmente na região Nordeste.

Como reportado para as bactérias e fungos, a contagem de actinobactérias também foi inferior a obtida por LIMA et al. (2014). Importante ressaltar que a abundância microbiana no solo é afetada por um conjunto de fatores físicos e químicos tais como, distância, estação, clima, textura do solo, disponibilidade de nutrientes, matéria orgânica e temperatura do solo (PASTERNAK et al., 2013). Para VORONEY (2007) a umidade do solo é de extrema relevância no crescimento microbiano, pois a umidade reduzida limita a difusão de substratos solúveis aos micro-organismos além de provocar a redução da mobilidade microbiana. Assim, como neste trabalho, a coleta do solo ocorreu no período seco e o de LIMA et al. (2014) na estação chuvosa, é possível que tal fato possa ter influência nas menores contagens registradas nos três grupos de indicadores microbianos.

Os valores similares das contagens dos grupos microbianos indicadores na área de mata nativa e de pousio sugerem que referidas áreas atingiram o equilíbrio microbiológico, visto que, a mata nativa está preservada de ações antrópicas. Este equilíbrio populacional está relacionado a diversidade microbiológica, que é função dos diversos processos e interações que modificam as condições dos ambientes ocupados pelos micro-organismos que, por conseguinte, alteram as densidades das diversas populações na comunidade (SIQUEIRA et al., 1994). FIALHO et al. (2006) destacaram que alterações ambientais reduzem a população microbiana do solo, e, em consequência, a qualidade do mesmo, quando comparado à área sob mata natural. Assim, a semelhança entre as densidades microbianas no solo sob mata nativa, e da à área sob pousio, sugere que a ausência de perturbações antrópicas propiciaram melhor desenvolvimento e equilíbrio da microbiota.

Segundo ALTIERI (2012) o pousio se constitui um sistema de manejo ecológico que busca reproduzir as condições dos ambientes sem interferência antrópica, a fim de manter a diversidade biológica do local, bem como sua produtividade, capacidade de regeneração e habilidade de executar significativas funções ecológicas, econômicas e sociais sem ameaçar outros ecossistemas. Assim, o tempo de pousio é fundamental para que tais objetivos sejam plenamente alcançados.

Para NUNES et al. (2009) desde a época da colonização, a agricultura praticada no bioma caatinga é a itinerante ou migratória, ou seja, o agricultor desmata, queima por um período de dois anos e a área é então deixada em repouso para a recuperação de sua capacidade produtiva. Inicialmente, o período de pousio era extenso, uma vez que a população humana era pequena. Todavia, ALMEIDA et al. (2012) ressaltam que o tempo de pousio na região semiárida do Brasil diminuiu em função da crescente demanda por produtos agrícolas. Esta redução intensificou o uso da terra e reduziu a capacidade de recuperação do solo. Dentro desse contexto, o tempo de pousio de 15 anos, testado no presente estudo, mostrou ser eficaz para recuperação microbiológica do solo. No entanto, pesquisas sobre esse tema são necessárias e fundamentais visando estabelecer o tempo mínimo de pousio que garanta a recuperação, e assim, a preservação de solos no semiárido brasileiro, principalmente na região Nordeste.

CONCLUSÕES

A técnica de pousio foi eficiente para a recuperação da área em estudo, sendo o período de 15 anos suficiente para restaurar a população microbiana. O tempo de pousio é fundamental para a regeneração das características do solo,

sendo importante uma legislação ambiental atuante que garanta efetivamente a reabilitação da área em tratamento.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C.L.; OLIVEIRA, J.G.B.; ARAÚJO, J.C. Impacto da recuperação de área degradada sobre as respostas hidrológicas e sedimentológicas em ambiente semiárido. **Water Resources and Irrigation Management**, v.1, n.1, p. 39-50, 2012.

ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. ed. Ver. Ampl. – São Paulo: Expressão Popular, 2012.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, APHA. 21th, Washington. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. Washington, 2005.

ARAÚJO, S.M.S. A região semiárida do nordeste do Brasil: Questões ambientais e possibilidades de uso sustentável dos recursos. **Rios Eletrônica- Revista Científica da FASETE**, v. 5, p.89-98, 2011.

ARAÚJO, A.S.F. de; MONTEIRO, R.T.R Biological indicators of soil quality. **Bioscience Journal**, v. 23, n.3, p. 66-75, 2007.

ARIFUZZAMAN, M.; KHATUN, M.R.; RAHMAN, H. Isolation and screening of actinomycetes from Sundarbans soil for antibacterial activity. **African Journal of Biotechnology**, v. 9, n.29, p. 4615-4619, 2010.

BLECKER, S.W.; STILLINGS, L.L.; AMACHER, M.C.; IPPOLITO, J.A.; DECRAPPEO, N.M. Development of vegetation based soil quality indices for mineralized terrane in arid and semi-arid regions. **Ecological Indicators**, v.20, p. 65-74, 2012.

BORGES FILHO, E.L.; MACHADO, E.C. Avaliação microbiana do solo e dos aspectos morfológicos de hortaliças após a adição de adubos orgânicos em hortas. **e-Scientia**, v. 6, n.1, p. 8-15, 2013.

COUQUEIRO, J.R. O Semiárido Brasileiro: lugar de vida do/a camponês/a. **Revista Eletrônica de Culturas e Educação**, v. 6, n.1, p. 47-60, 2012.

CRUZ, R.; LIMA, J.S.; FONSECA, J.C.; FERNANDES, M.J.S.; LIMA, D.M.S.; DUDA, G.P.; MOREIRA, K.A.; MOTTA, C.M.S. Diversity of filamentous fungi of area from Brazilian Caatinga and high-level tannase production using mango (*Mangifera indica* L.) and surinam cherry (*Eugenia uniflora* L.) leaves under SSF. **Advances in Microbiology**, v. 3, p. 52-60, 2013.

FIALHO, J.S.; GOMES, V.F.F.; OLIVEIRA, T.S.; SILVA JUNIOR, J.M.T. Indicadores da qualidade do solo em áreas sob vegetação natural e cultivo de bananeiras na Chapada do Apodi-CE. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n.3, p. 250-257, 2006.

GERA; R.; BHATIA; R.; KUMAR; V.; KAYASTH; M.; WALIA; M.; KAUR; H.; GOYA, S. Diversity and antibacterial activity of actinobacteria isolated from cotton fields in

semi arid zones of Haryana. **Journal of Cotton Research and Development**, v 28: 129-134, 2014.

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.

GHOSH, U.K.; PRASAD, B. Optimization of carbon, nitrogen sources and temperature for hyper growth of antibiotic producing strain *Streptomyces kanamyceticus* MTCC 324. **The Bioscan**, v. 5, n.1, p. 157-158, 2010.

HAICHAR, F.Z.; SANTAELLA, C.; HEULIN, T.; ACHOUAK, W. Root exudates mediated interactions belowground. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 77, p. 69-80, 2014.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ, IPECE. **Perfil básico municipal: Quixadá**. Fortaleza, Governo do Estado do Ceará, Secretaria de Planejamento e Coordenação, 2005.

IRFAN, M.; SAFDAR, A.; SYED, Q.; NADEEM, M. Isolation and screening of cellulolytic bacteria from soil and optimization of cellulase production and activity. **Turkia Journal of Biochemistry**, v. 37, n.3, p. 287-293, 2012.

JENKINS, S.N.; WAITE, I.S.; BLACKBURN, A.; HUSBAND, R.; RUSHTON, S.P.; MANNING, D.C.; O'DONNELL, A.G. Actinobacterial community dynamics in long term managed grasslands. **Antonie van Leeuwenhoek**, v. 95, p. 319-334, 2009.

KUSTER, E.; WILLIAMS, S.T. Selective media for the isolation of *Streptomyces*. **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 serrapilheira 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, n. 1, p. 20-28, 2011.

MANGAMURI, U.K.; VIJAYALAKSHMI, M.; PODA, S. Exploration of actinobacteria from mangrove ecosystems of Nizampatnam and Coringa for antimicrobial compounds and industrial enzymes. **British Biotechnology Journal**, v. 4, n.2, p.173-182, 2014.

MARTIN, J. P. Use of acid, rose bengal and streptomycin in the plater method for estimating soil fungi. **Soil Science**, v. 69, p. 215- 232, 1950.

NANNIPIERI, P.; ASCHER, J.; CECCHERINI, M.T.; LANDI, L.; PIETRAMELLARA, G.; RENELLA, G.; VALORI, F. Microbial diversity and microbial activity in the rhizosphere. **Suelo**, v. 25, n.1, p. 89-97, 2007.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, RJ; 421 p.1989.

NUNES, L.A.P.L.; de ARAÚJO FILHO, J.A.; MENEZES, R.I.Q. Impacto da queimada e do pousio sobre a qualidade de um solo sob caatinga no semiárido nordestino. **Revista Caatinga**, v. 19, n.2, p.200-208, 2006.

NUNES, L.A.P.L.; de ARAÚJO FILHO, J.A.; HOLANDA JÚNIOR, E.V.; MENEZES, R.I.Q. Impacto da queimada e de enleiramento de resíduos orgânicos em atributos biológicos de solo sob caatinga no semi-árido nordestino. **Revista Caatinga**, v.22, n.1, p. 131-140, 2009.

OLISAKA, F.N.; AYANRU, D.K.G. Dominant mesophilic actinomycetes in Oredo soils. **Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences**, v. 3, n.1, p. 49-53, 2013.

OLIVEIRA, L.G.; CAVALCANTI, M.A.Q.; FERNANDES, M.J.S.; LIMA, D.M.M. Diversity of filamentous fungi isolated from the soil in the semiarid area, Pernambuco, Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 95, p. 49-54, 2013.

PASTERNAK, K.; AL-ASHHAB, A.; GATICA, J.; GAFNY, R.; AVRAHAM, S.; MINZ, D.; GILLOR, O.; JURKEVITCH, E. Spatial and temporal biogeography of soil microbial communities in arid and semiarid regions. **Plos One**, v. 8, n.7, e69705, 2013.

PORRAS-ALFARRO, A.; HERRERA, J.; NATVIG, D.O.; LIPINSKI, K.; SINSABAUGH, R.L. Diversity and distribution of soil fungal communities in a semiarid grassland. **Mycologia**, v. 103, n.1, p. 10-21, 2011.

PRAGYA, R.; YASMIN, A.; ANSHULA, J. An insight into agricultural properties of actinomycetes. **International Journal of Research in Biosciences**, v. 1, n.1, p. 7-12, 2012.

RANGEL-VASCONCELOS, L.G.T.; KATO, O.R.; VASCONCELOS, S.S. Matéria orgânica leve do solo em sistema agroflorestal de corte e trituração sob manejo de capoeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n.8, p. 1142-1149, 2012.

RODRIGUES, H.J.B.; SÁ, L.D.A.; RUIVO, M.L.P.; COSTA, A.C.L.; SILVA, R.B.; MOURA, Q.L.; MELO, I.F. Variabilidade quantitativa de população microbiana associada às condições microclimáticas observadas em solo de floresta tropical úmida. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 26, n.4, p. 629-638, 2011.

SAMPAIO, E.V.S.B.; SALCEDO, I.H.; SILVA, F.B.R. Fertilidade de solos do semi-árido do Nordeste. In: PEREIRA, J.R. & FARIA, C.M.B., eds. **Fertilizantes: Insumos básicos para a agricultura e combate à fome**. Petrolina. Embrapa, p. 51-71, 1995.

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, N.A.; MAGALHÃES-GUEDES, K.T.; DIAS, R.D.; SCHWAN, RF. Brazilian cerrado soil actinobacteria ecology. **BioMed Research International**, p. 2-10, 2013.

SINHA, N.K.; MOHANTY, M.; MEENA, B.P.; DAS, H.; USHA, K.; CHOPRA, U.K.; SINGH, A.K. Soil quality indicators under continuous cropping systems in the arid ecosystem of India. **African Journal of Agricultural Research**, v. 9, n.2, p. 285-293, 2014.

SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M.S.; GRISI, B.M.; HUNGRIA, M.; ARAUJO, R.S. **Microrganismos e processos biológicos do solo: perspectiva ambiental**. Brasília: Embrapa, 1994. 142p

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.

SOUTO, P.C.; SOUTO, J.S.; MIRANDA, J.R.P.; SANTOS, R.V.; ALVES, A.R. Comunidade microbiana e mesofauna edáficas em solo sob caatinga no semiárido da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n.1, p. 151-160, 2008.

VORONEY, R. P. **The soil habitat**. In: Soil Microbiology, Ecology, and Biochemistry, edited by E. A. Paul, p. 25-52, 2007.

ZENOVA, G.M.; GRYADUNOVA, A.A.; DOROSHENKO, E.A.; LIKHACHEVA, A.A.; SUNNITSYN, I.I.; POCHATKOVA, T.N.; ZVYAGINTSEV, D.G. Influence of moisture on the vital activity of actinomycetes in a cultivated low-moor peat soil. **Eurasian Soil Science**, v. 40, n.5, p. 560-564, 2007.