

ISOLAMENTO E QUANTIFICAÇÃO DAS POPULAÇÕES DE BACTÉRIAS EM GERAL E DE ACTINOMICETOS PRESENTES NO SOLO

Rosana Previati¹
 Josiane Rodrigues Rocha da Silva²
 Cátia Regina de Souza³
 Lilian Janke⁴

PREVIATI, R.; SILVA, J. R. R.; SOUZA, C. R.; JANKE, L. Isolamento e quantificação das populações de bactérias em geral e de Actinomicetos presentes no solo. *Arq. Ciênc. Vet. Zool. UNIPAR*, Umuarama, v. 15, n. 2, p. 155-160, jul./dez. 2012.

RESUMO: O solo é um ecossistema complexo, dinâmico e difícil de ser estudado, a quantidade e diversidade de micro-organismos do solo são imensas. A microbiota do solo é caracterizada pela abundância e diversidade. A atividade microbiana é utilizada como uma maneira de melhor entender os processos de mineralização e observar mais profundamente a intensidade dos fluxos de energia no solo. A fertilidade natural do solo depende, portanto, da dinâmica de matéria orgânica e ciclagem de nutrientes, os quais são catalizados pela biomassa microbiana do solo. Dentre as bactérias existentes no solo, encontram-se as autotróficas, as heterotróficas, as aeróbias, as anaeróbias, as fixadoras de nitrogênio, nitrificantes e desnitrificantes, actinomicetos, entre outras. Estudos ecológicos das populações de actinomicetos são de extrema importância, visto que esses micro-organismos se destacam pela possibilidade de sintetizar vitaminas, substâncias inibidoras da atividade enzimática e antibióticos. A determinação das densidades populacionais na comunidade microbiana dos solos é importante, tanto na identificação de fatores que influenciam o equilíbrio microbiológico dos solos, como na caracterização das relações entre grupos e espécies de microrganismos. Portanto, é de grande relevância a quantificação das bactérias em geral e actinomicetos presentes no solo para que se possa inferir sobre a fertilidade do solo. Estudos dessa natureza podem fornecer subsídios para programas de conservação de áreas florestadas e recuperação de áreas degradadas.

PALAVRAS-CHAVE: Actinomicetos; Bactérias em geral; Isolamento; Micro-organismos do solo.

ISOLATION AND QUANTIFICATION OF ACTINOMYCETES AND BACTERIAL POPULATIONS IN GENERAL PRESENT IN SOIL

ABSTRACT: Soil is a complex, dynamic and hard-to-study ecosystem due to the immense quantity and diversity of microorganisms. Soil microbiota is characterized by abundance and diversity. Microbial activity is used as a way to better understand the mineralization processes and have an in-depth visualization of the intensity of energy flows in the soil. The natural fertility of the ground depends, therefore, on the dynamics of organic matter and nutrient recycling, which are catalyzed by the soil microbial biomass. Among the bacteria on the soil, it is possible to find autotrophic, heterotrophic, aerobic, anaerobic, nitrogen-fixing, nitrifying and denitrifying, actinomycetes, and others. Ecological studies of actinomycete populations are of extreme importance, since these microorganisms are outstanding due to their ability to synthesize vitamins, enzymatic activity inhibitors and antibiotics. Determining microbial population densities is important both in the identification of factors which influence the microbiological balance in the soil and in the characterization of relationships among groups and species of microorganisms. Therefore, the quantification of bacteria in general and actinomycetes from the soil is of great importance, since it may enable inferences about soil fertility. Studies of this nature may provide subsidies for conservational programs in forested areas and degraded areas in recovery processes.

KEYWORDS: Actinomycetes; Bacteria in general; Isolating; Soil microorganisms.

AISLAMIENTO Y CUANTIFICACIÓN DE POBLACIONES DE BACTERIAS EN GENERAL Y DE ACTINOMICETOS PRESENTES EN EL SUELO

RESUMEN: El suelo es un ecosistema complejo, dinámico y difícil de ser estudiado, ya que la cantidad y diversidad de microorganismos del suelo son inmensas. La microbiota del suelo se caracteriza por la abundancia y diversidad. La actividad microbiana es utilizada como una forma de entender mejor los procesos de mineralización y visualizar más profundamente la intensidad de los flujos de energía en el suelo. La fertilidad natural del suelo depende, por lo tanto, de la dinámica de materia orgánica y ciclo de nutrientes, los cuales son catalizados por la biomasa microbiana del suelo. Entre las bacterias existentes en el suelo, se encuentran los autótrofos, heterótrofos, aeróbicos, anaeróbicos, fijadoras de nitrógeno, nitrificadoras y desnitrificadoras, actinomicetos, entre otros. Estudios ecológicos de las poblaciones de actinomicetos son de extrema importancia,

¹Professora Adjunta da Universidade Paranaense. Mestre em Biologia Celular e Molecular. Rua Califórnia 361, CEP 87201-130, zona 02, Cianorte-PR. ropreviati@unipar.br;

²Graduada em Ciências Biológicas. Especialista em Gestão e Educação Ambiental. josianerr@hotmai.com;

³Graduada em Ciências Biológicas. catia_souza7@hotmail.com;

⁴Graduada em Ciências Biológicas. Mestre em Genética e Melhoramento. lilian_yanke@hotmail.com.

ya que esos microorganismos se destacan por la posibilidad de sintetizar vitaminas, sustancias inhibidoras de la actividad enzimática y antibióticos. La determinación de las densidades poblacionales en la comunidad microbiana de los suelos es importante, tanto en la identificación de factores que influyen el equilibrio microbiológico de los suelos, como la caracterización de las relaciones entre grupos y especies de microorganismos. Por lo tanto, es de gran importancia la cuantificación de las bacterias en general y actinomicetos presentes en el suelo para que se pueda inferir sobre la fertilidad del suelo. Estudios de esta naturaleza pueden proporcionar subsidios para programas de conservación de áreas forestales y recuperación de áreas degradadas.

PALABRAS CLAVE: Actinomicetos; Bacterias en general; Aislamiento; Microorganismos del suelo.

Introdução

O solo é um habitat naturalmente diversificado, com comunidades biológicas altamente complexas, nas quais se encontram diferentes formas de micro-organismos, tanto eucariotos como procariotos, que interagem em um ambiente dinâmico e em estado de equilíbrio (CARRER FILHO, 2002). As transformações microbianas, assim como suas diferentes reações químicas, podem ser alteradas mediante interferência das diferentes populações que nele ocorrem (CASTRO, et al., 1993).

A quantidade e diversidade de micro-organismos do solo são imensas. A biomassa microbiana é responsável direta e indiretamente por processos microbiológicos e bioquímicos, os quais exercem enorme influência na produtividade e sustentabilidade dos ecossistemas terrestres (SIQUEIRA, et al., 1994). Entre os atributos microbiológicos e bioquímicos, que apresentam grande potencial de utilização como indicadores sensíveis do estresse ecológico, destacam-se a densidade total de bactérias, fungos, micro-organismos solubilizadores de fosfato, biomassa microbiana e atividade de micro-organismos heterotróficos (SILVEIRA; MELLONI; PEREIRA, 2004). Além de seu papel no ambiente, os micro-organismos e seus derivados possuem grande potencial biotecnológico, tais como bioinoculantes para produção agroflorestal, controle biológico, biorremediação, produção de antibióticos, enzimas e corantes (GOI; SOUZA, 2006).

A aplicação de diversos manejos no solo pode resultar em modificações qualitativas e quantitativas na constituição dele, isso pode significar diferentes disponibilidades de substrato que, em última instância, vão determinar, favorecendo ou inibindo, o estabelecimento dos diferentes grupos microbianos (CARDOSO, et al., 1992). Sendo assim, fatores bióticos, a biodiversidade e a atividade biológica são fatores diretos e estreitamente ligados às funções e características essenciais para manter a capacidade produtiva do solo (CARDOSO; POTTER; DEDECEK, 1992).

O isolamento de micro-organismos permite estudar com mais detalhes, as vias metabólicas, enzimas e produtos intermediários, podendo explicar que tipo de degradação pode estar ocorrendo no ambiente, se é catabólica (mineralização) ou cometabólica (MELO; ITAMAR, 1997).

As avaliações quantitativas das densidades populacionais na comunidade microbiana nos solos são importantes, tanto na identificação de fatores que exercem influência no equilíbrio microbiológico dos solos como na caracterização das relações entre os diferentes grupos e espécies de micro-organismos (PEREIRA; NEVES; DROZDOWICZ, 1996). Contudo a magnitude da biodiversidade microbiana é pouco conhecida, constituindo um grande potencial a ser explorado (GOI; SOUZA, 2006).

Dessa maneira, o presente trabalho teve por objetivo

investigar, na literatura, a importância dos micro-organismos do solo, bem como do isolamento e quantificação de populações de bactérias em geral, dentre elas os actinomicetos.

Desenvolvimento

O solo é constituído por um grande número de seres vivos microscópicos. Uma colher de solo fértil pode conter bilhões de micro-organismos (bactérias, fungos, algas, protozoários e vírus). A microbiota do solo é caracterizada pela abundância e diversidade (PELCZAR; CHAN; KRIEG, 1997), e a população é maior nos poucos centímetros do topo do solo, e declina rapidamente com a profundidade (TORTORA; FUNKE; CASE, 2000). Segundo Nannipieri (1984), a atividade microbiana é utilizada como uma maneira de melhor entender os processos de mineralização e observar mais profundamente a intensidade dos fluxos de energia no solo. A matéria orgânica presente no solo entra nos ciclos biogeoquímicos do carbono, nitrogênio e enxofre, em que os elementos são oxidados e reduzidos (TORTORA; FUNKE; CASE, 2000).

A fertilidade natural do solo depende, portanto, da dinâmica de matéria orgânica e ciclagem de nutrientes, os quais são catalizados pela biomassa microbiana do solo (ALCANTARA, 1995). A serapilheira das plantas é o principal responsável pela formação da matéria orgânica do solo nos ecossistemas naturais. Nesses ecossistemas, os micro-organismos desempenham um papel chave na decomposição da serapilheira (BLAGODASKAYA; ANDERSON, 1998). A qualidade da serapilheira é de grande importância na composição da microbiota do solo. Diferentes relações carbono/nitrogênio, teores de lignina e outros irão interferir significativamente nessa composição, pois cada material será preferencialmente decomposto por um grupo diferente de micro-organismos (FREIXO, et al., 2002).

Os micro-organismos decompositores promovem a desmontagem do edifício orgânico, utilizando o equipamento enzimático atuante sobre os componentes da parede celular como a celulose, hemicelulose, lignina, pectina, bem como o sistema de membranas lipoproteicas, organelas citoplasmáticas e seus conteúdos em amido, açúcares, gorduras, óleos, ceras, resinas, suberina, pigmentos, aminoácidos, proteínas e ácidos nucléicos (SATCHELL, 1974; MASON, 1980; GRANT; LONG, 1989; SIQUEIRA, et al., 1994). Sob ação de enzimas como celulasas, hemicelulasas, amilases, proteases, peptidases, peroxidases, glicosidases, galacturonases, quitinases, fosfatases, fenoloxidasas, lactases, oxidasas, desidrogenases, nucleases e outras, resultam compostos mais simples como glicose, maltose, ácidos orgânicos (ácido acético, ácido propiônico, ácido butírico, entre outros), bases nitrogenadas, álcoois (metanol, etanol), polifenóis, ácido pécico, humina, além de compostos recalcitrantes como ácidos

aromáticos, compostos fenólicos, ácidos urônicos, ácidos fúlvicos, de longa permanência no solo, constituintes do húmus (JENSEN, 1974; SWIFT; HEAL; ANDERSON, 1979; SIQUEIRA; FRANCO, 1988; ABER; MELILLO, 1991; SIQUEIRA, et al., 1994).

Durante o processo de decomposição, as enzimas produzidas pelos micro-organismos rompem as ligações químicas, formadas durante o processo de construção dos tecidos vegetais na fotossíntese e no metabolismo secundário das plantas. São assim liberados, os compostos orgânicos que constituirão a essência do húmus, o qual, decomposto gradualmente até a mineralização final, libera os constituintes minerais, gás carbônico e água (ABER; MELILLO, 1991; TAN, 1994.). A serapilheira depositada sobre o solo florestal é submetida continuamente ao processo de humificação e mineralização, funcionando como a chave da ciclagem mineral nos ecossistemas terrestres; da mesma forma o processo que ocorre no subsistema solo-serapilheira provê matéria, e energia para funcionamento, e desenvolvimento da biota decompositora, e manutenção do equilíbrio dinâmico entre as quantidades de serapilheira depositada, e de matéria orgânica do solo (SWIFT; HEAL; ANDERSON, 1979; GRANT; LONG, 1989).

Numerosos fatores influem sobre o grau de atividade dos micro-organismos decompositores, refletindo na variação das taxas de decomposição, entre os quais a natureza e quantidade do material depositado, temperatura, umidade, pH do meio e composição das comunidades biológicas decompositoras (BURGES; RAW, 1971; SWIFT; HEAL; ANDERSON, 1979; ANDERSON; INGRAM, 1989).

O teor de matéria orgânica do solo (MOS) está correlacionado com a exuberância da vegetação, de maneira que as florestas densas incorporam grandes quantidades de MOS (KIEHL, 1985; SIQUEIRA; FRANCO, 1988). Solos de matas devastadas sofrem perdas contínuas de MOS e de nutrientes, podendo se reduzir a 50% do teor inicial após 20 a 30 anos de cultivo (KIEHL, 1985).

O teor de MOS está correlacionado também com a atividade microbiológica, considerando que há uma relação de dependência com a microbiota decompositora em condições favoráveis de temperatura e umidade. A biomassa microbiana representa o componente lábil da MOS, tornando-se importante reservatório de nutrientes minerais potencialmente disponíveis para as plantas (SIQUEIRA; FRANCO, 1988).

Durante o processo de humificação e mineralização grandes quantidades de substâncias são sintetizadas e utilizadas para gerar células microbianas; essas substâncias serão, por morte dos micro-organismos, atacadas por outros membros da microbiota do solo, ocorrendo uma reciclagem até um ponto em que a MOS original transforma-se em complexos minerais simples. Dessa maneira, alto suprimento de MOS reflete no aumento da diversidade microbiológica do solo (KIEHL, 1985).

Estudos da dinâmica da MOS em ecossistemas terrestres têm considerado a relação serapilheira/MOS como um sistema contínuo - "single decay continuum" (ABER; MELILLO, 1991). O carbono procedente de fontes relativamente simples, tais como acetato e glicose, pode permanecer, por muitos meses, imobilizado em células microbianas. Outras células são resistentes ao ataque microbiano, e, assim, complexos residuais, como carotenóides ou ceras, po-

dem persistir no solo durante milhares de anos (SIQUEIRA; FRANCO, 1988; SIQUEIRA, et al., 1994).

Os micro-organismos do solo, apesar de representarem apenas cerca de 2 a 3% do carbono orgânico, constituem populações bastante numerosas. Em termos médios, as populações de bactérias, fungos e actinomicetos variam de 10^6 - 10^9 , 10^3 - 10^7 e 10^4 - 10^8 UFC g⁻¹ de solo, respectivamente (SIQUEIRA, 1988). Dentre as bactérias existentes no solo, encontram-se as autotróficas, as heterotróficas, as aeróbias, as anaeróbias e, dependendo da temperatura do solo, as mesofílicas e, as termófilas. Possuindo ainda as bactérias fixadoras de nitrogênio, nitrificantes, e desnitrificantes, bactérias que degradam celulose, proteína, pectina, ácido butírico, e ureia (BLACK, 2002). Embora os actinomicetos sejam bactérias, eles são considerados separadamente. Muitos antibióticos importantes, como a estreptomicina e tetraciclina, foram descobertos por microbiologistas, investigando actinomicetos no solo (TORTORA; FUNKE; CASE, 2000).

A influência da rizosfera sobre vários grupos de bactérias é variável, evidenciando a sensibilidade seletiva desses grupos. Tem-se observado que os bacilos esporulantes (*Bacillus*) e os cocos Gram-positivos são inibidos na rizosfera das plantas cultivadas, enquanto os bastonetes Gram negativos como *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Agrobacter*, *Caulobacter*, *Bdellovibrio*, *Beijerinckia*, *Rhizobium* e *Azospirillum* são estimulados (SIQUEIRA; FRANCO, 1988). Sabe-se também que as bactérias com exigências nutricionais simples (capazes de crescer em meio composto de açúcar, fonte de nitrogênio mineral e de sais minerais) e aquelas que exigem a presença de aminoácidos são também estimuladas na rizosfera (DROZDOWICZ, 1991).

Para as populações de actinomicetos, a rizosfera também se mostra como um nicho favorável. Tem-se observado que os gêneros comumente encontrados na rizosfera das plantas cultivadas são *Streptomyces* e *Nocardia*. Em geral, a influência da rizosfera sobre as populações de actinomicetos é menor do que sobre as populações das demais bactérias e sobre as populações fúngicas, visto que os actinomicetos são microrganismos de crescimento lento com baixa capacidade competitiva. Dessa maneira, não conseguem predominar em substratos orgânicos nos quais outros microrganismos apresentam capacidade de colonização mais elevada (GOTTLIEB; SIMINOFF, 1952; WATSON; WILLIAMS, 1974; SIQUEIRA; FRANCO, 1988; PEREIRA, et al., 1999a). Estudos ecológicos das populações de actinomicetos são de extrema importância, visto que esses micro-organismos formam esporos e conídios, permitindo a sua sobrevivência em condições adversas (WILLIAMS, et al., 1972; VOBIS, 1997). Além disso, os actinomicetos se destacam pela possibilidade de sintetizar vitaminas, substâncias inibidoras da atividade enzimática (TAGUCHI, et al., 1993), antibióticos e outros compostos biologicamente ativos (WELLINGTON; TOTH, 1992; PEREIRA et al, 1999b).

A avaliação das densidades populacionais na comunidade microbiana nos solos inclui a técnica de cultura em placa, exame microscópico direto e técnica de enriquecimento (PELCZAR; CHAN; KRIEG, 1997). Na comunidade bacteriana, também existe variabilidade entre as populações de bactérias em geral e de actinomicetos em relação à utilização dos nutrientes manifestos no meio de cultura. Observou-se que as contagens das populações oriundas do solo

não rizosférico e rizosférico, nos meios de cultura descritos por Thornton (1922), Waksman (1961) e Küster e Williams (1964), resultaram em números médios de UFC, que variaram de 1,9 a $93,3 \times 10^4$ /g solo seco para as populações de bactérias em geral e de 0,1 a $72,4 \times 10^4$ /g solo seco para as populações de actinomicetos. Tais populações apresentaram densidades semelhantes às encontradas por outros autores em outros solos (NUERNBERG, et al., 1984; CATTELAN; VIDOR, 1990ab). A utilização do meio de cultura Thornton permitiu o crescimento de um maior número de UFC de bactérias em geral, enquanto, para as populações de actinomicetos tal efeito foi observado com a utilização do meio Waksman, principalmente no solo rizosférico (COELHO, 1976; PEREIRA; NEVES; DROZDOWICZ, 1996).

A estimativa da biomassa microbiana pode fornecer dados úteis sobre modificações nas propriedades biológicas dos solos, decorrentes dos tipos de manejo aplicados e de diferentes culturas (ALVAREZ, et al., 1995; FRANZLUEBBERS; ZUBERER; HONS, 1995; JORDAN, et al., 1995).

Considerações Finais

Os micro-organismos do solo são responsáveis direta ou indiretamente por processos que exercem influência na produtividade e sustentabilidade dos ecossistemas terrestres.

A contagem de micro-organismos no solo, apesar de ser vista com ressalvas, ajuda a entender os processos que nele ocorrem e pode servir como indicador do impacto de diferentes atividades antrópicas. A determinação das densidades populacionais na comunidade microbiana dos solos é importante, tanto na identificação de fatores que influenciam o equilíbrio microbiológico dos solos como na caracterização das relações entre grupos e espécies de micro-organismos. Portanto é de grande relevância a quantificação das bactérias em geral e actinomicetos presentes no solo para que se possa inferir sobre a fertilidade dele. Desse modo, estudos dessa natureza podem fornecer subsídios para programas de conservação de áreas florestadas e recuperação de áreas degradadas.

Agradecimentos

Agradecemos à Universidade Paranaense, pelo incentivo e apoio financeiro.

Referências

ABER, J. D.; MELILLO, J. M. **Terrestrial ecosystems**. Philadelphia: Saunders College Publ, 1991. 429 p.

ALCÂNTARA, R. M. C. M. **Propriedades químicas e bioquímicas e suas interrelações em solos sob vegetação de mata e campo adjacentes**. Lavras: UFLA, 1995. 84 p.

ALVAREZ, R. et al. Soil organic carbon, microbial biomass and CO₂-C production from three tillage system. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 33, n. 1, p. 17-28, 1995.

ANDERSON, J. M.; INGRAM, J. S. I. **Tropical soil biology and fertility: a handbook of methods**. Wallingford: CAB International/Unesco, 1989. 221 p.

BLACK, J. G. **Microbiologia: fundamentos e perspectivas**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. 829 p.

BLAGODASKAYA, E. V.; ANDERSON, T. H. Interactive effects of pH and substrate quality on the fungal-to-bacterial ratio and QCO₂ of microbial communities in forest soils. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 30, n. 10-11, p. 1269-1274, 1998.

BURGES, A.; RAW, F. **Biología del suelo**. Barcelona: Omega, 1971. 596 p.

CARDOSO, A.; POTTER, O. R.; DEDECEK, A. R. Estudo comparativo da degradação de solos pelo uso agrícola no Noroeste do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 27, n. 2, p. 349-353, 1992.

CARDOSO, E. J. B. N. et al. **Microbiologia do solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. 360 p.

CASTRO, O. M. et al. Avaliação da atividade de microrganismos do solo em diferentes sistemas de manejo de soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 50, n. 2, p. 212-219, jun./set. 1993.

CATTELAN, A. J.; VIDOR, C. Sistemas de culturas e a população microbiana do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 14, n. 3, p. 125-132, 1990a.

_____. Flutuações na biomassa, atividade e população microbiana do solo, em função de variações ambientais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 14, n. 3, p. 133-142, 1990b.

COELHO, R. R. R. **Ocorrência de actinomicetos em solos de Cerrado, capazes de utilizar compostos aromáticos**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1976. 111 p.

DROZDOWICZ, A. G. Microbiologia ambiental. In: ROITMAN, I.; TRAVASSOS, L. R.; AZEVEDO, J. L. **Tratado de microbiologia**. Rio de Janeiro: Manole, 1991. p. 1-102.

CARRER FILHO, R. **Actinomicetos como agentes de biocontrole de doenças e como promotores de crescimento do tomateiro**. 2002. 78 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

FRANZLUEBBERS, A. J.; ZUBERER, D. A.; HONS, F. M. Comparison of microbiological methods for evaluating quality and fertility of soil. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 19, n. 2-3, p. 135-140, Feb. 1995.

FREIXO, A. A. et al. Soil organic carbon and fractions of a Rhodic Ferrasol under the influence of tillage and crop rotation systems in southern Brazil. **Soil & Tillage Research Journal**, v. 64, n. 1, p. 221-230, 2002.

GOI, S. R.; SOUZA, F. A. de. Diversidade de

- microrganismos do solo. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 2, p. 46-65, 2006.
- GOTTLIEB, D.; SIMINOFF, P. The production and role of antibiotics in the soil, II- Chloromycetin. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 42, n. 1, p. 91-97, 1952.
- GRANT, W. D.; LONG, P. E. **Microbiologia ambiental**. Zaragoza: Acribia, 1989.
- JENSEN, V. Decomposition of angiosperm tree leaf litter. In: DICKINSON, C. H.; PUGH, G. I. F. **Biology of plant litter decomposition**. London & New York: Academic Press, 1974. p. 69-104.
- JORDAN, D. et al. Evaluation of microbial methods as potential indicators of soil quality in historical agricultural fields. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 19, n. 4, p. 297-302, 1995.
- KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492 p.
- KUSTER, E.; WILLIAMS, S. T. Selection of media for isolation of streptomycetes. **Nature**, v. 202, p. 928-929, 1964.
- MASON, C. F. **Decomposição**. São Paulo: EDUSP, 1980. 63 p.
- MELO, I. S.; ITAMAR, J. L. **Microbiologia ambiental. Como isolar microrganismos degradadores de moléculas xenobióticas**. Jaguariuna: Embrapa, 1997. p. 167-184.
- NANNIPIERI, P. Microbial biomass and activity measurements in soil: ecological significance. In: KLUG, M. J.; REDDY, C. A. **Current perspectives in microbial ecology**. Washington: American Society for Microbiology, 1984. p. 515-521.
- NUERNBERG, N. J.; VIDOR, C.; STAMMEL, J. C. Efeito de sucessões de culturas e tipos de adubação na densidade populacional e atividade microbiana do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 8, n. 2, p. 197-203, 1984.
- PELCZAR JÚNIOR, M. J.; CHAN, E. C. S.; KRIEG, N. R. **Microbiologia: conceitos e aplicações**. 2. ed. São Paulo: Mc Graw-Hill, 1997. 524 p.
- PEREIRA, J. C.; NEVES, M. C. P.; DROZDOWICZ, A. Dinâmica das populações bacterianas em solos de Cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 5, p. 801-811, 1999a.
- PEREIRA, J. C.; NEVES, M. C. P.; DROZDOWICZ, A. Influência da antibiose exercida por actinomicetos às estirpes de bradyrhizobium spp., na nodulação da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 5, p. 99-108, 1999b.
- PEREIRA, J. C.; NEVES, M. C. P.; DROZDOWICZ, A. **Quantificações das populações de bactérias em geral, de bactérias resistentes a antibióticos e de actinomicetos em solos**. Seropédica: EMBRAPA-CNPAB, 1996. 21 p.
- SATCHELL, J. E. Litter-interface of animate/inanimate matter. In: DICKINSON, C. H.; PUGH, G. J. F. **Biology of plant litter decomposition**. London & New York: Academic Press, 1974. v. I
- SILVEIRA, R. B.; MELLONI, R.; PEREIRA, E. G. Atributos microbiológicos e bioquímicos como indicadores da recuperação de áreas degradadas, no sul de Minas Gerais. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 2, n. 2, p. 21-29, 2004.
- SIQUEIRA, J. O. et al. **Microrganismos e processos biológicos do solo: perspectiva ambiental**. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1994. 142 p.
- SIQUEIRA, J. O. Microrganismos do solo e seus processos: irrelevantes para a produtividade agrícola? In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 1988, Campinas. **Anais...** Campinas: SBCS, 1988. p. 337-352.
- SIQUEIRA, J. O.; FRANCO, A. A. **Biotecnologia do solo. Fundamentos e perspectivas**. Brasília: Ministério da Educação, Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1988. 235 p.
- SWIFT, M. J.; HEAL, O. W.; ANDERSON, J. M. **Decomposition in terrestrial ecosystems**. London: Blackwell Scientific Public, 1979. 372 p.
- TAGUCHI, S. et al. Streptomyces subtilisin inhibitor-like proteins are distributed widely in Streptomycetes. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 59, n. 1, p. 4338-4341, 1993.
- TAN, H. K. **Environmental soil science**. New York; Hong Kong: Marcel Dekker, 1994. 304 p.
- THORNTON, H. G. On the development of a standardized agar medium for counting soil bacteria with special regard to the repression of spreading colonies. **Annals of Applied Biology**, Cambridge, v. 9, n. 1, p. 241-274, 1922.
- TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2000. 827 p.
- VOBIS, G. Morphology of actinomyces. In: MIYADOH, S. **Atlas of actinomyces**. Japan: Asakura, 1997. p. 180-191.
- WAKSMAN, S. A. **The actinomyces: classification, identification and descriptions of genera and species**. Baltimore: The Williams & Wilkins, 1961. 363 p.
- WATSON, E. T.; WILLIAMS, S. T. Studies on the ecology of Actinomyces in soil. VII - Actinomyces in a coastal

sand belt. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 6, n. 1, p. 43-52, 1974.

WELLINGTON, E. M. H.; TOTH, I. **Course of actinomycetes ecology**. Rio de Janeiro: EMBRAPACNPAB, 1992. Mimeografado.

WILLIAMS, S. T. et al. Studies on the ecology of Actinomycetes in soil. II - The pH requirements of actinomycetes from two acid soils. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 3, n. 1, p. 187-195, 1972.