

POPULAÇÃO MICROBIANA COMO INDICADORA DE INTERFERÊNCIA DE DIFERENTES MANEJOS DE SOLOS DE CERRADO COM CULTIVO DE SOJA

MICROBIAL POPULATION AS INDICATOR OF INTERFERENCE IN DIFFERENTS "CERRADO" SOIL MANAGERMENTS CULTIVATED WITH SOYBEAN CROP

Camila Mendes BERNARDES¹; Maria Amélia dos SANTOS²

RESUMO: Conduziu-se experimento na Fazenda do Glória e no Laboratório de Nematologia Agrícola do Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, com objetivo de isolar e quantificar actinomicetos, bactérias esporulantes, celulolíticos, leveduras e solubilizadores de fosfato presentes no solo. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com sete tratamentos e quatro blocos. Os tratamentos foram constituídos de sete diferentes combinações de modos de aplicação de calcário e/ou gesso com e/ou sem mecanização para a incorporação do calcário e gesso. As parcelas foram cultivadas com a soja "Conquista" e avaliadas nas épocas de semeadura, estágio vegetativo e colheita. As amostras de solo coletadas, foram homogeneizadas e passadas em peneira de 20 mesh. Dez gramas de solo foram adicionados a 90 mL de água, constituindo assim a diluição para celulolíticos (10^{-1}). Agitou-se a 200 rpm por 15 min, e posteriormente diluiu-se para a concentração 10^{-2} que foi usada para solubilizadores de fosfato e leveduras, e para 10^{-3} , no isolamento de actinomicetos e bactérias esporulantes. Posteriormente, ocorreu o plaqueamento colocando-se 0,1 mL da diluição por placa e incubação a 25°C. O número de unidades formadoras de colônias (UFC) foi determinado 24 a 48 h para bactérias esporulantes, 3 a 5 dias para leveduras, 5 a 7 dias para actinomicetos e 10 a 15 dias para celulolíticos e solubilizadores de fosfato, após o plaqueamento. O comportamento das populações dos microrganismos estudados não dependeu do manejo aplicado ao solo, mostrando diferenças apenas entre as épocas avaliadas. Para cada microrganismo, o comportamento populacional nas três épocas, foi variável conforme características biológicas próprias de cada um deles associadas às condições químicas e físicas do solo.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max*. Microorganismos. Actinomicetos. Bactérias esporulantes. Leveduras. Solubilizadores de fosfato.

INTRODUÇÃO

Como meio para crescimento microbiano, o solo é um ambiente heterogêneo, descontínuo e estruturado, dominado pela fase sólida. As práticas agrícolas alteram as características físicas, químicas e biológicas determinantes das condições de solo, influenciando as diversas populações na comunidade microbiana. Essas modificações refletem-se na composição, atividade e biomassa da comunidade microbiana, uma vez que a permanência de uma população no ecossistema fica condicionada à sua habilidade de adaptação e de resposta a essas mudanças ambientais (KIRCHNER; WOLLUM;

KING, 1993; PEREIRA; NEVES; DROZDOWICZ, 1996). As modificações no equilíbrio estabelecido entre as populações microbianas ocorrem principalmente em decorrência de alterações de pH, umidade, aeração, temperatura e disponibilidade de nutrientes orgânicos e inorgânicos, pelo efeito isolado ou do somatório de dois ou mais desses fatores (MADSEN, 1995).

O sistema de plantio direto permite um acúmulo de materiais orgânicos e nutrientes minerais que formam uma camada favorável ao desenvolvimento microbiano (DORAN, 1980). O efeito rizosférico varia com a espécie vegetal e para as leguminosas, por possuírem uma menor relação C/N, este efeito é mais pronunciado por unidade

¹ Graduanda do Curso de Agronomia, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia.

² Professora, Doutora, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia.

Received: 10/01/05

Accept: 12/06/05

de superfície de raiz. Já as gramíneas, com maior relação C/N, apresentam um sistema radicular mais denso e de renovação mais intensa, tornando seu efeito rizosférico maior do que o das leguminosas (ROVIRA, 1978).

A fertilidade natural do solo depende da dinâmica da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes, os quais são catalizados pela biomassa microbiana do solo (ALCANTARA, 1995). Assim, o declínio da atividade microbiana tem grande impacto na fertilidade natural do solo, produzindo grandes efeitos nos ecossistemas naturais (BROOKES, 1995).

No Brasil, mais especificamente em Minas Gerais, as matas naturais, ao longo dos anos, vêm sendo substituídas por culturas agrícolas, pastagens e espécies florestais de rápido crescimento. A mudança na vegetação causa um desequilíbrio no ecossistema e as qualidades intrínsecas da nova vegetação influenciam os processos físico-químicos e biológicos do solo, modificando algumas características como matéria orgânica, complexo argilo-húmico e capacidade de troca de cátions (VELASCO, 1968; VELASCO; LOZANO, 1979). Essa mudança depende sobremaneira da estrutura e do tipo de cobertura vegetal. Assim, uma população florestal apresenta comportamento diferente do das culturas agrícolas e das pastagens, uma vez que cada um dos usos contribui para modificações nas condições físicas, químicas e biológicas do solo em que se desenvolve, atingindo um equilíbrio entre a vegetação, o solo e o clima (RYAN; MCGARITY, 1983; TOSIN, 1977; VELASCO; LOZANO, 1979).

A cobertura vegetal atua sobre a atividade da microbiota dos solos e, conseqüentemente, sobre o processo de decomposição da matéria orgânica, através de sua ação diferencial sobre as características desses solos, como temperatura, umidade, aeração, pH e nutrientes minerais. A acidez, representada por hidrogênio e alumínio trocável, tem sido reconhecida como uma das características químicas que mais influenciam a atividade biológica e, conseqüentemente, a decomposição da matéria orgânica do solo (LOPES, 1977). Com relação aos organismos do solo propriamente ditos, tal influência pode ser atribuída diretamente ao efeito tóxico do alumínio e às concentrações de hidrogênio e, indiretamente, ao estado geral da fertilidade do solo, decorrente da alta saturação desses cátions no complexo de troca (DAVEY; DANIELSON, 1968; MUTATKAR; PRITCHETT, 1967).

O manejo agrícola contribui no tamanho e atividade da população microbiana (BOLTON JUNIOR et al., 1985; FRASER et al., 1988; KIRCHNER; WOLLUM; KING, 1993).

Algumas populações podem ser consideradas indicadoras da qualidade do solo. Segundo (VOSS; SIDIRAS, 1985), uma importante atividade da população microbiana é o aumento da simbiose entre as bactérias do gênero *Rhizobium* e as leguminosas. O peso dos nódulos em plantio direto supera, em até 42%, o peso dos nódulos em plantio convencional.

Silva Filho e Vidor (1984) observaram que a aplicação superficial do calcário corrigiu a acidez e adicionou bases em profundidades. Isto foi possível graças aos canalículos produzidos pelo sistema radicular em decomposição e à atividade dos microrganismos. O pH elevado também parece diminuir a atividade de inimigos naturais, especialmente fungos, responsáveis pelo parasitismo de ovos de vários fitonematóides (GINTIS; MORGAN-JONES; RODRIGUEZ-KABANA, 1983).

Segundo Pereira (2005), as bactérias da ordem *Actinomycetales* são denominadas genericamente por actinomicetos. Apresentam características específicas, tais como: células procariontes; sensibilidade às lisoenzimas e agentes antibacterianos; crescimento cúbico, formando grumos em meio de cultura líquido, filamentos finos semelhantes às hifas fúngicas com diâmetros entre 0,5 a 2,0 μ m, tipicamente ramificados e denominados micélios; e reprodução por fragmentação das hifas ou por produção de esporos assexuados em áreas especializadas do micélio.

Segundo (SIQUEIRA; FRANCO, 1988), as bactérias do solo são microrganismos procarióticos caracterizados pelo pequeno tamanho (0,5-2 x 1-8 μ m) sendo, em geral, unicelulares, que se multiplicam por fissão binária e formam colônias. As bactérias do solo são, na maioria, heterotróficas, embora em algumas condições, haja predominância de bactérias autotróficas. Estima-se que existam no solo mais de 800 espécies de bactérias, sendo a maioria pertencente à ordem Eubacteriales, que vivem nos horizontes superficiais do solo, especialmente junto às partículas orgânicas e na rizosfera. As bactérias constituem o grupo que ocorre em maior número no solo, embora representem apenas entre 25-30 % da biomassa microbiana total dos solos agrícolas. A densidade é máxima em solos úmidos, neutros e alcalinos e com elevado teor de matéria orgânica. Elas estão envolvidas em vários processos no solo, como: a) decomposição da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes; b) transformações bioquímicas específicas (nitrificação/desnitrificação, oxidação e redução do S e elementos metálicos); c) fixação biológica de nitrogênio; d) ação antagonista aos patógenos; e) produção de substâncias de crescimento. As bactérias do solo são predominantemente pertencentes aos gêneros *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Arthrobacter*, *Achromobacter*,

Xanthomonas, *Micrococcus*. Outros gêneros pouco representados, mas de grande importância, incluem representantes das bactérias quimiolitotróficas como *Nitrosomonas*, *Nitrobacter*, *Thiobacillus*, *Ferrobacillus*, *Hydrogenomonas*, *Dessulfovibrio*, *Methanobacillus* e *Carboxidomonas* que são responsáveis por processos bioquímicos de grande interesse para o sistema solo-planta e, conseqüentemente, para a agricultura. Além desses, são de grande interesse agrônomico representantes dos gêneros *Rhizobium*, *Bradyrhizobium* e *Azorhizobium*, que são fixadores de nitrogênio em simbiose com leguminosas e não-leguminosas do gênero *Parosponia*; *Azospirillum* que fixam nitrogênio em associação com gramíneas; *Beijerinckia*, *Azotomonas*, *Dexia* e *Azotobacter* que são fixadores de vida livre no solo; *Pseudomonas* e *Bacillus*, com ação antagonista aos patógenos.

Com relação aos microrganismos solubilizadores de fosfato, as bactérias são potencialmente mais promissoras do que os fungos no processo de solubilização de fosfato. A ausência da influência da adubação fosfatada sobre o número de bactérias de solos, cultivados ou não, foi notada por Sagardoy e Salerno (1983). Diferentemente, Nuenberg, Vidor e Stammel (1984) mostraram que o número de microrganismos foi dependente da adubação, obtendo-se maior população em solo com adubação mineral ou organomineral em relação ao controle (não adubado). Nahas e Assis (1991) mostraram que o número de fungos, diferentemente das bactérias, não se alterou em resposta à incorporação de nutrientes no solo. Utilizando-se diferentes sistemas de culturas, também não foi encontrada variação no número de fungos e nenhum efeito significativo pelo teor de P (CATTELAN; VIDOR, 1990).

A celulose é o polissacarídeo de maior ocorrência natural representando a maior parte do gás carbônico fixado pelas plantas. É o principal componente dos vegetais. A decomposição da celulose no solo ocorre por ação de enzimas (celulases) produzidas por uma vasta e diversa população fúngica (*Trichoderma*, *Chaetomium*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium* e *Phoma*) e bactérias aeróbicas e anaeróbicas. Nos solos úmidos, os fungos são os microrganismos predominantes que decompõem a celulose, ao passo que nos solos de regiões semi-áridas, as bactérias predominam. Outros fatores físicos e químicos, como pH, temperatura e oxigênio afetam a decomposição da celulose (MOREIRA; SIQUEIRA, 2002).

Ojetivou-se avaliar a dinâmica da microbiota do solo pelo isolamento e quantificação de leveduras, actinomicetos, solubilizadores de fosfato, celulolíticos e bactérias esporulantes sob diferentes sistemas de manejo do solo cultivado com soja.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização do local do experimento

O experimento de campo foi conduzido na Fazenda Experimental do Glória, pertencente a Universidade Federal de Uberlândia, município de Uberlândia-MG.

As parcelas no campo apresentaram dimensões de 11,2 x 25 m. O delineamento experimental foi de blocos casualizados com sete tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram: 1 - cultivo convencional com calcário + gesso incorporados com grade pesada ou arado; 2 - cultivo convencional com calcário incorporado com grade pesada ou arado; 3 - plantio direto com calcário + gesso aplicados superficialmente; 4 - cultivo mínimo com calcário incorporado com arado escarificador; 5 - cultivo mínimo com calcário + gesso incorporados com arado escarificador; 6 - plantio direto com calcário aplicado superficialmente; e 7 - plantio direto com calcário + gesso incorporados com grade.

Instalação e condução do experimento no campo

Em 17 de dezembro de 2003, realizou-se a semeadura da cultivar de soja Conquista com a semeadora de plantio direto SHM17. As sementes foram fornecidas pelo grupo ABC. O espaçamento entre linhas foi de 0,45 m, com 18 plantas de soja por metro linear. A adubação de semeadura foi de 400 kg do formulado 04-30-16 + 0,2 Kg Zn/ha, correspondendo à aplicação de 16 kg N/ha, 120 kg P₂O₅/ha, 64 kg K₂O/ha e 0,8 Kg de Zn/ha.

Coleta das amostras de solo

Percorreu-se a parcela em zigue - zague, coletando-se três amostras simples. Em cada amostra simples, 500g de solo foram retirados ao longo dos 20 cm iniciais do perfil do solo. Posteriormente ocorreu a homogeneização das amostras simples para obtenção de uma amostra composta constituída de 500 g de solo por parcela. As coletas foram realizadas na semeadura da soja (17/12/03); na fase vegetativa da soja – estágio V6 (16/02/04); e na colheita da soja – estágio R8 (19/05/04).

Isolamento e contagem dos microrganismos do solo

As amostras de solo foram processadas no Laboratório de Nematologia Agrícola do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia.

Cada amostra composta de solo foi homogeneizada e passada em peneira de 20 mesh, para que então fossem tomados 10 g de solo e adicionados a 90 mL de água destilada em frasco de Erlenmeyer tampado. A seguir ocorreu agitação do frasco a 200 rpm por 15 min. Posteriormente, foi feita a série de diluições até a concentração de 10^{-3} . Ocorreu o plaqueamento adicionando-se 0,1 mL de suspensão em cada placa, cujo procedimento teve 3 repetições para cada uma das diluições correspondentes a cada grupo de microrganismos por amostra composta. A suspensão em cada placa foi espalhada uniformemente com auxílio da alça de Drigalski. As placas foram colocadas em incubadora a 25°C em posição invertida. A contagem das colônias foi feita após período correspondente para cada grupo de microrganismo estudado.

Leveduras

O meio de cultura utilizado foi YMA + cloranfenicol + tetraciclina. Os tubos de diluição 10^{-2} foram homogeneizados e 0,1 mL foi plaqueado em cada placa de Petri contendo o meio de cultura. A avaliação ocorreu 3 a 5 dias após o plaqueamento, com a observação e contagem de colônias de leveduras presentes, e determinou-se o número de unidades formadoras de colônias por grama de solo.

Bactérias esporulantes

O meio de cultura utilizado foi o Nutriente Ágar (NA). Os tubos de diluição 10^{-3} sofreram choque térmico em banho maria a 85°C por 15 min, antes do plaqueamento para que restassem apenas as bactérias esporulantes que resistem ao tratamento térmico. Vinte e quatro e 48h, foram observadas e contadas colônias opacas com superfície lisa e plana, e determinou-se o número de unidades formadoras de colônias por grama de solo.

Actinomicetos

O meio de cultura utilizado foi o Amido-Caseína-Ágar (ACA). Os tubos da diluição 10^{-3} sofreram choque térmico em banho maria a 50°C por 10 min, antes do plaqueamento de 0,1 mL em cada placa de Petri. Após 5 a 7 dias, as colônias foram observadas no que diz respeito a serem compactadas, sem brilho e odor característico de “terra molhada”.

Solubilizadores de fosfato

O meio de cultura utilizado foi Glicose-Extrato de solo-Sais inorgânicos (GES). A diluição 10^{-2} foi usada para o plaqueamento de 0,1 mL em cada placa. Após 10 a 15 dias, foram contadas as colônias que formaram ao

redor de si um halo transparente de solubilização do fosfato inorgânico adicionado ao meio de cultura que tornava-o branco e opaco (precipitado de fosfato insolúvel de cor leitosa ao meio agarizado).

Celulolíticos

O meio de cultura utilizado foi o Celulose-Asparagina-Ágar (CAA). A diluição 10^{-1} foi usada para o plaqueamento de 0,1 mL. Após 10 a 15 dias, a avaliação considerou somente as colônias que formaram, ao redor de si, um halo transparente que correspondeu à celulose degradada.

Análise estatística

Ocorreu análise de variância em delineamento inteiramente casualizado e teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O comportamento das populações de bactérias esporulantes, actinomicetos, leveduras, celulolíticos e solubilizadores de fosfato não foi alterado pelos diferentes manejos aplicados em qualquer das três épocas avaliadas. Já a época interferiu na dinâmica populacional desses microrganismos.

Em relação ao comportamento da população de actinomicetos (Tabela 1), observa-se que o maior crescimento ocorreu na fase vegetativa. Esse fato está diretamente relacionado à maior quantidade de biomassa e, conseqüentemente, de rizosfera, presente nessa época. Tal fato permitiu maior atuação dos actinomicetos. Além disso, tem-se observado que no cerrado, a densidade dessa população aumenta rapidamente após a calagem (COELHO; DROZDOWICZ, 1978). O cultivo da soja em solo do cerrado incrementa de maneira diferenciada a densidade da população de actinomicetos. Deve-se ainda destacar que o número de esporos produzidos também pode estar associado com a diversidade da população de actinomicetos presentes no solo (VOBIS, 1997).

Em se tratando do comportamento da população de bactérias esporulantes, observa-se que a maior população ocorreu na época da semeadura (Tabela 2), período onde havia considerável umidade no solo e menor competição entre os microrganismos. Um decréscimo significativo da densidade da população pode estar associado com a deficiência hídrica do solo, potencializado pelos efeitos resultantes das mudanças na cobertura vegetal do solo (DROZDOWICZ, 1991; MADSEN, 1995). Tal fato justifica o decréscimo da

população na fase vegetativa e na colheita. Apesar de o solo estar úmido na fase vegetativa, observa-se um decréscimo na população, provavelmente em função da maior competição entre microrganismos. Na época da colheita, observa-se o menor crescimento, em função do período mais seco e redução de cobertura vegetal no solo.

Em baixos potenciais hídricos, a maioria das bactérias é inativa, pois seu movimento é restringido. Fatores como a modificação da cobertura vegetal e o pH do solo também podem alterar o crescimento da população de bactérias (CATELLAN; VIDOR, 1990; PEREIRA; NEVES; DROZDOWICZ, 1996; SÁ et al., 1983).

Tabela 1. Número de Unidades Formadoras de Colônias (UFC) x 10⁴/g de solo de actinomicetos em solo cultivado com soja e submetido a diferentes manejos. UFU, Uberlândia, 2004.

Manejos***	Semeadura	Fase vegetativa	Colheita	Média
M1	6,42*Aa**	237,75 Ac	20,75 Ab	88,31 A
M2	6,58 Aa	189,83 Ab	14,50 Aa	70,31 A
M3	6,67 Aa	223,25 Ab	9,33 Aa	79,75 A
M4	5,83 Aa	204,92 Ac	13,75 Ab	74,83 A
M5	8,08 Aa	234,92 Ac	17,00 Ab	86,67 A
M6	8,08 Aa	150,75 Ab	10,92 Aa	56,58 A
M7	10,08 Aa	157,92 Ac	19,25 Ab	62,42 A
Média	7,39 a	199,90 c	15,07 b	

C.V.(%) = 22,6

* Médias originais. Para análise estatística, os dados foram transformados para log (x).

**Letras iguais maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

***M1 = cultivo convencional com calcário + gesso incorporados com grade pesada ou arado; M2 = cultivo convencional com calcário incorporado com grade pesada ou arado; M3 = plantio direto com calcário + gesso aplicados superficialmente; M4 = cultivo mínimo com calcário incorporado com arado escarificador; M5 = cultivo mínimo com calcário + gesso incorporados com arado escarificador; M6 = plantio direto com calcário aplicado superficialmente; M7 = plantio direto com calcário + gesso incorporado com grade.

Tabela 2. Número de Unidades Formadoras de Colônias (UFC) x 10⁴/g de solo de bactérias esporulantes em solo cultivado com soja e submetido a diferentes manejos. UFU, Uberlândia, 2004.

Manejos***	Semeadura	Fase vegetativa	Colheita	Média
M1	233,58*Aa**	205,08 Aa	61,50 ABb	166,72 A
M2	234,00 Aa	123,83 Ab	63,17 ABc	140,33 A
M3	245,50 Aa	160,83 Ab	70,42 Bc	158,92 A
M4	237,25 Aa	183,00 Ab	34,42 Ac	151,55 A
M5	245,83 Aa	220,75 Aa	34,08 Ab	166,89 A
M6	291,92 Aa	166,58 Ab	54,25 ABc	170,92 A
M7	214,33 Aa	144,25 Ab	48,67 ABc	135,75 A
Média	243,20 c	172,05 b	52,36 a	

C.V.(%) = 22,6

* Médias originais. Para análise estatística, os dados foram transformados para log (x).

**Letras iguais maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

***M1 = cultivo convencional com calcário + gesso incorporados com grade pesada ou arado; M2 = cultivo convencional com calcário incorporado com grade pesada ou arado; M3 = plantio direto com calcário + gesso aplicados superficialmente; M4 = cultivo mínimo com calcário incorporado com arado escarificador; M5 = cultivo mínimo com calcário + gesso incorporados com arado escarificador; M6 = plantio direto com calcário aplicado superficialmente; M7 = plantio direto com calcário + gesso incorporado com grade.

Estatisticamente, pode-se dizer que não houve diferença no crescimento da população de celulolíticos nas três épocas de avaliação (Tabela 3). A maior população, em valores absolutos, ocorreu na época da colheita. Tal fato está associado ao maior teor de matéria

seca nessa época, que significa maior quantidade de celulose disponível para a atuação desses microrganismos. Os celulolíticos transformam esse material vegetal em húmus, glicose e outros nutrientes utilizados pelas plantas e por microrganismos.

Tabela 3. Número de Unidades Formadoras de Colônias (UFC) x 10³/g de solo de celulolíticos em solo cultivado com soja e submetido a diferentes manejos. UFU, Uberlândia, 2004.

Manejos***	Semeadura	Fase vegetativa	Colheita	Média
M1	3,75*Aa**	4,17 Aa	5,08 ABa	4,33 A
M2	3,67 Aa	3,75 Aa	4,83 ABa	4,08 A
M3	3,58 Aa	2,67 Aa	5,42 ABa	3,89 A
M4	3,75 Aa	2,83 Aa	4,00 ABa	3,53 A
M5	3,75 Aa	4,00 Aa	2,17 Aa	3,31 A
M6	3,92 Aa	3,75 Aa	5,50 Ba	4,39 A
M7	3,58 Aa	4,17 Aa	4,08 ABa	3,94 A
Média	3,71 ab	3,62 a	4,44 b	

C.V.(%) = 58,46

* Médias originais. Para análise estatística, os dados foram transformados para log (x).

**Letras iguais maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

***M1 = cultivo convencional com calcário + gesso incorporados com grade pesada ou arado; M2 = cultivo convencional com calcário incorporado com grade pesada ou arado; M3 = plantio direto com calcário + gesso aplicados superficialmente; M4 = cultivo mínimo com calcário incorporado com arado escarificador; M5 = cultivo mínimo com calcário + gesso incorporados com arado escarificador; M6 = plantio direto com calcário aplicado superficialmente; M7 = plantio direto com calcário + gesso incorporado com grade.

Não foram observadas diferenças entre as populações de leveduras tanto na época de semeadura como de colheita (Tabela 4). Na época de semeadura, a maior população se justifica pela presença de umidade no solo e menor competição entre os microrganismos. Na época da colheita, a maior população em relação à fase vegetativa, deve-se à maior atuação das leveduras no processo de decomposição da palhada. Já na fase vegetativa, onde também havia umidade no solo, ocorreu maior competição entre os microrganismos, promovendo um decréscimo na população. A maior competição dos microrganismos na fase vegetativa pode ser explicada pelo fato de cada grupo atuar de maneira mais específica em seus substratos particulares.

Em relação ao comportamento da população dos solubilizadores de fosfato, estatisticamente não houve diferença no crescimento da população quanto às épocas de semeadura e fase vegetativa (Tabela 5). A multiplicação ocorreu, em termos absolutos, em ordem crescente desde a semeadura até a colheita. A maior atuação dos solubilizadores está diretamente relacionada à escassez de fósforo no solo disponibilizado pelo adubo químico. Na época da semeadura, como havia no solo

maior disponibilidade de fósforo pelo adubo químico, a atuação dos solubilizadores foi menor. Já na fase vegetativa, onde começa o esgotamento do adubo químico, a população multiplicou-se mais intensamente para disponibilizar fósforo para as plantas. Na época da colheita é que se pode observar o maior crescimento da população, resultante da atuação e conseqüente multiplicação do microrganismo. Também tem sido assinalado que o tipo de solo, a espécie e a idade da planta afetam o processo de solubilização (ODUNFA; OSO, 1978). Entre as plantas cultivadas, foi constatada maior presença de bactérias solubilizadoras em leguminosas do que em gramíneas (SYLVESTER-BRADLEY et al., 1982). O número de bactérias totais aumenta em decorrência da calagem (SAGARDOY; SALERNO, 1983). O número de fungos aumenta quando há o plantio de braquiária associado ao superfosfato ou na ausência de planta e adubo. Enquanto as bactérias se desenvolvem em uma estreita faixa de pH mais próxima da neutralidade, os fungos desenvolvem-se bem em ambiente ácido em uma faixa mais ampla de pH (ALEXANDER, 1977). Essas características explicam porque as bactérias respondem ao aumento do pH, ao passo que os fungos não respondem.

Tabela 4. Número de Unidades Formadoras de Colônias (UFC) x 10³/g de solo de leveduras em solo cultivado com soja e submetido a diferentes manejos. UFU, Uberlândia, 2004.

Manejos***	Semeadura	Fase vegetativa	Colheita	Média
M1	113,50*Aa**	29,33 BCb	92,75 Aa	78,53 AB
M2	113,50 Aa	15,75 Ab	79,67 Aa	69,64 A
M3	116,42 Aa	19,17 BCb	82,67 Aa	72,75 AB
M4	125,67 Aa	19,58 BCb	111,58 Aa	85,61 AB
M5	105,92 Aa	18,67 ABb	96,08 Aa	73,56 AB
M6	119,17 Aa	32,58 Cb	124,17 Aa	91,97 B
M7	107,83 Aa	19,42 BCb	79,58 Aa	68,94 AB
Média	114,57 a	22,07 b	95,21 a	

C.V.(%) = 24,01

* Médias originais. Para análise estatística, os dados foram transformados para log (x).

**Letras iguais maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

***M1 = cultivo convencional com calcário + gesso incorporados com grade pesada ou arado; M2 = cultivo convencional com calcário incorporado com grade pesada ou arado; M3 = plantio direto com calcário + gesso aplicados superficialmente; M4 = cultivo mínimo com calcário incorporado com arado escarificador; M5 = cultivo mínimo com calcário + gesso incorporados com arado escarificador; M6 = plantio direto com calcário aplicado superficialmente; M7 = plantio direto com calcário + gesso incorporado com grade.

Tabela 5. Número de Unidades Formadoras de Colônias (UFC) x 10³/g de solo de solubilizadores de fosfato em solo cultivado com soja e submetido a diferentes manejos. UFU, Uberlândia, 2004.

Manejos***	Semeadura	Metade da Safra	Colheita	Média
M1	4025* Aa**	3,92 Aa	6,42 Aa	4,86 A
M2	3,25 Aa	4,00 Aa	5,17 Aa	4,14 A
M3	3,67 Aa	4,08 Aa	5,00 Aa	4,25 A
M4	4,50 Aa	5,42 Aa	5,58 Aa	5,17 A
M5	4,17 Aa	3,50 Aa	5,17 Aa	4,28 A
M6	3,75 Aa	3,67 Aa	5,17 Aa	4,19 A
M7	3,67 Aa	5,17 Aa	4,83 Aa	4,56 A
Média	3,89 a	4,25 a	5,33 b	

C.V.(%) = 46,47

* Médias originais. Para análise estatística, os dados foram transformados para log (x).

**Letras iguais maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

***M1 = cultivo convencional com calcário + gesso incorporados com grade pesada ou arado; M2 = cultivo convencional com calcário incorporado com grade pesada ou arado; M3 = plantio direto com calcário + gesso aplicados superficialmente; M4 = cultivo mínimo com calcário incorporado com arado escarificador; M5 = cultivo mínimo com calcário + gesso incorporados com arado escarificador; M6 = plantio direto com calcário aplicado superficialmente; M7 = plantio direto com calcário + gesso incorporado com grade.

CONCLUSÕES

A dinâmica da microbiota do solo estudada, composta por bactérias esporulantes, celulolíticos, solubilizadores de fosfato, leveduras e actinomicetos, não foi alterada pelos diferentes manejos adotados em

qualquer das três épocas de avaliação. As alterações ocorreram em função das épocas avaliadas e podem estar relacionadas às características biológicas particulares desses microrganismos associadas às condições químicas e físicas do solo.

AGRADECIMENTOS

À Deus e à todos que participaram na elaboração desse trabalho.

ABSTRACT: This research work was carried out at the Gloria Farm, an Experimental Farm, and at the Laboratory of Agricultural Nematology of the Institute of Agrarian Sciences research facilities which belongs to the Federal University of Uberlândia. It aimed at isolating and quantifying sporulating bacteria, cellulolytic, actinomycetes, yeasts and phosphate – solubilizing microorganisms present in the soil. The experimental design was randomized blocks with seven treatments and four blocks. The treatments had been constituted of seven different combinations of ways of application of lime and/or gypsum with or without mechanization for their incorporation. The soybean cv. ‘Conquista’ was cultivated in the parcels and evaluated at the sowing time, vegetative stage and harvesting time. The soil samples were mixed and sifted in a 20 mesh sieve. Ten grams of soil were added to the 90 mL of water, thus constituting the dilution for cellulolytic microorganisms (10-1). It was agitated in 200 rpm for 15 min, and later it was dissolved into the concentration of 10-2, used for yeasts and phosphate – solubilizing microorganisms, and dissolved into a 10-3 concentration, used in the isolation of actinomycetes and sporulating bacteria. After this procedure, plating was carried out with 0.1mL of dilution placed in Petri dishes followed by incubation at 25°C. The number of colony forming units (CFU) was determined after 24 hrs to 48 hrs for sporulating bacteria, 3 to 5 days for yeasts, 5 to 7 days for actinomycetes and 10 to 15 days for cellulolytics and phosphate – solubilizing microorganisms, after the plating. The behaviour of the microorganisms populations studied did not depend on the management applied to the soil, showing differences only between the evaluated times. For each microorganism, the population behavior at the three times was changeable according to the proper biological characteristics of each one of them associated to the chemical and physical conditions of the soil.

KEYWORDS: *Glycine max.* Microorganisms. Actinomycetes. Sporulating bacteria. Yeasts. Solubilizing microorganisms.

REFERÊNCIAS

- ALCANTARA, R. M. C. M. **Propriedades químicas e bioquímicas e suas inter-relações em solos sob vegetação de mata e campo adjacentes.** 1995. 84 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.
- ALEXANDER, M. **Introduction to soil microbiology.** New York: J. Wiley, 1977. 467 p.
- BOLTON JUNIOR, H.; ELLIOTT, L. F.; PAPENDICK, R. I.; BEZDICEK, D. F. Soil microbial biomass and selected soil enzyme activities: effect of fertilization and cropping practices. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 17, n. 3, p. 297-302, 1985.
- BROOKES, P. C. The use of microbial parameters in soil pollution by heavy metals. **Biology and fertility of soils**, Berlin, v. 19, n. 4, p. 269-279, mar., 1995.
- CATTELAN, A. J.; VIDOR, C. Sistemas de culturas e a população microbiana do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 14, n. 2, p. 125-132, mai., 1990.
- COELHO, R. R. R.; DROZDOWICZ, A. The occurrence of actinomycetes in a Cerrado soil in Brazil. **Révue d'Ecologie et de Biologie du Sol**, Montrouge, v. 15, n. 4, p. 459-473, 1978.
- DAVEY, C. B.; DANIELSON, R. M. Soil chemical factors and biological activity. **Phytopathology**, Worcester, v. 58, p. 900-908, 1968.

DORAN, J. W. Soil microbial and biochemical changes associated with reduced tillage. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 44, n. 4, p. 765-771, 1980.

DROZDOWICZ, A. G. Microbiologia ambiental. In: ROITMAN, I.; TRAVASSOS, I.R.; AZEVEDO, J.L. (Ed.). **Tratado de microbiologia**. Rio de Janeiro, 1991. v. 2, p. 1-102.

FRASER, D. G.; DORAN, J. W.; SAHS, W. W.; LESOING, G. W. Soil microbial population and activities under conventional and organic management. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 17, n. 1, p. 585-590, 1988.

GINTIS, B. O.; MORGAN-JONES, G.; RODRIGUEZ-KÁBANA, R. Fungi associated with several developmental stages of *Heterodera glycines* from an Alabama soybean field soil. **Nematropica**, v. 13, n. 2, p. 181-200, 1983.

KIRCHNER, M. J.; WOLLUM, A. G.; KING, L. D. Soil microbial populations and activities in reduced chemical input agroecosystems. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 57, n. 5, p. 1289-1295, sep., 1993.

LOPES, D. N. **Influência do calcário, fósforo e micronutrientes na mineralização da matéria orgânica e características físico-químicas de material de três solos de Altamira (Pará)**. 1977. 74 f. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1977.

MADSEN, E. L. Impacts of agricultural practices on subsurface microbial ecology. In: SPARKS, D. L. (Ed.). **Advances in Agronomy**. San Diego: Academic Press, 1995. v. 54, p. 1-67.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 2002. 626 p.

MUTATKAR, V. K.; PRITCHETT, W. L. Effects of added aluminum on some soil microbial processes and the growth of oats (*Avena sativa*) in arredondo fine sand. **Soil Science**, Baltimore, v. 103, p. 39-45, 1967.

NAHAS, E.; ASSIS, L. C. Efeito da adição ao solo de fosfato solúvel obtido por via microbiológica a partir de fluorapatita. **Revista Latinoamericana de Microbiologia**, México, v. 33, n. 2/3, p. 225-229, 1991.

NUENBERG, N. J.; VIDOR, C.; STAMMEL, J. G. 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, mai., 1984.

ODUNFA, V. S. A.; OSO, B. A. Bacterial population in the rhizosphere soils of cowpea and sorghum. **Revue d'Ecologie et de Biologie du Sol**, Paris, v. 15, n. 4, p. 413-420, 1978.

PEREIRA, J. C. **População de actinomicetos como componentes da comunidade bacteriana nos solos**. Disponível em: <<http://www.cnpab.embrapa.br/servicos/baby/actino.html>>. Acesso em: 19 set. 2005.

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. 20 p. (Documentos, 26).

ROVIRA, A. D. Microbiology of pasture soil and some effects of microorganisms on pasture plants. In : WILSON, J. R. **Plant relations in pasture**. Melbourne : CSIRO, 1978. p. 95-110.

RYAN, P. J.; MCGARITY, J. W. The nature and spatial variability of soil properties adjacent to large forest *Eucalyptus*. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 47, n. 2, p. 286-293, 1983.

SÁ, N. M. H.; SCOTTI, M. R. M. M. L.; VARGAS, M. A. T.; DÖBEREINER, J. Resistência natural à estreptomicina

e eficiência de estirpes de *Rhizobium* nativas nos cerrados associadas a *Stylosanthes*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 3, p. 213-218, mar. 1983.

SAGARDOY, M. A.; SALERNO, C. M. Number, distribution, and characterization of heterotrophic bacteria in some Argentine soils. **Anales de Edafología y Agrobiología**, Madrid, v. 42, p. 2069-2081, 1983.

SILVA-FILHO, G. N.; VIDOR, C. As práticas de manejo de solo na população microbiana. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v. 8, n. 3, p. 291-296, set., 1984.

SIQUEIRA, J. O.; FRANCO, A. A. **Biotecnologia do solo: fundamentos e perspectivas**. Brasília: MEC Ministério da Educação, ABEAS; Lavras: ESAL, FAEPE, 1988. 236 p.

SYLVESTER-BRADLEY, R.; ASAKAWA, N.; LA TORRACA, S.; MAGALHÃES, F. M. M.; OLIVEIRA, L.; PEREIRA, R. M. Levantamento quantitativo de microorganismos solubilizadores de fosfatos na rizosfera de gramíneas e leguminosas forrageiras na Amazônia. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 12, n. 1, p. 15-22, mar., 1982.

TOSIN, J. C. **Influência de *Pinus ellioti* Engelm, *Araucária angustifolia* (Bert) O. Ktze e da mata nativa sobre a atividade microbiana do solo**. 1977. 105 f. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal de Curitiba, Curitiba, 1977.

VELASCO, F. P. Variaciones en la composición y naturaleza de las substancias humica de um suelo climax de *Quercus toza* Bosc. Producidas por la implantación de *Pinus pinaster*. **Anales de Edafología y Agrobiología**, Madrid, v. 28, p. 389-398, 1968.

VELASCO, F. P.; LOZANO, J. M. Câmbios sincológicos de la microflora telúrica asociados a los repoblaciones florestales con espécies exóticas. **Anales de Edafología y Agrobiología**, Madrid, v. 37, p. 871-878, 1979.

VOBIS, G. Morphology of actinomycetes. In: MIYADOH, S. (Ed.). **Atlas of actinomycetes**. Tokyo: Asakura, 1997. p. 180-191.

VOSS, M.; SIDIRAS, N. Nodulação da soja em plantio direto em comparação com plantio convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, n. 7, p. 775-782, jul., 1985.