

**AVALIAÇÃO DA POPULAÇÃO E DO POTENCIAL DE MICRORGANISMOS
SOLUBILIZADORES DE FOSFATOS DE SOLOS CULTIVADOS COM
FRUTEIRAS TEMPERADAS DE SANTA CATARINA**

LUCIANA MAZZEO GALLICCHIO DE DOYLE
ROSANA SCHARF
GERMANO NUNES SILVA FILHO

Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Microbiologia e Parasitologia, Centro de Ciências Humanas - Campus Universitário - 88.049 - Florianópolis, SC.

RESUMO

Avaliou-se a população de microrganismos solubilizadores de fosfatos de solos cultivados com fruteiras temperadas através de contagem em meio de cultura glicose-extrato de solo suplementado com 50 ml de K_2HPO_4 (10%) e 100 ml de $CaCl_2$ (10%) por litro.

As populações encontradas foram relativamente baixas, variando de 5×10^3 a 30×10^3 propágulos por grama de solo seco, com densidades médias de 125×10^3 , 96×10^3 e 94×10^3 propágulos por grama de solo seco cultivados com pessegueiro, macieira e videira respectivamente. Também foi observada uma flutuação anual com as maiores populações ocorrendo no verão e as menores no inverno.

Partindo das placas de contagem, foram obtidos 55 isolados que foram testados em meio de cultura quanto ao potencial de solubilizar fosfatos naturais (Anitópolis-SC, Catalão-GO e Araxá-MG).

Os isolados apresentaram-se bastante variáveis quanto à capacidade de solubilização. Entretanto, 6 isolados de solo cultivado com macieira, 8 isolados do solo cultivado com pessegueiro e 3 de solo cultivado com videira, apresentaram alta capacidade de solubilização.

UNITERMOS: Microrganismos Solubilizadores - Solubilizadores de Fosfatos - Fruteiras Temperadas.

ABSTRACT

Populations of Phosphate-Solubilizing Microorganisms from Soils Under Temperate Fruit Crops in Santa Catarina, and the Ability of some Isolates to Solubilize Natural Sources of Phosphates

Phosphate-solubilizing microorganisms were isolated from soils under temperate fruit crops using a glucose / soil extract medium supplemented with 5g K_2HPO_4 l^{-1} and 1g $CaCl_2$ l^{-1} . Populations were small, varying between 5×10^3 and 3×10^5 propagules per gram of dry soil. Soils from under peach contained an average of 1.25×10^5 propagules per gram of dry soil, whilst those from under apple and vine contained $9,6 \times 10^4$ and $9,4 \times 10^4$ propagules per gram of dry soil respectively. It has been observed that the population sizes varied throughout the year; being higher in the summer and lower during the winter.

Fifty five isolates were selected and tested concerning the ability to solubilize natural sources of phosphate (Anitópolis-SC, Catalão-GO and Araxá-MG), incorporated in the culture medium. A wide range of abilities was found. In particular, 6 isolates from under peach, 8 isolates from under apple, and 3 isolates from under vine all showed strong solubilizing abilities.

KEY WORDS: Phosphate-Solubilizing microorganisms - Temperate Fruit - Solubilization.

Introdução

O Brasil é um dos principais produtores mundiais de frutas (Donadio, 1986) de clima tropical. Embora a produção de frutas de clima temperado não tenha o mesmo destaque, tem o importante papel de reduzir a importação. O clima da região sul propicia o desenvolvimento de uma fruticultura temperada onde se destaca o Estado de Santa Catarina, com uma produção de maçã acima de 150 mil toneladas (Instituto CEPA, 1986), representando mais de 50% do abastecimento nacional.

Apesar da macieira ser a fruteira temperada de maior expressão econômica em Santa Catarina, são relevantes também a videira, a pereira e as fruteiras de caroço (pessegueiro, nectarina e ameixeira) com uma produção de 5.000 toneladas/ano (Hentschke et al., 1985). Dentre essas últimas, o pêssego é a fruta produzida em maior escala.

MICROORGANISMOS SOLUBILIZADORES DE FOSFATOS

A maleicultura catarinense baseia-se em tecnologias avançadas, que implicam em altos custos de implantação e produção da cultura, tais como o preparo do solo, tratamentos fitossanitários e adubações. Em relação aos fertilizantes, os fosfatos apresentam-se como um dos mais necessários, pois o fósforo é o elemento que mais comumente limita a produção das culturas. Isto é devido à sua baixa disponibilidade no solo, onde a maior parte está sob formas que a planta não pode aproveitar diretamente, e somente uma fração muito pequena está disponível. Para suprir essa necessidade, são utilizados adubos fosfatados que em grande parte modificam-se para formas não disponíveis, reduzindo em muito a quantidade absorvida pelo vegetal (Malavolta, 1985). Devido a este problema e aos altos custos envolvidos na adubação, tem-se pesquisado a utilização de fosfatos naturais, dos quais o Brasil tem importantes reservas. No entanto, estes fosfatos não têm dado bons resultados devido a sua baixa solubilidade (Dyner et al., 1978).

Diversos microrganismos do solo têm a capacidade de solubilizar fosfatos pela produção de ácidos (Sperber, 1958b; Duff et al., 1963; Agnihotri, 1970). A população desses microrganismos no solo é alta, onde de 10 a 50% da microbiota total são capazes de solubilizar fosfatos de cálcio (Alexander, 1980). Como os demais microrganismos do solo, essa população também é afetada por diversos fatores. Entre os fatores considerados primários ou principais, que agem diretamente sobre a microbiota do solo, pode-se citar o teor de matéria orgânica, a acidez, a umidade, a temperatura e a aeração. Entre os fatores considerados secundários, podem-se citar o tipo de cultivo, estação do ano e profundidade do solo (Alexander, 1980). Em países de clima temperado, as modificações do ambiente provocadas pela flutuação estacional das condições climáticas, ocasionam menores populações no inverno e verão (condições climáticas extremas) e maiores populações no outono e primavera (Alexander, 1980).

Os microrganismos solubilizadores além de atuarem na solubilização de fosfatos naturais já existentes no solo, atuam também nos adicionados e nos recém formados pela adição de adubos

solúveis maximizando o aproveitamento destes (Datta et al., 1982). Assim, Ralston e McBridi (1976), obtiveram maior crescimento em *Pinus resinosa*, inoculando microrganismos solubilizadores em solos enriquecidos com fosfatos. Também, Delorenzini et al. (1979), utilizando inóculos múltiplos (*Rhizobium*, micorrizas vesículo-arbusculares e bactérias solubilizadoras produtoras de fitohormônios), obtiveram aumento no crescimento, no número de nódulos, no grau de micorrização e nas quantidades de nitrogênio e fósforo absorvidos.

O isolamento e seleção de microrganismos solubilizadores de fosfato e sua utilização como inoculantes de forma isolada, ou associada com outros microrganismos promotores do desenvolvimento vegetal, pode resultar na redução dos custos de adubação e no aumento da produtividade vegetal, possibilitando assim, uma maior lucratividade dos cultivos.

Material e Métodos

1. Coleta das Amostras

As amostras de solo foram coletadas em 4 diferentes períodos do ano, em pomares selecionados de macieira, no município de São Joaquim-SC; em pomares de pessegueiro e videira, no município de Videira-SC.

O pomar de macieira foi implantado em 1971 sobre o solo da Unidade de Mapeamento Bom Jesus (CAMBISOL - HÚMICO DISTRÓFICO) (Levantamento... 1973). As amostras de solo desse pomar foram coletadas em 21/08/87, 28/03/88 e 22/06/88. Os pomares de videira e pessegueiro foram implantados em 1982 e 1986 respectivamente, sobre a Unidade de Mapeamento Ibicaré (LATERÍTICO-VERMELHO AMARELADO DISTRÓFICO) (Levantamento... 1973). As amostras do pomar de videira foram coletadas em 18/08/87, 05/01/88, 04/04/88 e 03/06/88 e as do pessegueiro em 20/08/87, 15/12/87, 04/04/88 e 03/06/88.

As amostras foram coletadas em torno de 10 plantas tomadas ao acaso, e eram constituídas de 4 subamostras obtidas em locais equidistantes no terço final da projeção da copa, na

MICROORGANISMOS SOLUBILIZADORES DE FOSFATOS

profundidade de 0 a 20 cm. O conjunto de 40 subamostras foi homogeneizado e cerca de 500 g foram embalados em saco plástico e transportados para o laboratório.

No laboratório, o solo foi imediatamente peneirado em malha de 2 mm e uma parte empregada na determinação da umidade em estufa a 105°C, até peso constante. O restante foi utilizado em análises microbiológicas.

2. Avaliação da População Solubilizadora

Foi preparada uma diluição decimal em série, partindo-se de 10 g de solo diluídos em 95 ml de água esterilizada e submetidos a agitação mecânica por 30 minutos. Foram preparadas em seguida, diluições de 10^2 a 10^6 , em tubos de ensaio contendo 9 ml de uma solução salina (125 mg de K_2HPO_4 , 50 mg de $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ e 25 mg de NaCl por litro de água destilada). Um ml das diluições de 10^2 a 10^6 foi transferido para placas de Petri usando-se 3 placas para cada diluição. Em seguida adicionou-se o meio de cultura Glicose-Extrato de Solo (Sylvester-Bradley et al., 1982) a 45-50°C, suplementado no momento da utilização com 50 ml de uma solução esterilizada de K_2HPO_4 (10%) e 100 ml de solução igualmente estéril de $CaCl_2$ (10%) por litro de meio. Após o período de incubação de 24 horas, à temperatura de 30°C, foi realizada a primeira contagem de colônias, repetida a 48 e 72 horas, observando-se a presença de um halo claro, formado ao redor das mesmas pela solubilização do fosfato.

3. Obtenção dos Isolados

As colônias que apresentaram capacidade solubilizadora foram isoladas para o meio Glicose-Extrato de Solo. Os isolados foram repicados no mínimo 5 vezes neste meio, para que se excluíssem aqueles cuja capacidade solubilizadora não fosse estável. A codificação dos isolados foi realizada pela ordem de obtenção, utilizando-se as iniciais UFSC MIP 011/.

4. Avaliação da Capacidade dos Isolados de Solubilizar Fosfatos Naturais

Cada isolado foi avaliado através de cultivo em frascos contendo 50 ml do meio líquido Glicose-Extrato de Solo, suplementado com 0,25 g de fosfato natural, moído e peneirado em malha de 100 mesh, em 3 repetições. Como testemunha, foi utilizado o meio de cultura suplementado com a mesma fonte de fósforo, porém sem inoculação. Foram utilizadas 3 fontes de fosfato natural: Fosfato de Anitãpolis-SC (9,3% de P_2O_5), Catalão-GO (9,4% de P_2O_5) e Araxã-MG (9,4% de P_2O_5).

A inoculação dos isolados fúngicos foi feita a partir de um disco de aproximadamente 4 mm de diâmetro, retirado do bordo de uma colônia; e das bactérias, com 1 ml de uma cultura de 48 horas de incubação.

Após 15 dias de incubação a 30°C, as culturas foram centrifugadas em 3.500 r.p.m. (Centrífuga Excelsa Baby da Fanem Ltda., modelo 208 N) durante 10 minutos e o sobrenadante foi utilizado para determinação de fósforo solúvel e do pH. Para determinação de fósforo solúvel, pipetou-se uma alíquota de 5 ml de sobrenadante à qual foram adicionados 5 ml de solução ácida de molibdato de amônio diluída e 1 ml de ácido ascórbico (30 mg/ml). Após o desenvolvimento da cor (aproximadamente 15 minutos), foi realizada a leitura em fotocolorímetro (METRONIC, MOD. M). A leitura do pH foi realizada em potenciômetro "pH-meter E 512", Metrohm Herison (Tedesco et al., 1985).

Resultados e Discussão

1. Flutuação Populacional

Segundo os dados da Fig. 1, os valores extremos observados entre todas as amostras são 5×10^3 e 301×10^3 propágulos/g de solo seco. Estes dados coincidem com a amplitude populacional registrada para as amostras coletadas em solo cultivado com pessegueiro nas coletas de 03/06/88 e 15/12/87. A microbiota solubilizadora do solo cultivado com videira variou entre 11×10^3 (coleta de 03/06/88) e 231×10^3 propágulos/g de solo seco (cole-

MICROORGANISMOS SOLUBILIZADORES DE FOSFATOS

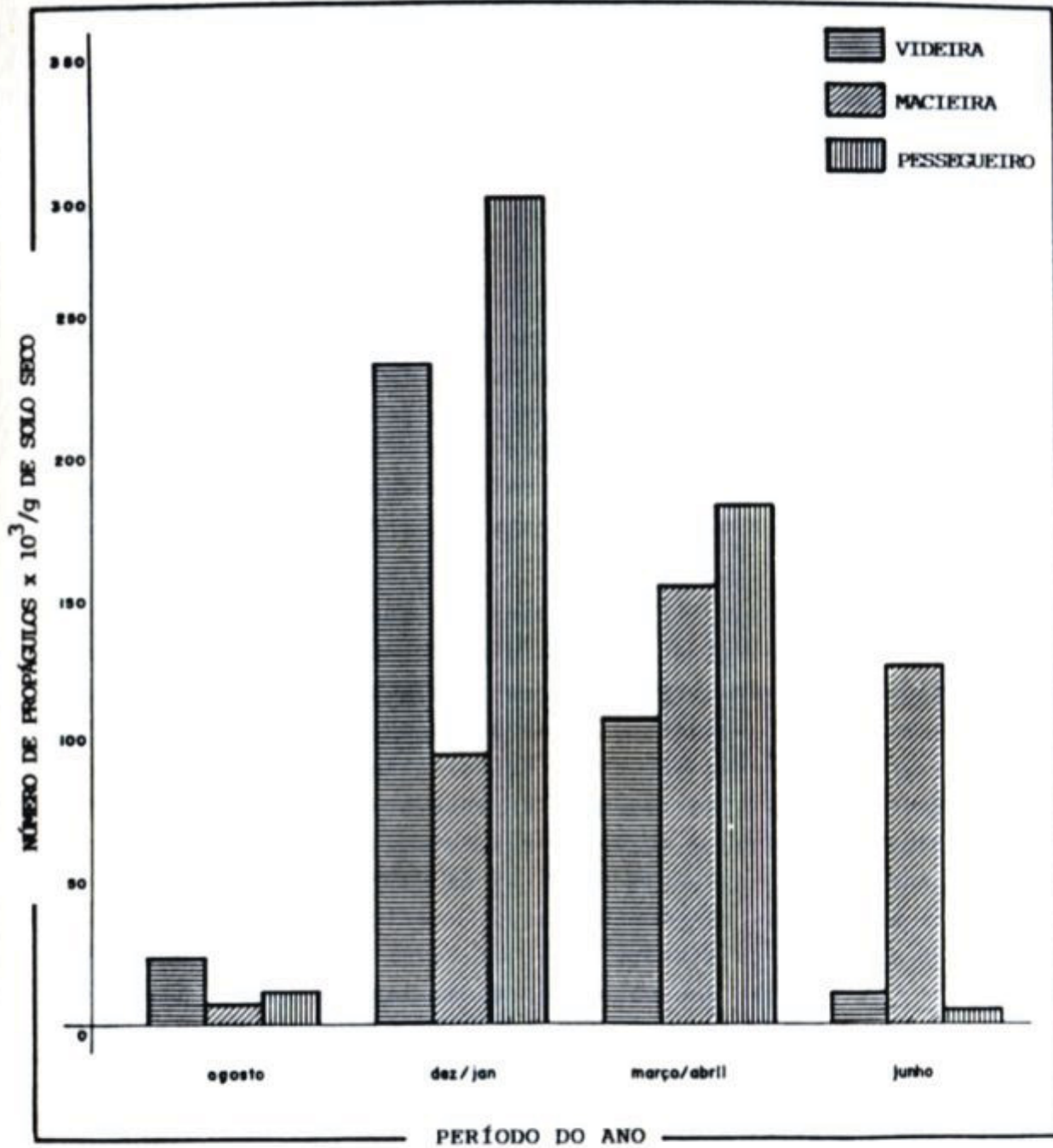


Fig. 1 - Flutuação da microbiota solubilizadora de fosfatos em solos cultivados com diferentes fruteiras no Estado de Santa Catarina. Média da contagem de três placas.

ta de 21/08/87) a 155×10^3 propágulos/g de solo seco (coleta de 28/03/88).

Apesar das amplitudes observadas, as médias das populações de microrganismos solubilizadores em cada espécie vegetal foram semelhantes, sendo de 125×10^3 propágulos/g de solo seco para o solo cultivado com pessegueiro, 96×10^3 para o solo cultivado com macieira e 94×10^3 para o cultivado com videira.

Os resultados obtidos neste trabalho encontram-se dentro dos limites inferiores citados por Alexander (1980) e Silva Filho (1984). Estes valores podem estar relacionados com o sistema de manejo empregado, que dentre outras práticas, prevê a manutenção de uma faixa de terreno limpo nas fileiras das plantas, reduzindo o aporte de nutrientes orgânicos para os microrganismos do solo e conseqüentemente afetando a população de solubilizadores.

De acordo com a Fig. 1 observa-se que a população solubilizadora foi variável durante os diversos períodos de coleta. Nos solos cultivados com videira e pessegueiro, as populações foram mais baixas durante o inverno, no mês de agosto, e mais altas durante o verão nos meses de dezembro e janeiro. No solo cultivado com macieira, as maiores populações foram encontradas no começo do outono, e no inverno a redução foi pequena. É provável que estes resultados devam-se às diferentes condições climáticas existentes nos municípios de Videira e São Joaquim, bem como às espécies cultivadas e aos sistemas de manejo. Aparentemente, os efeitos das condições do ambiente no verão sobre as populações solubilizadoras do solo cultivado com macieira, parecem ter sido retardados em comparação aos solos com culturas de videira e pessegueiro.

Flutuações na microbiota do solo têm sido observadas por diversos autores (Meiklejohn, 1957; Lundgren e Södertrom, 1983; Campbell e Bierderbeck, 1982; Nuernberg et al., 1984; Kauri, 1982; Silva Filho, 1984). No sul do Brasil, Silva Filho (1984) observou que os solos cultivados com diferentes sistemas de manejo apresentaram maiores populações de solubilizadores nos meses de novembro a maio e menores populações de junho a outubro. Estas flutuações estavam relacionadas principalmente às

MICROORGANISMOS SOLUBILIZADORES DE FOSFATOS

variações de temperatura, umidade e nutrientes. As baixas temperaturas que ocorrem durante o inverno tendem a reduzir as populações microbianas diretamente pela diminuição ou paralização do crescimento vegetal. Após o inverno, com o aumento da temperatura e uma boa disponibilidade de água, aliados ao fator nutricional representado principalmente pelas excreções radiculares, há um estímulo da microbiota como um todo inclusive os solubilizadores (Sperber, 1958a).

2. Potencial Solubilizador

Conforme observado nas tabelas 1, 2 e 3, há uma variação bastante ampla na capacidade solubilizadora dos isolados para cada fonte de fosfato.

Para o fosfato natural de Anitópolis, os valores máximos de solubilização foram obtidos com os isolados 011/067, do solo cultivado com macieira (Tabela 1); 011/079, do solo cultivado com pessegueiro (Tabela 2) e 011/73, do solo cultivado com videira (Tabela 3). Por outro lado, alguns isolados apresentaram uma capacidade solubilizadora bastante fraca ou nula, como os de nº 011/116 do solo cultivado com videira (Tabela 3) e 011/104 e 011/100 do solo cultivado com pessegueiro (Tabela 2). Dentro de uma única coleta para a mesma espécie cultivada, também observou-se esta variação. Na segunda coleta de videira, por exemplo, o isolado 011/073 apresentou 34,6 ppm de fósforo na solução, enquanto que o isolado 011/065 apresentou apenas 1,02 ppm (Tabela 2). Esta variação também pode ser observada nos solos de pessegueiro e macieira, entre os isolados 011/048 e 011/044; e 011/067 e 011/064, respectivamente (Tabelas 2 e 1).

Para o fosfato natural de Catalão, os valores máximos de solubilização foram obtidos pelos isolados 011/068, do solo cultivado com macieira (Tabela 1); 011/048 e 011/096, do solo cultivado com pessegueiro; e 011/071 e 011/073 do solo cultivado com videira. Outros isolados, tais como 011/054, 011/064, 011/066, 011/069, 011/084, 011/105, 011/106, 011/107, 011/109, 011/111 e 011/112 (Tabela 1); 011/062, 011/100 e 011/104 (Tabela 2); e 011/78, 011/82, 011/101 e 011/116 (Tabela 3), demonstraram teores de fósforo solúvel semelhantes aos das respecti-

vas testemunhas.

Os resultados obtidos com o fosfato natural de Araxã, tiveram as mesmas tendências daqueles obtidos com os fosfatos de Anitápolis e Catalão. Os valores máximos de solubilização foram obtidos pelos isolados 011/092 (Tabela 1), 011/098 (Tabela 3). Não foram observadas diferenças entre dois ou mais isolados dentro de uma mesma coleta. Uma análise mais aprofundada destes resultados não pode ser realizada, pois inúmeros isolados perderam a viabilidade durante o armazenamento.

Comparações entre as diferenças fontes de fosfatos também foram prejudicadas pelo fato das avaliações terem sido realizadas em ocasiões diferentes. Porém como as condições experimentais foram controladas e semelhantes, algumas considerações podem ser feitas. Verifica-se nas Tabelas 1, 2 e 3, que os isolados que apresentaram alto potencial solubilizador para uma fonte, também apresentam o mesmo para as demais fontes de fosfatos testadas, diferindo muitas vezes apenas nas quantidades solubilizadas. Há porém algumas exceções, como os isolados 011/066 e 011/069, quando se compara os fosfatos de Catalão e Anitápolis (Tabela 1); e 011/106, entre os fosfatos de Araxã, Catalão e Anitápolis (Tabela 1); 011/078, entre os fosfatos de Anitápolis e Catalão; e 011/074, 011/065 e 011/115, entre os fosfatos de Araxã, Anitápolis e Catalão (Tabela 3).

Essas diferenças, quantitativas e qualitativas dentro da mesma fonte e entre as demais fontes de fosfato, na solubilização, podem estar relacionadas com os mecanismos bioquímicos que promovem essas reações e com as necessidades de fósforo dos microrganismos (Eira e Carvalho, 1970; Sperber, 1958b; Carvalho et al., 1969). Desta forma, é possível que muitos dos isolados testados possam solubilizar quantidades razoáveis de fosfatos, mas no entanto liberem pouca quantidade de fósforo solúvel para a solução, imobilizando a maior parte deste, para sua síntese celular.

Pode-se ainda admitir, que os isolados que mostraram baixa ou nula capacidade solubilizadora, não possuem mecanismos bioquímicos capazes de degradar especificamente uma ou mais fontes de fosfato utilizadas (Carvalho et al., 1969; Eira e Carva-

MICROORGANISMOS SOLUBILIZADORES DE FOSFATOS

lho, 1970). Alguns isolados podem também ter perdido a sua capacidade solubilizadora e, portanto, não ocasionaram um incremento na disponibilidade de fósforo. De acordo com Sperber (1958a), a solubilização parece ser uma característica instável, e muitos microrganismos, principalmente aqueles isolados da região não rizosférica, perdem de forma irreversível esta capacidade, logo nas primeiras passagens em meio de cultura.

Com poucas exceções, observa-se nas Tabelas 1, 2 e 3, que as quantidades de fósforo solubilizado tendem a ser maiores em baixos valores de pH. Isto vai ao encontro dos resultados de vários estudos que sugerem que a produção de ácidos parece ser um dos principais fatores de solubilização (Alexander, 1980; Kucey, 1983; Sperber, 1958b). Contudo, apesar de se observar uma relação inversa entre a quantidade de fósforo solubilizado e a diminuição do pH, não se pode afirmar que ocorra uma proporcionalidade entre estas duas variáveis.

A análise de correlação feita entre o fósforo solubilizado e o pH evidenciou que há uma correlação inversa, significativa a nível de 1%, na maioria dos casos (Tabela 4). Ocorreram exceções apenas nos tratamentos que receberam os fosfatos de Anitápolis ou Catalão. No fosfato de Catalão, na primeira coleta do solo cultivado com pessegueiro, o nível de significância foi de 5%. No fosfato de Anitápolis o coeficiente de correlação não foi significativo nas primeiras coletas dos solos cultivados com macieira e videira. Pelos valores observados, verifica-se que esta correlação não é em todos os casos de 100%. Este fato pode ser evidenciado na Tabela 2, comparando-se os isolados 011/048 e 011/062, quando inoculados em fosfato de Catalão. Neste caso, o isolado 011/062, apesar de apresentar um valor de pH de 2,93, inferior ao valor de pH do isolado 011/048, de 3,20, solubilizou cerca de 5,5 vezes mais que o outro.

Segundo Johnson (1952), citado por Sperber (1958b), a ação de ácidos orgânicos produzidos por microrganismos sobre os fosfatos ocorre através de íons hidrogênio que promovem a reação, mas este não é necessariamente o principal fator. A estrutura do ácido produzido é muito importante (Sperber, 1958b; Agnihotri, 1970) e pode influenciar na quantidade e no tipo de fosfato solubilizado, além de originar diferentes graus de acidez na so-

lução. Diversos estudos têm demonstrado que a solubilização pode ser devida a propriedades quelantes de alguns ácidos orgânicos que teriam afinidade em ligar-se aos íons Ca^{++} , liberando o fósforo do composto para a solução (Kucey, 1983; Sperber, 1958b).

Por outro lado, o desenvolvimento dos microrganismos depende também de um suprimento adequado de fósforo, e apesar de quantidades apreciáveis deste elemento serem solubilizadas, ao mesmo tempo, podem ser assimiladas e incorporadas na forma de constituintes celulares.

Os resultados obtidos neste trabalho sugerem que existe um grande potencial para a seleção e inoculação de microrganismos solubilizadores de fosfatos, uma vez que as populações nativas são relativamente baixas e existe uma ampla variabilidade quanto à capacidade solubilizadora. Assim, os isolados 011/064, 011/066, 011/067, 011/068, 011/069 e 011/092 do solo cultivado com macieira; 011/039, 011/044, 011/046, 011/048, 011/062, 011/079, 011/096 e 011/098 do solo cultivado com pessegueiro; e 011/040, 011/071 e 011/073 do solo cultivado com videira; estão aptos a serem submetidos a outros tipos de testes utilizando-se novas fontes de fosfatos e testes em solo com a presença de plantas, para uma posterior utilização como inoculantes, de forma isolada ou em associação com outros microrganismos.

Referências Bibliográficas

- Agnihotri, V.P. (1970). Solubilization of insoluble phosphates by some soil fungi isolated from nursery seedbeds. *Can. J. Microbiol.*, 16:877-880.
- Alexander, M. (1980). *Introducción a la microbiología del suelo*. México, Ed. Libros y Editoriales, 491p.
- Campbell, C.A. e Bierdebeck, V.O. (1982). Changes in mineral N and numbers of bacteria and actinomycetes during two years under wheat-fallow in southwestern Saskatchewan. *Can. J. Soil Sci.*, 62:125-137.

MICROORGANISMOS SOLUBILIZADORES DE FOSFATOS

- Carvalho, P. de C.T.; Eira, A.F. e Pellegrino, D. (1969). Solubilização quantitativa de fosfatos insolúveis por algumas espécies do gênero *Aspergillus* e *Penicillium*. *Anais da E.S.A. "Luiz de Queiróz"*, 26:173-185.
- Datta, M.; Banik, S. e Gupta, R.K. (1982). Studies on the efficacy of a phytohormone producing phosphate solubilizing *Bacillus firmus* in augmenting paddy yield in acid soils of Nagaland. *Plant and Soil*, 69:365-373.
- Delorenzini, C.; Barea, J.M. e Olivares, J. (1979). Fertilização Biológica (micorriza + *Rhizobium* + Fosfobactérias) de *Trifolium pratense* em diferentes condiciones de cultivo. *Rev. Latino-Americana de Microbiologia*, 21:129-139.
- Donadio, L.C. (1986). A situação atual e potencial da fruticultura brasileira. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 8. Brasília, D.F. *Anais*. Brasília, EMBRAPA/CNPq, V. 2, p. 501-511.
- Duff, R.B.; Webley, D.M. e Scott, R.O. (1963). Solubilization of minerals and related materials by 2-ketogluconic acid - producing bacteria. *Soil Science*, 96(2):105-114.
- Dynia, J.F.; Volkweis, S.J. e Stammel, J.G. (1978). Efeito do pH e da capacidade de retenção de fósforo dos solos na eficiência de adubos fosfatados. In: *Estudos de fosfatos em casa de vegetação 1977*. Porto Alegre, UFRGS, Faculdade de Agronomia. 17p. (Informativo Interno, 01/78).
- Eira, A.F. e Carvalho, P.C.T. (1970). Levantamento de microrganismos solubilizadores de fosfatos. *Rickia*, 5:111-124.
- Hentschke, R.; Lessa, A.O.; Mondin, U.P. e Friederich, S.M.I. (1985). *Frutas de clima temperado; produção das safras 1983/84 e 1984/85 em Santa Catarina*. Florianópolis, ACARESC, Secretaria da Agricultura e do Abastecimento.
- Instituto Cepa/Santa Catarina (1985). *Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina; 1984/85*. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento.
- Kauri, T. (1982). Seasonal fluctuation in numbers of aerobic bacteria and their spores in four horizons of a beech forest soil. *Soil Biol. Biochem.*, 14:185-190.
- Kucey, R.M.N. (1983). Phosphate-solubilizing bacteria and fungi in various cultivated and virgin Alberta soils. *Canadian Journal of Soil Science*, 63:671-678.
- Lundgren, B. e Soderstrom, B. (1983). Bacterial numbers in a pine forest soil relation to environmental factors. *Soil Biol. Biochem.*, 15(6):625-630.

L.M.G. DOYLE et al.

- Malavolta, E. (1985). **Nutrição Mineral**. In: Ferri, M.G. Coord. **Fisiologia Vegetal**, 1. 2.ed. EDUSP, São Paulo, 350p.
- Meiklejohn, J. (1957). Numbers of bacteria and actinomycetes in a Kenya soil. **Journal of Soils Science**, 8(2):240-247.
- Nuernberg, N.J.; Vidor, C. e Stammel, J.C. (1984). Efeito de sucessões de cultura e tipos de adubações na densidade populacional e atividades microbiana no solo. **R. Bras. Ciência do Solo**, 8:197-203.
- Ralston, D.B. e McBride, R.P. (1976). Interaction of mineral phosphate dissolving microbes with red pine seedlings. **Plant and Soil**, 45:493-507.
- Silva Filho, G.N. (1984). **Flutuação populacional de microrganismos em solos submetidos a diferentes sistemas de manejo**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 153p. (Tese de Mestrado em Agronomia).
- Sperber, J.I. (1958a). The incidence of Apatite - solubilizing organisms in the rhizosphere and soil. **Australian Journal of Agricultural research**, 9:778-781.
- Sperber, J.I. (1958b). Solution of apatite by soil microrganisms producing organic acids. **Australian Journal of Agricultural Research**, 9:782-787.
- Sylvester-Bradley, R.; Asakawa, N.; La Torraca, S.; Magalhães, F.M.M.; Oliveira, L.A. e Pereira, R.M. (1982). Levantamento quantitativo de microrganismos solubilizadores de fosfato na rizosfera de gramíneas e leguminosas forrageiras na Amazônia. **Acta Amazônica**, 12(1):15-22.
- Tedesco, M.J.; Volkneiss, S.J. e Bohnen, H. (1985). Análises de solo, plantas e outros materiais. **Boletim Técnico**, 3:188, p.1.
- Unidade de Mapeamento Ibicaré e Unidade de Mapeamento Bom Jesus (1973). In: Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de Santa Catarina, Santa Maria, R.S.; UFSC, SUDESUL, 2.v.

MICROORGANISMOS SOLUBILIZADORES DE FOSFATOS

Tabela 1 - Teores de fósforo solúvel e valores de pH no meio de cultura contendo 0,25 g de fosfato natural, inoculado com isolados obtidos de solo cultivado com macieira (*Malus sp*) em quatro diferentes períodos do ano e incubados por 15 dias a 30°C (médias de 3 repetições).

Coleta	Número do Isolado	Fosfatos Naturais					
		Anitápolis		Catalão		Araxá	
		ppm de P	pH	ppm de P	pH	ppm de P	pH
21/08/87	011/054	1,44a*	4,83b	2,70b	4,30b	9,20a	4,23b
	Testemunha	0,59a	4,32c	-0,025b	5,67a	1,43b	6,29a
	011/052	0,57a	5,33a	15,3a	3,35c	-	-
15/12/87	011/067	42,3a	3,06bc	16,8b	2,57c	-	-
	011/066	33,1ab	2,83c	1,48c	4,73b	-	-
	011/068	29,6ab	3,17bc	27,3a	2,60c	-	-
	011/069	28,4ab	3,03bc	2,66c	4,57b	12,4a	3,10b
	011/064	22,8b	3,33b	4,73c	4,23b	-	-
	Testemunha	0,59c	4,32a	-0,025c	5,67a	1,43b	6,29a
28/03/88	011/092	15,1a	2,73c	16,2a	2,67c	15,9a	3,01b
	Testemunha	0,16b	5,23a	-0,025b	5,67a	1,43b	6,29a
	011/084	0,01b	3,97b	2,48b	4,05b	-	-
	011/093	0,00b	4,97a	-	-	-	-
22/06/88	011/113	9,83a	3,70d	18,3a	2,84g	-	-
	011/110	9,04a	3,36d	19,8a	3,59f	-	-
	011/108	6,67b	3,64d	10,9b	3,63f	-	-
	011/105	0,62c	4,91c	0,98c	4,94d	-	-
	011/106	0,60c	4,85c	1,01c	4,87d	-	4,39b
	011/109	0,50c	5,26bc	0,76c	4,59e	-	-
	011/107	0,50c	8,05a	0,50c	8,26a	-	-
	011/112	0,50c	5,82b	0,50c	5,50c	-	-
	011/111	0,50c	5,24bc	0,50c	5,53bc	-	-
	Testemunha	0,50c	5,83b	0,00c	5,67b	1,43b	6,29a

(*) Médias seguidas da mesma letra na coluna e por épocas não diferem significativamente pelo teste de DUNCAN (P = 0,05).

(-) Não determinado.

Tabela 2 - Teores de fósforo solúvel e valores de pH do meio de cultura contendo 0,25 g de fosfato natural, inoculados com isolados obtidos de solo cultivado com pessegueiro (*Prunus persicae*) em quatro diferentes períodos do ano e incubados por 15 dias a 30°C (médias de 3 repetições).

Coleta	Número do Isolado	Fosfatos Naturais					
		Anitápolis		Catalão		Araxã	
		ppm de P	pH	ppm de P	pH	ppm de P	pH
20/08/87	011/048	34,6a*	3,12c	31,2a	3,20b	18,5a	3,03b
	011/062	34,6a	3,03d	5,54cd	2,93c	13,6a	3,00b
	011/046	33,9a	3,28bc	18,9b	3,40b	15,7a	3,21b
	011/039	27,5ab	3,35b	10,6c	3,30b	14,5a	3,25b
	011/044	20,9b	3,33bc	10,6c	3,30b	14,3a	3,16b
	Testemunha	0,59c	4,32a	-0,025d	5,67a	1,43b	6,29a
15/12/87	011/079	35,5a	3,07b	26,1a	2,77b	-	-
	011/080	29,0b	2,65c	13,8b	2,53b	-	-
	Testemunha	0,59c	4,32a	-0,025c	5,67a	-	-
04/04/88	011/090	15,3a	2,35b	13,6a	2,47c	-	-
	011/083	14,0ab	2,65c	12,3a	2,75b	-	-
	011/089	13,4ab	3,03b	13,3a	2,88b	15,2a	3,06b
	011/091	9,23b	2,73c	8,80a	2,90b	-	-
	Testemunha	0,16c	5,23a	-0,025b	5,67a	1,43b	6,29a
03/06/88	011/096	27,6a	3,13d	31,9a	3,12e	-	-
	011/089	24,3ab	3,30d	21,6bc	3,76d	21,3a	3,00b
	011/097	15,4bc	3,80c	20,3c	3,23e	-	-
	011/095	11,3cd	3,22d	27,9ab	3,08e	-	-
	011/103	9,04cde	3,06d	12,4de	3,22e	-	-
	011/099	3,11de	4,04d	14,9cd	4,16c	-	-
	011/104	2,27de	4,04d	6,41ef	4,23c	-	-
	Testemunha	0,00e	5,83a	0,00f	5,67a	1,43b	6,29a
	011/100	-0,19e	4,87b	-0,19f	5,27b	-	-

(*) Médias seguidas da mesma letra na coluna e por época não diferem significativamente pelo teste de DUNCAN (P = 0,05).

(-) Não determinado.

MICROORGANISMOS SOLUBILIZADORES DE FOSFATOS

Tabela 3 - Teores de fósforo solúvel e valores de pH do meio de cultura contendo 0,25 g de fosfato natural, inoculados com isolados obtidos do solo cultivado com videira (*Vitis labrusca*) em quatro diferentes períodos do ano e incubados por 15 dias a 30°C (médias de 3 repetições).

Coleta	Número do Isolado	Fosfatos Naturais					
		Anitápolis		Catalão		Araxá	
		ppm de P	pH	ppm de P	pH	ppm de P	pH
18/08/87	011/040	31,0a*	3,07b	10,6a	3,13b	17,4a	3,00b
	Testemunha	0,59b	4,32a	-0,025b	5,67a	1,43b	6,29a
05/01/88	011/073	34,6a	3,15d	28,1a	3,07c	-	-
	011/071	34,3a	3,25d	29,6a	2,87c	-	-
	011/063	28,0a	3,20d	16,4d	2,83c	-	-
	011/078	9,73d	4,17c	0,00e	5,43b	-	-
	011/082	1,70bc	4,73ab	-0,017e	4,33b	-	-
	011/074	1,16c	4,55abc	10,6c	4,08b	10,8a	4,05b
	011/065	1,02c	4,80a	5,77d	3,60bc	11,3a	3,97c
	Testemunha	0,59c	4,32bc	-0,025e	5,67a	1,43b	6,29a
04/04/88	011/087	12,1a	3,10d	14,4a	2,97c	10,6a	3,23c
	011/086	10,8ab	3,33c	7,93b	3,23c	10,8a	3,36c
	011/088	8,58ab	3,10d	10,1b	3,23c	-	-
	011/085	5,54b	4,03b	5,76b	4,00b	13,3a	4,17b
	Testemunha	0,16c	5,23a	1,45c	5,67a	1,43b	6,29a
03/06/88	011/102	12,2a	3,72c	10,1a	3,48d	13,1a	3,45c
	011/114	7,73b	2,87d	7,20ab	3,03c	-	-
	011/101	5,88bc	3,63c	2,72bc	3,86c	-	-
	011/115	3,25cd	4,12b	5,36abc	4,14c	11,7a	4,18b
	011/116	0,50d	5,92a	0,50c	5,77a	-	-
	Testemunha	0,50d	5,83a	0,50c	5,67a	1,43b	6,29a

(*) Médias seguidas da mesma letra na coluna e por época não diferem significativamente pelo teste de DUNCAN (P = 0,05).

(-) Não determinado.

Tabela 4 - Coeficiente de correlação entre o pH e o teor de fósforo solúvel no meio de cultura.

Fruteira cultivada	Coleta	Fosfato Natural		
		Anitápolis	Catalão	Araxá
Macieira	1ª	-0,04 NS	-0,80 **	-1,00 **
	2ª	-0,86 **	-0,86 **	-1,00 **
	3ª	-0,86 **	-0,88 **	-1,00 **
	4ª	-0,13 NS	-0,71 **	-0,99 **
Videira	1ª	-0,75 NS	-0,95 **	-0,99 **
	2ª	-0,90 **	-0,79 **	-0,90 **
	3ª	-0,82 **	-0,84 **	-0,82 **
	4ª	-0,72 **	-0,69 **	-0,93 **
Pessequeiro	1ª	-0,86 **	-0,49 *	-0,90 **
	2ª	-0,90 **	-0,84 **	-
	3ª	-0,87 **	-0,85 **	-0,98 **
	4ª	-0,69 **	-0,85 **	-1,00 **

NS - Não significativo;

(*) - Nível de significância de 5%;

(**) - Nível de significância de 1%;

(-) - Não determinado.