

BIOSSOLUBILIZAÇÃO DE FONOLITO INFLUENCIADA PELOS MICRORGANISMOS DO SOLO SOLUBILIZADORES DE POTÁSSIO

SILVA, U.C.¹; DIAS, F.E.S.²; GOMES, E. A.³; OLIVEIRA, C. A.³; MARRIEL, I. E.³.

¹ Universidade Federal de São João Del Rei

² Centro Universitário de Sete Lagoas

³ Embrapa Milho e Sorgo, Caixa Postal 285, 35701-970, Sete Lagoas, MG

E-mail: imarriel@cnpms.embrapa.br.

Resumo

Como a produção nacional de fertilizantes potássicos (K) atende a pequena parcela, em torno de 10%, de sua demanda e no cenário atual, a busca por produtividade agrícola tem aumentado e consequentemente o uso dos adubos potássicos. Como o potássio se encontra no solo na forma estável, pouco solúvel e os solos brasileiros em geral possuem baixa fertilidade, verifica-se a necessidade de pesquisas visando fontes alternativas para a adubação com este nutriente reduzindo os custos da produção agrícola. Neste estudo, procurou-se avaliar o potencial de diferentes estirpes de microrganismos pertencentes à coleção de microrganismos multifuncionais da Embrapa Milho e Sorgo quanto à bissolubilização de potássio a partir da rocha Fonolito, *in vitro*. Testaram-se 13 isolados, sendo 3 bactérias e 10 fungos quanto à eficiência de solubilizar potássio em meio de cultura líquido, após 10 dias de agitação sob temperatura de 28 °C. Os teores de potássio foram determinados nos sobrenadantes das culturas enriquecidas, após a filtração. Os resultados mostraram que a biodisponibilidade de potássio nos meios de cultura variou significativamente em função dos isolados. A bactéria B30 foi a estirpe mais eficiente na solubilização de K, com incremento de 70% de solubilização em relação ao controle não inoculado. Além disso, observou-se decréscimo nos valores do pH no meio de cultura, principalmente nos tratamentos com as estirpes mais eficientes. Estes resultados sugerem que os microrganismos testados, podem ser utilizados para otimizar a biodisponibilidade de potássio a partir de rochas silicáticas.

Palavras- Chave: Fonolito; potássio; rochagem; biossolubilização; microrganismos

Introdução

No Brasil, o agronegócio apresenta significativa importância na economia e depende, atualmente, da importação de mais de 50% dos fertilizantes consumidos no país. Este fato ocorre porque a maior parte dos solos cultiváveis são ácidos e pobres em nutrientes. Para torná-los produtivos, são utilizadas quantidades elevadas de fertilizantes, que englobam cerca de 40% dos custos variáveis de produção. No caso dos fertilizantes potássicos (K), a importação atinge cerca de 90% do total que é utilizado pela agricultura, já que as reservas nacionais de rochas potássicas, correspondem a apenas 3,6% das reservas mundiais. Além disso, há algumas previsões de que a demanda brasileira de K₂O cresça 50% até 2015, o que com o aumento recente dos preços internacionais dos fertilizantes tende a agravar o déficit comercial do país (MARTINS et al., 2008).

O potássio é um dos macronutrientes requerido pelos vegetais que mais aumenta a resistência das plantas às doenças, ativa a maturação e favorece a formação dos grãos, tornando-os mais pesados e volumosos. É essencial aos processos metabólicos, pois exerce papel fundamental na fotossíntese, regula a entrada de dióxido de carbono (através da abertura e fechamento dos estômatos) e atua na ativação de sistemas enzimáticos. A adubação potássica adequada pode minimizar o efeito negativo de deficiências hídricas, podendo assim

contribuir com um aumento expressivo da produtividade das culturas (SILVA et al 2010; DALCIN, 2008).

Devido às características de elevado intemperismo das áreas agrícolas do país, os insumos que são aplicados na forma de sais solúveis, como no caso dos fertilizantes convencionais, são, em parte, carregados e lixiviados pelas águas de drenagem, o que contribui para o processo de eutrofização dos cursos de água, poluindo águas subterrâneas e de superfícies. Neste contexto, uma alternativa ao uso dos fertilizantes industrializados é a utilização de pó-de-rocha, proveniente de fontes nacionais de rochas ricas em cada tipo de nutriente para o qual é utilizada. Este é um recurso viável em termos econômicos e ecológicos, devido ao baixo custo do processo de beneficiamento e liberação gradual de nutrientes, diminuindo assim as perdas por lixiviação, favorecendo uma ação em longo prazo do insumo aplicado, entretanto apresentam baixa solubilidade. (REZENDE et al., 2006; MELAMED, GASPAR & MIEKELEY, 2009).

Dado o exposto, um aspecto importante refere-se à possibilidade de se maximizar a liberação de K das rochas silicáticas mediante processos de biossolubilização. Sendo que a bioprospecção de grupos de microorganismos funcionais específicos e adaptados aos ecossistemas tropicais pode contribuir para o suprimento de nutrientes às plantas, com baixo custo econômico e ambiental e, conseqüentemente, contribuindo para a competitividade da agropecuária nacional (FERRARI et al., 2005; MARTINS, et al. 2008).

Este trabalho objetivou a bioprospecção de comunidades microbianas do solo e a seleção de estirpes eficientes para a biossolubilização e/ou bioprocessamento do pó de rocha fonolito visando agregar valor a esta rocha para utilização como alternativa de adubação potássica na agricultura.

Metodologia

Os microrganismos solubilizadores de K foram reativados em placas de Petri contendo meio de cultura BDA: batata (200 g L^{-1}), dextrose (20 g L^{-1}) e ágar (15 g L^{-1}). Utilizou-se o método de estrias para a obtenção de colônias puras dos isolados. Foi avaliada a atividade solubilizadora de 13 isolados, 10 fungos e 3 bactérias pertencentes à Coleção de Microrganismos Multifuncionais da Embrapa Milho e Sorgo.

A capacidade de biossolubilização da rocha fonolito pelos microrganismos foi avaliada em meio de cultura líquido MISK, com a seguinte constituição: $5,0 \text{ mL NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 10%; $2 \text{ mL CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 1%; $2 \text{ mL MgSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 1%; 1 mL FeCl_3 1%; $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0,1% em um volume final de 1000mL. Uma alíquota de $500 \mu\text{L}$ de suspensão de cada isolado bacteriano cultivado em meio de cultura BDA foi transferida para 50 mL de meio de cultura líquido MISK. Para os fungos foram adicionados 5 discos de micélio de cada isolado cultivado em placas com BDA, separadamente, nos 50 mL de meio de cultura líquido MISK, contidos em Erlemeyers de 250 mL, adicionados de 1% de pó de rocha fonolito, como única fonte de potássio. Os tratamentos foram constituídos de cada estirpe e a rocha fonolito e do tratamento controle contendo somente a rocha.

Após 10 dias de incubação, sob agitação e temperatura de 28°C , determinou-se o teor de potássio por espectrofotometria de chama e os valores do pH nos sobrenadantes das culturas filtradas. A análise estatística dos dados foi realizada através do programa de estatística Sisvar.

Resultados e Discussão

Neste trabalho, foi possível selecionar estirpes mais eficientes na biossolubilização do K contido na rocha fonolito para uso em adubação agrícola desse nutriente. Os resultados de solubilização de potássio e alteração de pH no meio de cultura em função do pó de rocha Fonolito e dos isolados testados apresentaram diferença significativa para ambas variáveis. Silva et al (2010) em avaliações do fonolito como fonte de K para a cultura do milho, verificou elevada eficiência desta rocha, sendo comparada ao efeito do KCl. O fonolito proporcionou aumento na produtividade de grãos da ordem de 35,3%, ou seja, 2.321 kg ha⁻¹, ou ainda, 38,7 sacas de milho, em relação à testemunha (sem K₂O), demonstrando assim, o potencial desta rocha em disponibilizar o potássio para a cultura de milho.

Observou-se que o teor de potássio liberado no meio variou entre valores negativos (-1,97 mg L⁻¹ para o isolado F79 e a solubilização de 37,46 mg L⁻¹ o que correspondeu a 70% de incremento no teor de K no meio de cultura após os 10 dias de incubação em relação a amostra controle (Figura 1), sendo este valor encontrado nos tratamentos inoculados com a estirpe bacteriana B30, seguida do isolado fúngico F76 com liberação de 16,70 mg L⁻¹ correspondente a 30% de disponibilização de K no meio de cultura em relação a testemunha. Coffler (2008), com objetivo de isolar microrganismos potenciais solubilizadores de potássio, verificou diferenças entre os isolados quanto à capacidade de solubilizar K no meio de cultura, sendo mais evidenciado no sétimo dia de crescimento, onde os isolados 3 e 4 se destacam dos demais, mantendo os maiores níveis de K solúvel de 181mg L⁻¹ de K e pH 6,6 e 183mg L⁻¹ de K e pH 6,6, respectivamente.

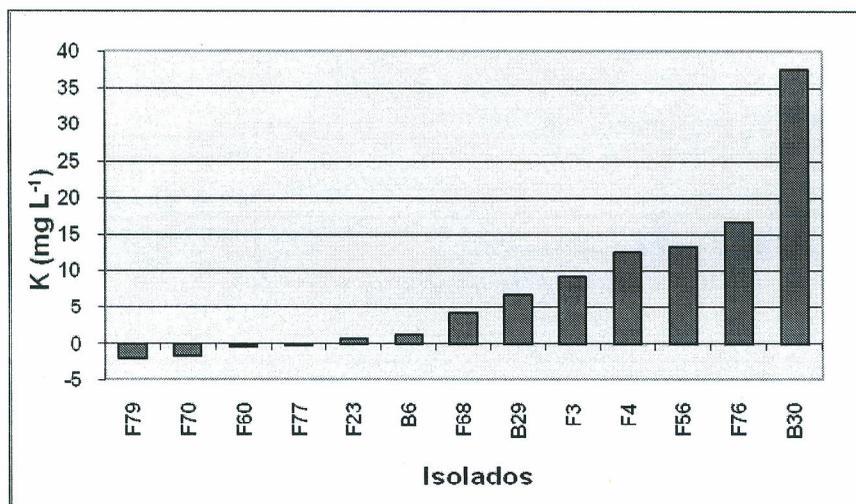


Figura 1: Solubilização de Fonolito por microrganismos isolados do solo. Médias de três repetições.

Entretanto, neste estudo verificou-se a imobilização de K pelos isolados F79, F70, F60 e F77 devido aos resultados de solubilização negativa registrada no meio de cultura. Arbiato (2005) também observou nos microrganismos testados na solubilização de K, uma imobilização pela maioria dos isolados utilizados (80%). Ele atribuiu esse fato à constituição do meio GEL que contém alta concentração de potássio, o que provavelmente pode ter inibido determinados mecanismos de solubilização. Este fato também foi relatado anteriormente por Nahas & Assis (1992) e Silva Filho & Vidor (2001).

Os valores de alteração do pH no meio de cultura (Figura 2) decresceram entre 7,29 para 5,2 de acordo os microrganismos e a amostra controle. Ocorreu uma alta correlação negativa (cerca de -80%) entre a liberação de K no meio de cultura e a redução do pH, sendo que a estirpe B30, mais eficiente na solubilização de K apresentou menor valor de pH no

meio de cultura. Vários estudos têm demonstrado que a produção de ácidos constitui o principal mecanismo para biossolubilização de minerais de rocha, dentre elas as potássicas (KALINOWISKI & SCHWEDA, 1996; MASMSTROM & BANWART, 1997;). Lopes-Assad et al (2010), verificaram a diminuição dos valores de pH e da acidez titulável nos tratamentos de solubilização de potássio do pó de rocha Últra máfica alcalina inoculados com as estipes *Aspergillus niger* em um volume de 125mL de meio de cultura, sendo que em volumes maiores, os valores de pH não variaram substancialmente, ou mesmo era aumentado, com o tempo.

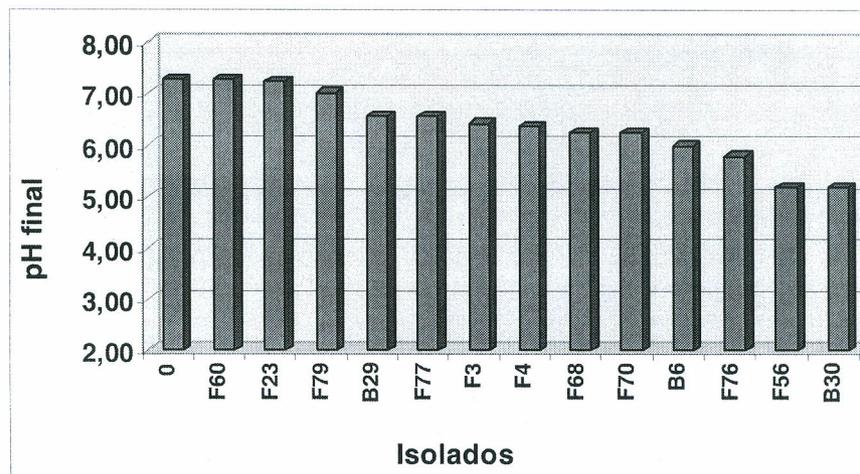


Figura 2: Valores de pH final no meio de cultura. Média de três repetições.

Conclusões

A acidificação do meio promovida pela estirpe mais eficiente na solubilização de K (B30) aumentou a taxa de solubilização de K contido no mineral de rocha estudado, o fonolito.

Ao final de 10 dias o total de potássio solubilizado foi maior no tratamento da bactéria B30 com a rocha fonolito ($37,46 \text{ mg L}^{-1}$) do que com a rocha pura ($5,68 \text{ mg L}^{-1}$).

Houve correlação entre a diminuição do pH com o aumento da taxa de solubilização de K para as estirpes estudadas.

A estirpe B30 solubilizou 70% do total de K insolúvel na rocha e poderá ser usada para aumentar a disponibilidade de potássio em adubação alternativa de rochagem para suprimento de potássio.

Referências Bibliográficas

ARBIETO, E. A. M. de. *Biodisponibilização de nutrientes de rochas por microorganismos do solo*. Florianópolis-SC, 2005. 81f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia.

COFFLER, R. *ROCHAS POTÁSSICAS MOÍDAS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE Enterolobium contortisiliquum (Vell.) Morong INOCULADAS COM MICRORGANISMO SOLUBILIZADOR DE POTÁSSIO*. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (Monografia). Seropédica, 2007.p.29.

- DALCIN, Gisela. *Seleção de microrganismos promotores da disponibilidade de nutrientes contidos em rochas, produtos e rejeitos de mineração*. Universidade Federal de Santa Catarina (Dissertação de estrado) 101 f, 2008.
- FERRARI, A.M.; ERLER, G.; LOPES ASSAD, M.L.R.C.; TOSTA, C.D.; CECCATOANTONINI, S.R. (2005) *Biodisponibilização de potássio proveniente de pó de rochas silicáticas*. In: Congresso de Iniciação Científica da UFSCar, 13, São Carlos. Anais. São Carlos: UFSCar. (CD-rom).
- KALINOWISKI, E.B.; SCHWERDA, P.; Kinetics of muscovite, phlogopite, and biotite dissolution and alteration at pH 1-4, room temperature *Geochimica et Cosmochimica Acta*, v.60, n. 3, p 367-385, 1996.
- LOPES-ASSAD, M.; AVANSINI, S.H.; ROSA, M.M.; CARVALHO, J.R.P. & ANTONINI, S.R.C. The solubilization of potassium-bearing rock powder by *Aspergillus niger* in small-scale batch fermentations *Can. J. Microbiol.* V. 56, 2010. P.598-605
- MALMSTROM, M.; BAWART, S. Biotite dissolution at 25°C: The pH dependence of dissolution rate and stoichiometry. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, v.61, p.2779-2780, 1997.
- MARTINS, E.S.; OLIVERA, C.G.; RESENDE, A.V. & MATOS, S.F. Agrominerais rochas silicáticas como fontes minerais alternativas de potássio para a agricultura. In: *Rochas e Minerais Industriais*. Cetem. 2. Ed., 2008. p. 205 – 223.
- MELAMED, R.; GASPAR, J.C. & MIEKELEY, N. Pó-de-Rocha como fertilizante alternativa para sistemas de produção sustentável em solos tropicais. In: LOUREIRO, F.E.V.L.; MELAMED, R. & FIGUEIREDO NETO, J. *Fertilizantes: agroindústria e sustentabilidade*. Rio de Janeiro: Cetem/Mct, 2009. 645p.
- NAHAS, E.; ASSIS, L. C. Efeito da concentração de fosfato na solubilização de fluorapatita por *Aspergillus niger*. *Revista Brasileira de Microbiologia*, São Paulo, v. 23, p. 37-42, 1992.
- RESENDE, A.V.; MARTINS, E.S.; OLIVERA, C.G.; SENA, M.C.; MACHADO, C.T.T. KIMPARA, J.D. & OLIVEIRA FILHO, E.C. Suprimento de potássio e pesquisa de uso de rochas “in natura” na agricultura brasileira. *Espaço e Geografia* . V. 9, N. 1, 2006. p. 19-42.
- SILVA, A.O.; NETO, J.N.; MANCUSO, M.A.C.; COSTA, C.H.M.C.; MENEGALE, M.L.C.; CASTRO, G.S.A.; SORATTO, R.P. & CRUSCIOL, C.A.C. *Produtividade da cultura do milho em função de doses de fertilizante potássico Agrícola a partir de Rocha Fonolito*. In: XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2010, Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo. CD-Rom.
- SILVA FILHO, G. N.; VIDOR, C. Atividade de microrganismos solubilizadores de fosfatos na presença de nitrogênio, ferro, cálcio e potássio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 36, n. 12, p. 1495-1508, 2001.