

INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO VERDE NA COLONIZAÇÃO MICORRÍZICA E NA PRODUÇÃO DA BATATA-DOCE¹

JOSÉ ANTONIO AZEVEDO ESPINDOLA², DEJAIR LOPES DE ALMEIDA,
JOSÉ GUILHERME MARINHO GUERRA³, ELIANE MARIA RIBEIRO DA SILVA⁴
e FRANCISCO ADRIANO DE SOUZA⁵

RESUMO - O presente estudo foi conduzido no campo com o objetivo de avaliar a influência do pré-cultivo com leguminosas e vegetação espontânea sobre o potencial de inóculo dos fungos micorrízico-arbusculares (MA) indígenas de um Planossolo e sobre a produção da batata-doce (*Ipomoea batatas*). Os tratamentos foram: ausência de vegetação, vegetação espontânea, crotalária (*Crotalaria juncea*), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes*), guandu (*Cajanus cajan*) e mucuna-preta (*Mucuna aterrima*). Feijão-de-porco e mucuna-preta apresentaram maiores quantidades de N, P e K acumulados na parte aérea em relação aos demais pré-cultivos. O pré-cultivo com leguminosas aumentou a produtividade da batata-doce em relação à vegetação espontânea. Houve redução no número de esporos no solo sem vegetação, com feijão-de-porco e com guandu, quando comparado ao solo com vegetação espontânea. O número de propágulos infectivos foi aumentado por crotalária, feijão-de-porco e mucuna-preta em relação ao observado no solo sem vegetação. A colonização das raízes de batata-doce pelos fungos MA indígenas foi aumentada por crotalária, mucuna-preta e vegetação espontânea, quando comparada à ausência de vegetação. A produtividade da batata-doce correlacionou-se positivamente com a quantidade de N, P e K acumulada na massa dos adubos verdes.

Termos para indexação: fungos micorrízicos, *Ipomoea batatas*, leguminosas, *Canavalia ensiformes*, *Cajanus cajan*, *Crotalaria juncea*, *Mucuna aterrima*.

INFLUENCE OF GREEN MANURES ON MYCORRHIZAL COLONIZATION AND YIELD OF SWEET POTATO

ABSTRACT - This study was carried out in an arenic albaquilt soil aiming to evaluate the effect of different green manures and fallow on indigenous VAM fungal inoculum potential and sweet potato (*Ipomoea batatas*) yield. The treatments were: no vegetation, fallow, sun hemp (*Crotalaria juncea*), jack bean (*Canavalia ensiformis*), pigeon pea (*Cajanus cajan*), and velvet bean (*Mucuna aterrima*). Jack bean and velvet bean had a greater shoot accumulation of N, P and K than other treatments. Previous cultivation with leguminosae increased sweet potato yield over fallow. The leguminosae incorporation into the soil reduced spore population in no vegetation, jack bean and pigeon pea when compared with fallow. However, sun hemp, velvet bean and jack bean had a greater number of infective propagules than no vegetation. The root colonization of sweet potato was greater in sun hemp, velvet bean and fallow when compared with no vegetation. The sweet potato yield was directly correlated with the amounts of N, P and K founded in the green manures mass.

Index terms: mycorrhizal fungi, *Ipomoea batatas*, legumes, *Cajanus cajan*, *Canavalia ensiformis*, *Crotalaria juncea*, *Mucuna aterrima*.

INTRODUÇÃO

A adubação verde com o emprego de leguminosas tem-se mostrado uma prática importante nas regiões tropicais pois garante a auto-suficiência em nitrogênio (Rotar & Joy, 1983; Brady, 1989), recicla macro e micronutrientes com considerável eficiência (Postiglioni, 1985) e fornece grandes quantidades de matéria orgânica ao solo, melhorando suas

¹ Aceito para publicação em 18 de agosto de 1997.

Extraído da Tese de Mestrado do primeiro autor. Trabalho financiado pela FAPERJ.

² Eng. Agr., aluno do curso de mestrado na UFRRJ. Bolsista da CAPES.

³ Eng. Agr., Ph.D., Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Agrobiologia (CNPAB), Caixa Postal 74505, CEP 23851-970 Seropédica, RJ.

⁴ Eng. Florestal, Ph.D., Embrapa-CNPAB.

⁵ Eng. Agr., Embrapa-CNPAB.

características físicas, químicas e biológicas (Bertoni et al., 1972). Outro aspecto relevante, mas ainda pouco estudado, é o fato dessas espécies associarem-se a fungos micorrízico-arbusculares (MA) e, desta forma, provocar modificações qualitativas e quantitativas na população desses fungos no solo (Sieverding, 1991). Como são fungos simbiotes obrigatórios, sua distribuição em solos cultivados é fortemente influenciada pela vegetação. Por meio da rotação de culturas, plantas eficientes na multiplicação dos fungos MA poderiam aumentar a quantidade de inóculo, favorecendo a colonização de culturas subsequentes (Hayman, 1987) e melhorando sua nutrição e produção.

A formação de micorrizas causa alterações fisiológicas que repercutem no crescimento da planta hospedeira (Siqueira & Franco, 1988). Os fungos MA favorecem uma maior exploração do solo pelas raízes micorrizadas, aumentando a absorção de nutrientes com baixa mobilidade como o fósforo (McArthur & Knowles, 1993), reduzem a incidência de ataques patogênicos nas raízes (Zambolim, 1991) e aumentam a resistência ao déficit hídrico (Paula & Siqueira, 1987). A formação de hifas desses fungos permite ainda uma maior estabilidade de agregados, afetando a aeração e o armazenamento de água no solo (Tisdall, 1994).

A importância da disponibilidade de fósforo para a batata-doce (*Ipomoea batatas*) foi evidenciada por Breda Filho et al. (1951), sendo este nutriente responsável por aumentos de até 912 % na produção em relação à testemunha. Essa cultura apresenta ainda elevada dependência micorrízica, que repercute na maior produção de matéria seca e tubérculos das plantas micorrizadas (Alves et al., 1989).

Diversos autores afirmam que a maior absorção de nutrientes por plantas micorrizadas favorece a fixação biológica de nitrogênio, um processo que exige elevadas quantidades de fósforo e molibdênio (Silveira & Cardoso, 1987; Siqueira & Franco, 1988). Efeitos sinérgicos entre o fungo MA *Glomus clarum* e a bactéria *Acetobacter diazotrophicus* inoculados em batata-doce foram demonstrados por Paula et al. (1991), sugerindo a importância da interação fungos micorrízico-arbusculares/bactérias diazotróficas nessa cultura.

No entanto, poucos trabalhos tratam da influência de práticas de manejo do solo e plantas nas populações de fungos micorrízicos indígenas nas condições tropicais (Mosse, 1981; Sieverding & Howeler, 1985). Isto pode levar ao uso de técnicas que destruam a malha de hifas já existente, prejudicando a produção das culturas micotróficas (Evans & Miller, 1988). O conhecimento do número de propágulos infectivos desses fungos é fundamental para um melhor entendimento sobre sua ecologia e manejo. Dentro deste contexto, o método do número mais provável tem sido utilizado para medir o efeito da rotação de culturas sobre a população de fungos MA indígenas (Harinikumar & Bagyaraj, 1989).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência dos adubos verdes sobre o potencial de inóculo dos fungos MA indígenas e sobre a produção da batata-doce.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental da Embrapa-CNPAB, no município de Seropédica, RJ. O solo da área é um Planossolo, cuja análise para fins de fertilidade, de acordo com Embrapa (1979), apresentou os seguintes resultados: pH em água = 5,3; 5,0 mmol_e de Al³⁺ e 10,0 mmol_e de Ca²⁺ + Mg²⁺, por dm³ de solo; 3,7 mg de P e 17 mg de K, por dm³ de solo.

A região climática caracteriza-se pela elevação da temperatura média do ar e início do período chuvoso em outubro, estendendo-se até março. Os meses de abril e setembro são considerados de transição. Já nos meses de junho, julho e agosto nota-se uma queda na temperatura e na precipitação pluvial. Os dados relativos à temperatura e precipitação pluvial durante o período de condução do experimento são mostrados na Tabela 1.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com seis tratamentos e quatro repetições e área de 40 m² por parcela. Os tratamentos avaliados foram ausência de vegetação, vegetação espontânea, crotalaria (*Crotalaria juncea*), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes*), guandu (*Cajanus cajan*) e mucuna-preta (*Mucuna aterrima*). O tratamento ausência de vegetação foi mantido por meio de capinas manuais periódicas.

Antes da instalação do experimento, coletaram-se amostras de raízes e solo rizosférico das principais espécies nativas da área, que são *Andropogon londisatus*, *Indigofera hirsuta*, *Borreria verticillata* e *Paspalum*

TABELA 1. Variação sazonal da temperatura e precipitação pluvial na área experimental.

Meses	Temperatura (°C)	Precipitação (mm)
Abril/93	24,5	161,0
Maió/93	21,7	31,4
Junho/93	20,4	54,9
Julho/93	20,5	30,4
Agosto/93	19,3	3,1
Setembro/93	20,5	81,5
Outubro/93	23,1	57,9
Novembro/93	24,5	81,1
Dezembro/93	25,0	259,6
Janeiro/94	24,3	200,5
Fevereiro/94	27,9	50,8
Março/94	24,3	217,8

notatum. A coloração de raízes finas seguiu o método descrito por Koske & Gemma (1989); a porcentagem de colonização pelo método da placa de interseção (Giovannetti & Mosse, 1980). A extração dos esporos de fungos micorrízicos foi feita mediante a técnica de peneiramento (Gerdemann & Nicolson, 1963) e centrifugação em solução de sacarose a 45%, de acordo com Lopes et al. (1983). A contagem de esporos foi realizada em placa canelada com o auxílio de microscópio estereoscópico.

Todas as parcelas receberam uma adubação com fósforo natural, de Patos de Minas (11% de P total), e cinzas de madeira (6% de K total), nas doses de 52 kg de P/ha e 35 kg de K/ha, seguindo a recomendação preconizada por Almeida et al. (1988). O preparo inicial do solo constou de aração e gradagem, fazendo-se o plantio das leguminosas após a inoculação de rizóbio nas sementes. Todas as espécies foram semeadas em sulcos, com as seguintes densidades de plantio: 10 plantas m⁻¹ linear de crotalária e guandu e 6 plantas m⁻¹ linear de feijão-de-porco e mucuna-preta. Aos 170 dias após a semeadura, as leguminosas foram cortadas com o auxílio de um rolo-faca e a vegetação espontânea com enxada rotativa. A

fitomassa produzida foi incorporada nas leiras. Quinze dias após a incorporação, realizou-se o plantio de ramos de batata-doce, selecionadas, variedade Rosinha do Verdan, no espaçamento de 0,20 m entre plantas e 1,0 m entre leiras.

Por ocasião do corte das leguminosas e da colheita da batata-doce foram coletadas amostras de raízes, parte aérea e solo rizosférico. As amostras foram retiradas de uma área de 1 m² de cada parcela, coletando-se então toda a parte aérea e raízes na profundidade de 0 a 10 cm da vegetação espontânea e de 0 a 20 cm das leguminosas. A escolha dessas profundidades para a coleta de raízes e solo rizosférico justifica-se porque nelas encontram-se a maior parte do sistema radicular das espécies avaliadas. Na colheita da batata-doce foram avaliados tubérculos e ramos, numa área de 21 m² em cada parcela. Nas amostras de raízes e solo rizosférico, avaliaram-se respectivamente, taxa de colonização radicular e número de esporos, como descrito anteriormente. O procedimento para a análise de N na fitomassa foi baseado no método recomendado por Bremner & Mulvaney (1982), enquanto P e K foram determinados a partir da digestão nítrico-perclórica em amostras da parte aérea e raízes (Bataglia et al., 1983). A determinação do P foi feita por colorimetria a partir da formação da cor azul do complexo fosfato-molibdato em presença de ácido ascórbico, e do K por fotometria de chama (Embrapa, 1979).

O número de propágulos infectivos dos fungos micorrízicos indígenas foi determinado em um bioensaio de casa de vegetação, segundo o método do número mais provável (NMP) descrito por Porter (1979) e adaptado por Sieverding (1991), usando como planta indicadora a espécie *Brachiaria decumbens*. Para isto, foram coletadas amostras compostas do solo rizosférico das plantas cultivadas.

Os procedimentos estatísticos constaram da análise de variância pelo teste F. Nas fontes de variação, onde houve diferença significativa, aplicou-se o teste de Tukey a 5%, para comparação de médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados sobre a colonização de raízes e população de fungos MA associados à vegetação espontânea antes da instalação do experimento (Tabela 2) mostram que não houve variações expressivas desses parâmetros nas espécies vegetais avaliadas, indicando uma tendência ao equilíbrio da população de fungos micorrízicos na área experimental. Estu-

TABELA 2. Taxa de colonização de raízes, número de esporos e espécies de fungos micorrízico-arbusculares associados à rizosfera das espécies vegetais de ocorrência espontânea na área experimental¹.

Espécie	Taxa de colonização de raízes (%)	Esporos (nº/50 mL de solo)	Fungos micorrízico-arbusculares
<i>Andropogon londisatus</i> (Família Gramineae)	33,3	889	<i>Acaulospora</i> spp., <i>Glomus</i> sp., <i>Scutelospora heterogama</i>
<i>Indigofera hirsuta</i> (Família Fabaceae)	34,8	866	<i>Acaulospora</i> spp., <i>Glomus etunicatum</i> , <i>Glomus occultum</i>
<i>Borreria verticillata</i> (Família Rubiaceae)	25,0	915	<i>Acaulospora</i> spp., <i>Glomus etunicatum</i>
<i>Paspalum notatum</i> (Família Gramineae)	31,1	1054	<i>Acaulospora</i> spp., <i>Glomus etunicatum</i> , <i>Glomus occultum</i>

¹ Valores médios de 4 repetições.

dos realizados por Sparling & Tinker (1975) demonstram que a taxa de colonização radicular de gramíneas em pastagens varia pouco ao longo de diferentes estações do ano. Contudo, à medida que a vegetação espontânea é substituída por outras culturas podem ocorrer alterações na população dos fungos MA presentes no solo, tornando-se necessária a adoção de práticas agrícolas que favoreçam o seu manejo. A rotação de culturas tem sido demonstrada como uma alternativa viável para promover o aumento do número de propágulos desses microrganismos (Sieverding & Leihner, 1984; Hayman, 1987), como também a frequência de distribuição de espécies, com seleção daquelas mais efetivas (Sieverding, 1991).

Com relação à produção de massa seca dos adubos verdes, o feijão-de-porco e a mucuna-preta apresentaram maiores valores para a parte aérea quando comparados à crotalária, superando-a em, respectivamente, 284 % e 259 % (Tabela 3). Por outro lado, a vegetação espontânea produziu massa seca de raízes maior que as leguminosas. A pequena produção de massa seca na parte aérea da crotalária pode ser entendida pela sua sensibilidade ao fotoperíodo (Duke, 1983). Como as leguminosas cresceram no período

de outono-inverno, e sendo essa espécie caracterizada como de dias curtos, sua floração ocorreu precocemente, seguida pela queda das folhas antes da coleta de amostras para avaliação da fitomassa. O guandu, por ser uma espécie semiperene, com taxas de crescimento iniciais menores que as das outras leguminosas utilizadas (Duke, 1983), também apresentou produção de fitomassa aérea inferior ao feijão-de-porco e à mucuna. Em relação à produção de raízes, é possível que os valores tenham sido subestimados pela dificuldade de coletar-se todo o sistema radicular, visto que, segundo Calegari (1992), algumas leguminosas podem penetrar a vários metros de profundidade no solo.

A avaliação dos nutrientes contidos nos adubos verdes e vegetação espontânea revelou que feijão-de-porco e mucuna-preta superaram em até 87 kg de N/ha os demais pré-cultivos. Uma possível explicação para esse elevado acúmulo de nutrientes relaciona-se à maior fitomassa aérea produzida por essas duas leguminosas, que também apresentaram quantidades mais elevadas de P e K. Já nas raízes, a vegetação espontânea apresentou acumulação de fitomassa, N, P e K muito superior às leguminosas

(Tabela 3). Tal fato está associado à presença das gramíneas perenes *Andropogon londisatus* e, principalmente, *Paspalum notatum*, que apresentam estruturas rizomatosas de reserva ligadas ao seu sistema radicular (Otero, 1961).

Os tratamentos crotalária, feijão-de-porco, guandu e mucuna-preta proporcionaram produções subseqüentes de batata-doce superiores à da vegetação espontânea, evidenciando o benefício da rotação leguminosas/batata-doce (Tabela 4). A produção de tubérculos associada à mucuna-preta superou as proporcionadas pela vegetação espontânea e ausência de vegetação, respectivamente, em 116% e 43%. Um dos fatores responsáveis pela baixa produção de batata-doce associada à vegetação espontânea, apesar da grande quantidade de nutrientes

acumulados em suas raízes, foi a elevada relação C/N desse tratamento (Tabela 3). A incorporação das espécies que compunham esse tratamento provavelmente acarretou na imobilização do N pela população microbiana do solo e reduziu sua disponibilidade para a cultura subseqüente, conforme proposto por Urquiaga et al. (1990). Por outro lado, a baixa relação C/N das leguminosas favoreceu a rápida mineralização do N após incorporação ao solo, conferindo maior disponibilidade deste nutriente para a batata-doce. As leguminosas feijão-de-porco, guandu e mucuna-preta também proporcionaram maiores acumulações de N, P e K nos tubérculos de batata-doce do que a vegetação espontânea.

Todas as espécies de fungos MA associadas à vegetação espontânea também foram encontradas

TABELA 3. Produção de massa seca e quantidades de N, P e K acumulados na parte aérea e raízes dos adubos verdes¹.

Tratamentos	Massa seca (t/ha)		N total (kg/ha)		Relação C/N		P total (kg/ha)		K total (kg/ha)	
	Raiz	P. aérea	Raiz	P. aérea	Raiz	P. aérea	Raiz	P. aérea	Raiz	P. aérea
Crotalária	0,57 b	1,13 b	4,42 b	17,85 b	51,80 b	27,49 b	0,39 b	1,29 c	2,65 b	10,91 a
Feijão-de-porco	0,54 b	4,34 a	5,08 b	105,16 a	42,21 b	16,53 c	0,33 b	6,42 ab	2,33 b	47,60 a
Guandu	0,59 b	1,66 ab	5,24 b	39,70 b	45,86 b	17,05 c	0,48 b	3,06 bc	2,63 b	14,19 a
Mucuna-preta	0,21 b	4,07 a	2,02 b	93,46 a	42,89 b	17,47 c	0,19 b	7,92 a	0,92 b	45,44 a
Vegetação espontânea ²	18,36 a	2,74 ab	99,17 a	27,52 b	74,59 a	38,80 a	16,19 a	4,41 abc	60,78 a	15,19 a

¹ Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

² Valores relativos ao sistema radicular da vegetação espontânea foram obtidos a partir da avaliação de raízes e rizomas das espécies deste tratamento.

TABELA 4. Produção de massa seca e quantidades de N, P e K acumulados nas ramas e tubérculos de batata-doce após o pré-cultivo de leguminosas, vegetação espontânea e ausência de vegetação¹.

Tratamentos	Massa seca (t/ha)		N total (kg/ha)		P total (kg/ha)		K total (kg/ha)	
	Tubérculo	Rama	Tubérculo	Rama	Tubérculo	Rama	Tubérculo	Rama
Crotalária	15,62 ab	1,62 ab	26,63 bc	19,30 ab	5,48 bc	2,07 ab	42,08 bc	21,06 ab
Feijão-de-porco	18,71 ab	2,55 a	42,45 a	28,90 a	8,36 a	3,48 a	55,45 ab	26,20 ab
Guandu	16,33 ab	1,64 ab	31,00 ab	19,06 ab	7,16 ab	2,20 ab	51,67 ab	18,51 ab
Mucuna-preta	20,09 a	2,59 a	43,27 a	33,28 a	8,00 ab	3,72 a	64,87 a	30,53 a
Vegetação espontânea	9,29 c	0,70 b	16,05 c	8,66 b	4,33 c	1,04 b	29,00 c	11,09 b
Ausência de vegetação	14,01 bc	1,56 ab	24,55 bc	18,23 ab	5,67 abc	1,95 ab	40,99 bc	17,20 ab

¹ Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

na rizosfera de batata-doce por Paula et al. (1993), indicando que esses microrganismos indígenas são capazes de promover a colonização das raízes nessa cultura. Com relação ao número de esporos (Tabela 5), os tratamentos ausência de vegetação, feijão-de-porco e guandu apresentaram menores valores quando comparados à vegetação espontânea na época da incorporação dos materiais. Entretanto, os resultados da taxa de colonização radicular das leguminosas não diferiram da vegetação espontânea e os pré-cultivos com leguminosas proporcionaram valores de colonização das raízes de batata-doce maiores do que a ausência de vegetação, com exceção do guandu e do feijão-de-porco. A dicotomia observada entre o número de esporos e a taxa de colonização radicular deve ser analisada com cautela, visto que tais parâmetros isoladamente não representam toda a população de fungos micorrízicos do solo (Sieverding, 1991). Observou-se também um aumento no número de esporos durante a colheita da batata-doce em relação ao momento de incorporação das leguminosas, o que pode ser explicado pela ocorrência de maiores temperaturas e precipitações pluviárias durante o cultivo (Tabela 1). Esta associação entre o aumento na temperatura e na umidade do solo com o maior número de esporos é apontada por Koske (1981) e Sylvia & Schenck (1983).

A partir da determinação do número de propágulos infectivos, pelo bioensaio do NMP, observou-se que na ausência de vegetação houve uma

expressiva queda no número de propágulos quando comparada à vegetação espontânea, indicando que esse tratamento reduziu a população de fungos indígenas. De forma oposta, as leguminosas, com exceção do guandu, mantiveram ou aumentaram o número de propágulos infectivos em relação à vegetação espontânea. Notou-se ainda que a colonização radicular da batata-doce apresentou correlação positiva com o número de propágulos infectivos do solo (Tabela 6), confirmando a adequabilidade desse parâmetro ao estudo do potencial de inóculo das populações de fungos micorrízicos indígenas do solo (Porter, 1979; Plenchette et al., 1989) em relação ao uso isolado do número de esporos.

O estabelecimento de correlações positivas entre a produção de tubérculos de batata-doce e as quantidades de N, P e K fornecidos pelos pré-cultivos permite deduzir que o fornecimento desses nutrientes foi um dos fatores responsáveis pelo efeito benéfico dos adubos verdes na batata-doce (Tabela 6). Embora não tenham sido constatadas correlações entre os fungos MA e a absorção de nutrientes ou a produção de tubérculos de batata-doce, o aumento de propágulos dos microrganismos no solo por meio da adubação verde pode trazer benefícios a longo prazo para os sistemas agrícolas.

Os resultados aqui obtidos demonstraram os benefícios da adubação verde com leguminosas em relação à vegetação espontânea na produção da batata-doce, pelo aporte de N e reciclagem de P e K no

TABELA 5. Número de esporos, taxa de colonização radicular e número de propágulos infectivos dos fungos MA indígenas nos momentos do corte das leguminosas e da colheita da batata-doce¹.

Tratamentos	Esporos ² (nº/50 mL de solo)		Colonização ³ (%)		Propágulos infectivos após pré-cultivo (nº/100 g de solo)
	Pré-cultivo	Batata	Pré-cultivo	Batata	
Crotalária	417 Bab	871 Aa	24,1 ab	21,3 ab	117 (55-250) ⁴
Feijão-de-porco	346 Bb	896 Aa	17,8 b	19,9 abc	90 (43-193)
Guandu	270 Bb	717 Aa	19,5 b	17,3 bc	30 (14-65)
Mucuna-preta	475 Bab	887 Aa	27,8 a	25,8 a	118 (56-253)
Vegetação espontânea	609 Ba	910 Aa	21,6 ab	20,8 ab	73 (35-156)
Ausência de vegetação	305 Bb	850 Aa	--	14,2 c	29 (14-62)

¹ Médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas nas linhas (entre épocas de coleta) e minúsculas nas colunas (entre tratamentos), não diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

² Valores originais foram transformados pela equação: número de esporos = $(x + 1)^{0,5}$.

³ Valores originais foram transformados pela equação: taxa de colonização = $\text{arc sen } (x/100)^{0,5}$.

⁴ Valores entre parênteses representam o intervalo de confiança.

TABELA 6. Coeficientes de determinação para modelos de regressão que relacionam: (a) os nutrientes acumulados pelos adubos verdes com a produção da batata-doce e (b) o número de propágulos infectivos de fungos MA indígenas no solo com a taxa de colonização radicular da batata-doce¹.

Regressão	R ²
$P = 14,58 + 0,046 N_T$	0,83*
$P = 14,18 + 0,669 P_T$	0,98*
$P = 14,47 + 0,102 K_T$	0,88*
$C = 13,29 + 0,087 NPI$	0,88*

¹ P = produção de tubérculos de batata-doce; N_T = nitrogênio acumulado nos adubos verdes; P_T = fósforo acumulado nos adubos verdes; K_T = potássio acumulado nos adubos verdes; C = taxa de colonização radicular da batata-doce; NPI = número de propágulos infectivos de fungos MA no solo.

* Valores significativos a 5%.

solo, bem como sobre o potencial de inóculo dos fungos micorrízicos indígenas, em oposição ao efeito deletério da retirada da cobertura vegetal sobre esses fungos. O conhecimento das associações entre leguminosas e culturas de interesse econômico, principalmente as micotróficas obrigatórias, permitirá uma melhor utilização dos processos biológicos do solo e poderá garantir maior independência em relação aos insumos industrializados.

CONCLUSÕES

1. O pré-cultivo com crotalária ou mucuna-preta e a vegetação espontânea promovem um aumento na taxa de colonização radicular da batata-doce e no número de propágulos infectivos de fungos MA indígenas, quando comparados com o tratamento ausência de vegetação.

2. A maior produção de batata-doce (20 t/ha) é obtida com cultivo prévio da mucuna-preta, que garante maior fornecimento de N e reciclagem de P e K.

AGRADECIMENTOS

À FAPERJ e CAPES, pelo apoio financeiro concedido.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, D.L. de; SANTOS, G. de A.; DE-POLLI, H.; CUNHA, L.H.; FREIRE, L.R.; AMARAL SOBRI-NHO, N.M.B. do; PEREIRA, N.N.C.; EIRA, P.A. da; BLOISE, R.M.; SALEK, R.C. *Manual de adubação para o Estado do Rio de Janeiro*. Itaguaí: UFRRJ, 1988. 179p. (Coleção Universidade Rural. Ciências Agrárias, 2).
- ALVES, J.M.C.; PAULA, M.A.; PINTO, J.E.B.P.; PASQUAL, M. Utilização de micorrizas vesículo-arbusculares na aclimação e crescimento de mudas de batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) micropropagadas *in vitro*. *Ciência e Prática, Lavras*, v.13, p.214-223, 1989.
- BATAGLIA, O.C.; FURLANI, A.M.C.; TEIXEIRA, J.P.F.; GALLO, J.R. *Métodos de análise química de plantas*. Campinas: Instituto Agronômico, 1983. n.p. (Instituto Agronômico. Boletim, 78).
- BERTONI, J.; PASTANA, F.I.; LOMBARDI NETO, F.; BENATTI JUNIOR, R. *Conclusões gerais das pesquisas sobre conservação do solo no Instituto Agronômico*. Campinas: Instituto Agronômico, 1972. 56p. (Instituto Agronômico. Circular, 20).
- BRADY, N.C. *Natureza e propriedades dos solos*. 7.ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989. 878p.
- BREDA FILHO, J.; FREIRE, E.S.; ABRAMIDES, E. Adubação de batata-doce com diferentes doses de nitrogênio, fósforo e potássio. *Bragantia, Campinas*, v.11, p.55-79, 1951.
- BREMNER, J.M.; MULVANEY, C.S. Nitrogen total. In: PAGE, A.L. (Ed.) *Methods of soil analysis*. 2.ed. Madison: Soil Science Society of America, 1982. Part 2, p.595-624.
- CALEGARI, A. *Adubação verde no sul do Brasil*. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1992. 346p.
- DUKE, J.A. *Handbook of legumes of world economic importance*. 2.ed. New York: Plenum Press, 1983. 345p.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro, 1979. não paginado.
- EVANS, D.G.; MILLER, M.H. Vesicular-arbuscular mycorrhizas and the soil-disturbance-induced

- reduction of nutrient absorption in maize. I. Casual relations. *The New Phytologist*, Oxford, v.110, p.67-74, 1988.
- GERDEMANN, J.W.; NICOLSON, T.H. Espores of mycorrhizal *Endogone* species extracted from soil by wet-sieving and decanting. *Transactions of the British Mycological Society*, Cambridge, v.46, p.235-244, 1963.
- GIOVANNETTI, M.; MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. *The New Phytologist*, Oxford, v.84, p.489-500, 1980.
- HARINIKUMAR, K.M.; BAGYARAJ, D.J. Effect of crop sequence, fertilizers and farmyard manure on vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in different crops over three consecutive seasons. *Biology and Fertility of Soils*, Berlin, v.7, p.173-175, 1989.
- HAYMAN, D.S. VA Mycorrhizas in field crop systems. In: SAFIR, G.R. (Ed.). *Ecophysiology of VA mycorrhizal plants*. Boca Raton: CRC Press, 1987. p.171-192.
- KOSKE, R.E. *Gigaspora gigantea*: observations on spore germination of a VA-mycorrhizal fungus. *Mycologia*, New York, v.73, p.288-300, 1981.
- KOSKE, R.E.; GEMMA, J.N. A modified procedure for staining roots to detect VA mycorrhizas. *Mycology Research*, Cambridge, v.92, p.488-505, 1989.
- LOPES, E.S.; SIQUEIRA, J.O.; ZAMBOLIM, L. Caracterização das micorrizas vesículo-arbusculares (MVA) e seus efeitos no crescimento das plantas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.7, p.1-19, 1983.
- McARTHUR, D.A.J.; KNOWLES, N.R. Influence of species of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and phosphorus nutrition on growth, development and mineral nutrition of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Plant Physiology*, Edmonton, v.102, p.771-782, 1993.
- MOSSE, B. *Vesicular-arbuscular mycorrhizal research for tropical agriculture*. Hawaii: Institute of Tropical Agriculture and Human Resources, 1981. 82p. (Research Bulletin, 194).
- OTERO, J.R. *Informações sobre algumas plantas forrageiras*. Rio de Janeiro: Serviço de Informação Agrícola, 1961. 331p. (Série Didática, 11).
- PAULA, M.A.; REIS, V.M.; DOBEREINER, J. Interactions of *Glomus clarum* with *Acetobacter diazotrophicus* in infection of sweet potato (*Ipomoea batatas*), sugarcane (*Saccharum* spp.), and sweet sorghum (*Sorghum vulgare*). *Biology and Fertility of Soils*, Berlin, v.11, p.111-115, 1991.
- PAULA, M.A.; SIQUEIRA, J.O. Efeitos da umidade do solo sobre a simbiose endomicorrízica em soja. II. Crescimento, nutrição e relação água-planta. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.11, p.289-293, 1987.
- PAULA, M.A.; SIQUEIRA, J.O.; DOBEREINER, J. Ocorrência de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares e de bactérias diazotróficas na cultura da batata-doce. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.17, p.349-356, 1993.
- PLENCHETTE, C.; PERRIN, R.; DUVERT, P. The concept of soil infectivity and a method for its determination as applied to endomycorrhizas. *Canadian Journal of Botany*, Ottawa, v.67, p.112-115, 1989.
- PORTER, W.M. The most probable number method for enumerating infective propagules of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in soil. *Australian Journal of Soil Research*, Victoria, v.17, p.515-519, 1979.
- POSTIGLIONI, S.R. Efeito do nitrogênio mineral e leguminosas sobre a produção forrageira de quatro gramíneas subtropicais. Londrina: IAPAR, 1985. 18p. (IAPAR. Boletim técnico, 17).
- ROTAR, P.R.; JOY, R.J. "Tropic Sun" Sun Hemp (*Crotalaria juncea* L.). Hawaii: Hitahr College of Tropical Agriculture and Human Resources, 1983. 7p. (Research Extension Series, 36).
- SIEVERDING, E. *Vesicular-arbuscular mycorrhiza management in tropical agrosystems*. Eschborn: Technical Cooperation, Federal Republic of Germany, 1991. 371p.
- SIEVERDING, E.; HOWELER, R.H. Influence of species of VA mycorrhizal fungi on cassava yield response to phosphorus fertilization. *Plant and Soil*, Dordrecht, v.88, p.213-221, 1985.
- SIEVERDING, E.; LEIHNER, D.E. Influence of crop rotation and intercropping of cassava with legumes on VA mycorrhizal symbiosis of cassava. *Plant and Soil*, Dordrecht, v.80, p.143-146, 1984.

- SILVEIRA, A.P.D.; CARDOSO, E.J.B.N. Efeito do fósforo e da micorriza vesículo-arbuscular na simbiose *Rhizobium-feijoeiro*. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.11, p.31-36, 1987.
- SIQUEIRA, J.O.; FRANCO, A.A. *Biotecnologia do solo: fundamentos e perspectivas*. Brasília: MEC/ABREAS/ESAL/FAEPE, 1988. 236p.
- SPARLING, G.P.; TINKER, P.B. Mycorrhizas in Pennine grassland. In: SANDERS, F.E.; MOSSE, B.; TINKER, P.B. (Eds.). *Endomycorrhizas*. London: Academic Press, 1975. p.545-560.
- SYLVIA, D.M.; SCHENCK, N.C. Germination of chlamydospores of three *Glomus* species as affected by soil matric potential and fungal contamination. *Mycologia*, New York, v.75, p.30-35, 1983.
- TISDALL, J.M. Possible role of soil microorganisms in aggregation in soils. *Plant and Soil*, Dordrecht, v.159, p.115-121, 1994.
- URQUIAGA, S.; BODDEY, R.M.; ALVES, B.J.R. Dinâmica do N no solo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE NITROGÊNIO EM PLANTAS, 1., 1990, Itaguaí. *Anais...* Itaguaí: UFRRJ, 1990. p.181-251.
- ZAMBOLIM, L. Potencial dos fungos micorrízicos vesículo-arbusculares no controle de fitopatógenos e implicações com a nutrição fosfatada. In: BETTIOL, W. (Ed.). *Controle biológico de doenças de plantas*. Jaguariúna: Embrapa-CNPDA, 1991. p.87-120.