

EFEITO DE DIFERENTES FONTES DE FÓSFORO E FUNGOS MICORRÍZICOS VESÍCULO- ARBUSCULARES SOBRE O CRESCIMENTO E ABSORÇÃO DE NUTRIENTES EM PLANTAS DE CACAU

OSVALDO M. SANTOS

Professor Assistente do Departamento de Botânica do Instituto de Biologia da UFBA

RESUMO

O efeito de diferentes fontes de fósforo sobre o crescimento e absorção de nutrientes em plantas de cacau (*Theobroma cacao* L. C. V. Catongo) inoculados com *Gigaspora margarita* e fungos VA nativos foi estudado em casa de vegetação. O solo usado foi coletado do horizonte superficial de um haplorthox variação "tabuleiro". Este tipo de solo é caracterizado por seu baixo teor de fósforo.

O crescimento (peso da matéria seca) das plantas nos tratamentos micorriza mais fosfato de rocha e micorriza somente foi maior que os demais tratamentos sendo respectivamente 18,3% e 14,0% maior que a testemunha. A absorção de nutrientes foi favorecida pela inoculação com o fungo VA *G. margarita* e pela aplicação de rocha fosfatada.

1 - INTRODUÇÃO

O fósforo é um dos elementos de maior importância para as plantas, agindo no metabolismo protéico e principalmente sobre a produção de frutos. Nos solos utilizados para o cultivo do cacau em Universitatis. Ciência. Salvador (38): 81-90, out./dez. 1986

no sul da Bahia, o fósforo tem se apresentado como fator limitante¹. Em decorrência desse fato, vem-se procurando sistemas de manejo que proporcionem uma melhor utilização de fosfato solúvel, bem como o uso alternativo de fontes de fosfatos naturais.

Plantas que apresentam associações simbióticas com fungos micorrízicos freqüentemente absorvem mais nutrientes minerais do que plantas não infectadas, especialmente fósforo do solo^{3,4,6}. Um dos aspectos de maior interesse agrônômico relacionado ao estudo das associações micorrízicas e absorção de fósforo consiste na possibilidade de facilitar o aproveitamento de fosfatos naturais. Nos solos ácidos, a rocha fosfatada tende a solubilizar-se lentamente a uma taxa que pode não ser suficiente para satisfazer a demanda de fósforo das culturas, como a do cacauzeiro nos períodos de rápido crescimento (i. e. fase jovem e de lançamento foliar). A introdução de espécies de fungos capazes de formar micorrizas vesicular-arbusculares (MVA) mais eficientes, favorece a utilização pela planta, destes fosfatos de baixa solubilidade. A seleção e introdução de fungos VA (vesicular-arbuscular) de alta eficiência, pode apresentar um benefício direto na melhor utilização dos fertilizantes fosfatados aplicados, assim como da reserva de nutrientes existentes no solo.

Em experimentos de casa de vegetação realizados no Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC) foi demonstrado que a espécie *Gigaspora margarita* promoveu uma utilização mais eficiente de nutrientes por plantas de *Vigna unguiculata*³ em relação às outras espécies de fungos utilizadas.

Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da infecção de raízes de plantas de cacau, com o fungo VA *Gigaspora margarita*, sobre o crescimento e a absorção de nutrientes em solo de baixa fertilidade, adubado com fosfato solúvel ou com fosfato natural.

2 - MATERIAIS E MÉTODOS

O solo utilizado neste experimento foi coletado do horizonte superficial (20 cm de profundidade) de um haplorthox, variação "tabuleiro", existente

Universitas. Ciência. Salvador (38): 81-90, out./dez. 1986

no extremo sul da Bahia, caracterizado pelo seu baixo teor de fósforo, conforme descrição dada por Ezeita & Santos⁴. O experimento constou de quatro tratamentos (*G. margarita* + Fungo VA nativo + P - solúvel, *G. margarita* + Fungo VA nativo + P. rocha, *G. margarita* + Fungo VA nativo e Fungo VA nativo) inteiramente casualizados com cinco repetições.

Os tratamentos com fosfatos receberam 70 ppm, de P_2O_5 . A rocha fosfatada (patos de minas com 22% de P_2O_5), foi misturada uniformemente com o solo uma semana antes do transplante das mudas. O fosfato monocálcico solúvel foi aplicado em forma de solução após o transplante das mudas de cacau.

Sementes de cacau (*Theobroma cacao* L.) cultivar Catongo foram postas para germinar em toalhas de papel umedecidas com uma solução 0,25mM de sulfato de cálcio. Uma semana após o início da germinação, quando a raiz principal atingiu aproximadamente 10cm de comprimento, cinco raízes em cada planta de *Theobroma cacao* L. foram inoculadas com o fungo *Gigaspora margarita*. A inoculação foi feita colocando-se um papel absorvente (4 cm)², contendo dez esporos do fungo, nas superfícies das raízes nas regiões apicais e basais, perfazendo um total de 50 esporos por planta. No momento da inoculação, os cotilédones das plantas foram retirados para evitar a translocação do fósforo contido neles. As plantas foram transferidas para vasos plásticos contendo 6kg do solo de tabuleiro, não esterilizado. Cada vaso, em todos os tratamentos, recebeu uma fertilização adicional mensal com 100ml de solução de Hoagland sem fósforo, com a seguinte composição: 7,5ml, 3,0ml, 10,0ml, 1,0ml e 1,0ml, respectivamente das seguintes soluções padrões $Ca(NO_3)_2$ 236g/1, $MgSO_4$ 247g/1, K_2SO_4 87g/1, quelato de ferro (EDTA 13g/1 Fe_2Cl_3 78g/1) micronutrientes $MnCl_2$ 1,8g/1, H_2BO_3 3g/1, $ZnSO_4$ 0,3g/1 $CuSO_4$ 0,1g/1, MoO_4 0,1g/1) e diariamente foi irrigado com 100ml de água destilada.

Seis meses após a instalação do experimento, foi medida a altura das plantas. No final do experimento, sete meses após o seu início, as plantas foram colhidas, separadas em parte aérea e raízes, lavadas, secas em estufa a 80°C durante 72 horas, pesadas e analisadas.

Universitas. Ciência. Salvador (38): 81-90, out./dez. 1986

das e preparadas para análise química dos nutrientes Mg, Ca, K, P, Fe, Zn, Mn e Cu. Adotou-se a metodologia de análise química de tecidos utilizada pelo laboratório de fertilidade de solos do Centro de Pesquisas do Cacau⁸.

Amostras de raízes e solo foram retiradas no final do experimento para avaliar a infecção radicular e o número de esporos no solo. As raízes foram clareadas e coloridas pela técnica de Phillips & Hayman⁷. Uma lâmina de dez segmentos de 1 cm de raiz foi observada por planta. A separação e contagem de esporos foram feitas pela técnica de Gerdemann & Nicolson⁵, em amostras de 40 gramas de solo, utilizando-se um estereomicroscópio ajustado para aumentos de 80 vezes.

Foi utilizado o teste de Tuckey para comparação de médias entre os tratamentos.

3 - RESULTADOS

A aplicação de fósforo solúvel teve efeito depressivo sobre o peso seco das plantas com relação ao tratamento testemunha fungo VA nativo (Quadro 1). A altura das plantas foi maior nos tratamentos em que foi combinada a aplicação de rocha fosfatada com a micorriza, embora não tenha havido diferença significativa entre este tratamento e o tratamento em que foi inculado somente com o fungo VA *G. margarita*. O peso da matéria seca também foi maior nesses tratamentos. A produção de matéria seca das plantas, no tratamento em que foi aplicado fósforo solúvel, foi diminuída em 20,6% em relação à testemunha. Nos tratamentos com aplicação de fósforo de rocha mais micorriza e os de inoculação com *G. margarita* somente foram verificados incrementos de 18,3% e 14,0%, respectivamente, com relação à testemunha (Quadro 1). A taxa de colonização radicular não foi estatisticamente diferente entre os tratamentos (Quadro 1). O número de esporos no solo foi significativamente menor no tratamento sem fósforo e com *G. margarita* mais fungo VA nativo. Entre os demais tratamentos, não houve diferença significativa (Quadro 1).

QUADRO I

As quantidades de nutrientes absorvidos pelas plantas estão representados no quadro 2. O magnésio foi mais absorvido nos tratamentos inoculados com *G. margarita*, que recebeu fosfato de rocha, e sem a aplicação de fósforo. Não foi observada diferença ($p \leq 0,05$) entre o tratamento que recebeu fósforo solúvel e foi inoculado com *G. margarita* e a testemunha que só foi infectada com fungo VA nativo. Os teores de cálcio, potássio, zinco, manganês e cobre foram menores no tratamento com fósforo solúvel e inoculado com *G. margarita*. Para o ferro não foi verificada diferença entre os tratamentos.

QUADRO II

4 - DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Tem sido demonstrado que a micorriza é particularmente efetiva na absorção de nutrientes de lenta difusão no solo a taxa suficientes para abastecer a demanda de absorção das raízes. Em estimativas feitas por Elgawhary et alii² 95% do zinco absorvido pelas plantas é movido por difusão. Dessa maneira, pode-se seguir, para explicar a absorção do zinco, o mesmo raciocínio usado para explicar o efeito benéfico da infecção das raízes por fungos VA na absorção do fósforo⁹.

A alta concentração de fósforo solúvel teve efeito depressivo sobre o crescimento das plantas, uma vez que, no solo usado, a curva de resposta à aplicação de fósforo na forma solúvel atinge o máximo com 20 ppm, isto é, uma dose equivalente a 115kg/ha de P_2O_5 considerando em 2.500t o peso da camada arável³. Embora o fósforo natural tenha sido aplicado na mesma concentração em que foi aplicado o fósforo solúvel, não houve efeito negativo, uma vez que a liberação do fósforo proveniente desta fonte é lenta. O aumento de 18% de matéria seca das plantas que receberam fosfato natural e *G. margarita* + fungo nativo e de 14,0% no tratamento que foi inoculado com fungo *G. margarita* + fungo nativo somente indica o efeito benéfico desses fungos no crescimento do cacauzeiro.

A taxa de infecção de raiz não apresentou diferença estatística devido à quantidade de inóculo

ter sido igual para todos os tratamentos e /ou à quantidade de inóculos nativos pré-existentes. No tratamento onde não foi feita inoculação, a infecção das raízes se deve à ação de fungos VA nativos existentes no solo, uma vez que o solo usado no experimento não foi esterilizado com a finalidade de se observar a capacidade de *G. manganita* de competir com os fungos VA nativos.

Embora não exista diferença entre as taxas de infecção das raízes nos diversos tratamentos, houve uma taxa menor nas plantas que receberam fósforo solúvel, devido à tendência normalmente observada na diminuição da formação de micorriza com a aplicação de fósforo ao solo.

Aparentemente existe uma estreita relação entre a absorção de zinco e a infecção das raízes pelos fungos VA, sabendo-se que altos teores de fósforo na planta inibem a formação de micorriza e, por outro lado, a aplicação de fertilizantes fosfatados induzem à deficiência de zinco. Observações feitas por Ezeta & Santos³ sugerem que a inibição da infecção por fungos VA, causada pelo fósforo na planta, diminui ao mesmo tempo a capacidade da raiz para absorver zinco.

Embora não tenha havido diferença para tratamentos, a não ser no tratamento que recebeu fósforo solúvel onde a absorção de zinco foi menor que nos demais tratamentos; existe uma tendência para maior absorção pelas plantas nos tratamentos que foram inoculados com *G. manganita*. A concentração de fósforo foi maior nas plantas do tratamento inoculado com *G. manganita* e que recebeu fósforo solúvel, devido a um efeito de diluição, pois houve menor crescimento das plantas nesse tratamento. Para os micronutrientes não foi observada diferença significativa entre os tratamentos. No tratamento que recebeu fósforo solúvel, a absorção desses elementos foi diminuída.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CABALA-ROSAND, F.P., PRADO, E.P.; MIRANDA, E.R. Deficiências minerais e efeitos de adubação na região cacauceira da Bahia. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE PESQUISAS EM CACAU (1967 : Itabuna) Memória..., Ilhéus, BA, Universitas. Ciência. Salvador (38): 81-90, out./dez. 1986

CEPLAC, 1959. p.436-42.

2. ELGANHARY, S. M.; LINDSAY, W. L.; KEMPER, W. D. Effect of complexing agents and acids on the diffusion of zinc to a simulated root Proc. Soil sci. Soc. Am., Madison, 34:211-14, 1970.
3. EZETA, F. N. & SANTOS, O. M. Benefício da introdução de endomicorriza eficiente na utilização de nutrientes em latossolo do sul da Bahia. R. bras. Ci. Solo, Campinas, 4:13-7, 1980.
4. _____. Importância da endomicorriza na nutrição mineral do cacauero. R. bras. Ci. Solo, Campinas, 5:22-7, 1981.
5. GERDEMANN, J. W. & NICOLSON, I. H. Spores of mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. Trans. Br. Mycol. Soc., London, 46:235-44, 1963.
6. MOOSE, B. Advances in the study of vesicular-arbuscular mycorrhiza; Ann. Rev. Phytopathol., St. Paul, 11:171-96, 1973.
7. PHILIPS, J. M. & HAYMAN, D. S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assesment of infection. Trans. Br. Mycol. Soc., London, 55:158 -61, 1970.
8. SANTANA, M. B.; PEREIRA, G. C.; MORAIS, F. I. Métodos de análise de solos, plantas e água utilizados no laboratório do Setor de Fertilidade do Centro de Pesquisas do Cacau - CEPEC. Ilhéus, Centro de Pesquisas do Cacau, 1977. 33p.
9. THINKER, P. B. H. Effects of vesicular-arbuscular mycorrhizas on higher plants. Sym. Soc. Exp. Biol., 29:325-49, 1975.

SUMMARY

Cacao plants were grown under glass-house conditions in soil from the upper horizon of a haplorthox soil, characterized with low phosphorus content. Some plants received rock phosphate and others soluble phosphorus. Plants were infected with native mycorrhizal fungi and some with *Gigaspora margarita* + also. In the presence of *G. margarita* the dry matter yield and height were higher with rock phosphate than soluble phosphorus. The nutrients absorption was favoured by inoculation with *Gigaspora margarita* + native fungi and by rock phosphate application.

QUADRO 1 - EFEITO DE FONTES DE FÓSFORO E FUNGOS MICORRÍZICOS NO CRESCIMENTO, NO NÚMERO DE ESPOROS NO SOLO E NA TAXA DE INFECÇÃO DE RAÍZES DE PLANTAS DE CACAU. MÉDIA DE CINCO REPETIÇÕES

TRATAMENTO	ALTURA cm	PESO SECO TOTAL g	AUMENTO DE MATÉRIA SECA* %	INFECÇÃO RAIZ %	ESPOROS NO SOLO nº/100g
<i>S. megarrhiza</i> + fungo VA nativo + P-solúvel	25,10b	8,83c	79,45c	45,1ns	33a
<i>S. megarrhiza</i> + fungo VA nativo + P-rocha	31,74a	13,08a	118,32a	55,2ns	34a
<i>S. megarrhiza</i> + fungo VA nativo	30,80a	12,66ab	114,00ab	54,2ns	15b
Fungo VA nativo	26,44b	11,12b	100,00b	56,9ns	33a

Os valores na mesma coluna seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente entre si ($P \leq 0,05$)

* Obs.: percentagem de matéria seca em relação ao tratamento testemunha (Fungo VA nativo)

QUADRO 2 - EFEITO DE FONTES DE FÓSFORO E FUNGOS MICORRÍZICOS NA ABSORÇÃO DE NUTRIENTES, POR PLANTAS DE CACAU. MÉDIA DE CINCO REPETIÇÕES

TRATAMENTO	_____ mg/planta _____ µg/planta _____							
	Mg	Ca	K	P	Fe	Zn	Mn	Cu
<i>S. mangarita</i> + fungo VA nativo + P-solúvel	3,25b	3,18b	16,45b	1,49a	1 048,38ns	379,97b	338,57b	31,82b
<i>S. mangarita</i> + fungo VA nativo + P-rocha	4,10a	4,84a	26,86a	1,19b	2 444,14ns	716,23a	604,54a	103,56a
<i>S. mangarita</i> + fungo VA nativo	3,91a	4,88 a	26,19a	1,04b	2 651,83ns	777,90a	549,88a	150,26a
Fungo VA nativo	2,85b	3,70a	24,87a	0,97b	2 154,98ns	665,96a	506,89a	148,02a

Os valores na mesma coluna seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente entre si ($P \leq 0,05$).