

Ocorrência de Micorrizas Arbusculares na Cultura do Coqueiro (*Cocos nucifera* L.) em Solos Naturais e Cultivados da Amazônia Ocidental

C.DEZORDI⁽¹⁾, M.M.COSTA⁽²⁾, L.GASPAROTTO⁽³⁾, M.GREEN⁽⁴⁾

Resumo

A pesquisa consistiu em avaliar a colonização e a esporulação de fungos micorrízicos arbusculares em solos na cultura do coqueiro, cultivado em um sistema agroflorestal, por meio de observações da colonização e a esporulação de fungos micorrízicos arbusculares de condições de campo. Os resultados obtidos neste trabalho permitem evidenciar o potencial de micorrizas no estabelecimento da cultura do coco, entretanto, são necessários maiores estudos para determinar níveis e formas de adubação que favoreçam a infecção micorrízica e que auxiliem na viabilidade econômica da cultura.

Introdução

Os solos de terra firme da Amazônia são representados em sua maioria por Latossolos argilosos de elevada acidez e baixa fertilidade, além de serem facilmente alterados fisicamente quando ocorre a substituição da floresta primária por cultivos agrícolas.

Na cultura do coqueiro, são altas as exigências nutricionais para boa formação dos frutos e das raízes. Dentre os nutrientes, o potássio é o mais absorvido, seguido pelo nitrogênio.

A grande maioria das plantas desenvolve em suas raízes associações simbióticas com algumas espécies de fungos que aumentam a eficiência dos nutrientes, principalmente o fósforo (1). As associações micorrízicas arbusculares e sistemas agroflorestais podem ser alternativas de manejo de solos em áreas desmatadas em busca da sustentabilidade das florestas naturais, pois os fungos micorrízicos arbusculares aumentam a área de absorção de nutrientes pelas raízes, possibilitando maior eficiência das plantas na exploração do solo, reduzindo a necessidade da utilização de nutrientes químicos (2).

As espécies de fungos micorrízicos diferem na capacidade de colonização e esporulação. A algumas metodologias utilizadas nos estudos de micorrizas arbusculares são básicas e seu domínio é pré-requisito para a maioria dos trabalhos. Entretanto, estes testes, na maioria das vezes, são feitos sob condições controladas, em substrato esterilizado e muito dos resultados obtidos nestas condições não são repetidos no campo, evidenciando a necessidade e a importância de estudos sob condições naturais.

Este trabalho objetivou avaliar a colonização e a esporulação de fungos micorrízicos arbusculares em

solos na cultura do coqueiro, em condições de campo.

Palavras-Chave: *Cocos nucifera* L., coqueiro, micorriza.

Material e métodos

O experimento foi conduzido em um sistema pertencente ao projeto SHIFT (*Program Studies on Human Impact on Forests and Floodplains in the Tropics/Germany/Brazil*), localizado no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental, situado no município de Manaus-AM. O solo predominante é classificado como Latossolo Amarelo Distrófico, textura argilosa.

As coletas de solos e raízes foram realizadas nos meses de março e setembro em local onde havia sistema agroflorestal avaliar a colonização e a esporulação de fungos micorrízicos arbusculares em solos na cultura do coqueiro, em condições de campo. Foram retiradas 15 subamostras de solo rizosférico de coqueiro, em profundidade de 0 a 20 cm, formando a amostra composta de cada bloco (A, B e C), da qual foram retirados 50 g como amostra de trabalho.

As amostras de solo foram submetidas às análises químicas no Laboratório de solos da EMBRAPA/CPAA.

As raízes foram coletadas na projeção da copa e verticalmente a 20 cm de profundidade, aleatoriamente, em cinco plantas de coqueiro dentro de cada bloco.

Utilizou-se a metodologia de Schenck (3), com modificações, para a coloração e extração de fungos micorrízicos e raízes. Fez-se o clareamento das raízes por meio do aquecimento de solução KOH a 10% por 50 min, a acidificação com HCl diluído e a coloração com azul de triptofano a 0,05%. Antes da acidificação, foi realizada uma adaptação ao método, utilizando-se H₂O₂ por 20 min para transparecer as raízes (4).

Para extração dos esporos das raízes utilizou-se o peneiramento úmido do solo. Para tal, 50 g de solo foram destorroados em dois litros de água, e decantados através de peneiras de 0,71 mm e 0,25 mm, nesta ordem consecutiva. O material retido em cada peneira foi centrifugado por 3 min. a 3000 rpm.

Aos esporos adicionou-se solução de sacarose 50% sendo o material centrifugado a 2000 rpm/2 min. O sobrenadante foi drenado em peneira de 0,045 mm, lavado com água, e transferido para placa de Petri, na qual procedeu-se à contagem de esporos em microscópio estereoscópico.

A infecção média foi determinada pelo exame de 10

⁽¹⁾ Primeira autora é bolsista CNPq/SET na Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia AM 010, Km 29, CP 319, 69010-960, Manaus-AM. E-mail: cleci@cpaa.embrapa.br ou clecidezordi@hotmail.com (apresentadora do trabalho)

⁽²⁾ Segunda autora foi bolsista CNPq/DTI na Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia AM 010, Km 29, CP 319, 69010-960, Manaus-AM.

⁽³⁾ Terceiro autor é Pesquisador A da Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia AM 010, Km 29, CP 319, 69010-960, Manaus-AM.

⁽⁴⁾ Quarta autora é bolsista CNPq/DTI na Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia AM 010, Km 29, CP 319, 69010-960, Manaus-AM.

Apoio financeiro: CNPq

fragmentos de raiz com 1 cm de comprimento cada, retirados ao acaso, sendo estes depositados em lâminas, formando amostras compostas num total de cinco repetições, submetidas à avaliação sob microscopia ótica.

A determinação da colonização micorrízica foi realizada pela observação da presença de estruturas fúngicas na região do córtex, onde ocorre o desenvolvimento inter e intracelular de hifas, podendo estender-se pela rizosfera, ocorrência de arbúsculos, originários de ramificações dicotômicas de hifas internamente às células, de vesículas e glóbulos mais ou menos esféricos que ocorrem intra e extracelularmente.

O resultado foi expresso em porcentagem de infecção micorrízica obtido pela seguinte fórmula:

$Colonização (\%) = (N^{\circ} \text{ de raízes infectadas} / N^{\circ} \text{ total de raízes}) \times 100$

O experimento foi instalado com dois tratamentos (meses de coleta), três repetições e cinco plantas por parcela, sendo o delineamento utilizado de blocos ao acaso. Os resultados foram submetidos a análises de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey.

Resultados e discussão

Os resultados das análises químicas do solo cultivado com coqueiro estão apresentados na Tabela 1. As variações do pH em água (4,31 a 4,91) podem ter ocorrido devido a diferentes épocas sazonais das coletas, concordando com Rajj (5), que demonstrou variação da quantidade de sais presentes no solo em diferentes épocas do ano. A acidez do solo parece afetar os propágulos dos fungos micorrízicos, principalmente próximos a rizosfera, antes que a penetração radicular ocorra. Esta variação de pH pode interagir com a composição do meio, levando a alterações do mecanismo de permeabilidade de membranas do fungo e na solubilidade dos íons no meio (6).

Os teores de Al variaram de 0,5 a 1,0 cmol/dm³, os quais são considerados toleráveis para a cultura do coqueiro. Segundo Cochrane et al. (7), os teores de Al são altos quando ultrapassam 1,5 cmol/dm³.

Metais como Al, Zn, Mn, Co e íons de H⁺ presentes na solução do solo podem ser tóxicos sob condições ácidas levando a uma diminuição do crescimento vegetativo de fungos micorrízicos pela redução na germinação dos esporos e no crescimento do tubo germinativo e, conseqüentemente, a colonização radicular (8).

Conforme Tabela 1, a quantidade de K e de P, estava elevada. Altas concentrações de P no solo pode reduzir a produção de esporos e micélio externo das raízes, bem como a colonização destas pelos fungos micorrízicos (6, 9).

As concentrações de 1,13 cmol/dm³ para o Ca e de 0,38 cmol/dm³ para o Mg, no rizoplano do coqueiro, são consideradas baixas de acordo com Cochrane et al. (7) e Malavolta & Romeiro (10), que consideram solos pobres aqueles com teores de Ca e Mg abaixo de 3,0 cmol/dm³.

Nas análises das raízes do coqueiro, sob microscópio, verificou-se colonização por fungos micorrízicos arbusculares em todos os segmentos avaliados (Fig. 1). A taxa de colonização radicular do coqueiro foi de 28,39% (Tabela 2), e está de acordo com os encontrados por Fernandes & Siqueira (11), que obtiveram 27% de colonização em raízes de cafeeiros adultos. A colonização das raízes pode ser considerada suficiente, se comparada com resultados encontrados por Carneiro et al. (12) que, estudando espécies arbóreas e arbustivas nativas, verificou colonização micorrízica, no campo, com índices médios (20-49%) a altos (maiores que 50%).

A taxa média de colonização radicular na primeira coleta (março) foi de 5,38% enquanto que em setembro baixou para 4,98%. O pH e a concentração de nutrientes podem influenciar a infecção de fungos micorrízicos (4). O pH e a temperatura são fatores limitantes a distribuição de espécies de micorrizas arbusculares, podendo-se supor que os esporos são tolerantes as altas temperaturas e acidez do solo (13).

O número de esporos micorrízicos no solo variou (154 a 109 esporos/50 g de solo) entre os períodos chuvosos (março) e secos (setembro), apresentando quantidade menor na época seca (Fig. 2). Estes resultados reforçam aqueles encontrados por Chu & Dierkmañ (14), que para a região amazônica o número de esporos encontrados nos meses de novembro e dezembro/1996 superou aqueles encontradas nos meses de janeiro e fevereiro. Segundo Martins et al. (13), os fungos têm adaptabilidade para colonizarem áreas que apresentam condições físicas, químicas e biológicas adversas e dependem da umidade do solo para sua multiplicação. Balota & Lopes (15) verificaram que o decréscimo da esporulação está associado à estação seca, quando o crescimento radicular diminui.

Baixos teores de umidade e alta aeração do solo favorecem a colonização das raízes e a produção de esporos; altos teores de umidade favorecem o aparecimento dos hiperparasitas, reduzindo a população de esporos no solo; a temperatura influencia fortemente a colonização, a formação de arbúsculos e a esporulação das espécies (6).

Outro fator que pode estar associado é a maior concentração de esporos estar localizada na camada superficial das raízes, devido a maior atividade biológica nesta região. Na cultura do coqueiro há tendência de superficialização do sistema radicular que apresenta maior densidade de raízes finas nas camadas menos profundas do solo (16; 17). Alvarenga et al. (18) avaliaram a densidade de esporos em solos de cerrado e obtiveram a maior densidade de esporos (7,62 esporos/50 g de solo) na camada de 0 a 20 cm de profundidade no solo.

A quantidade média de esporos de fungos micorrízicos na rizosfera do coqueiro (11,47 esporos/50 g solo) é alta (Tabela 2), se comparada com estudos de outras culturas. No entanto, a população de esporos foi diferente dentro do mesmo tratamento, o que pode ser devido à diversidade de condições de clima, solo e hospedeiro, bem como, particularidades metodológicas, ou ainda, que diferentes espécies fúngicas possuem particularidades intrínsecas na capacidade de esporulação. Segundo Ferraz (19), a população de esporos pode ser consideravelmente diferente

em locais próximos, dentro de uma mesma área aparentemente uniforme, sem razões ainda conhecidas (19).

O manejo do solo e das culturas parece ser a alternativa mais apropriada para manter ou aumentar a diversidade de espécies, o número de esporos no solo e o potencial de inóculo natural de fungos micorrízicos a campo (20).

Conclusões

Os resultados obtidos neste trabalho permitem evidenciar o potencial de micorrizas no estabelecimento da cultura do coco, entretanto, são necessários maiores estudos para determinar níveis e formas de adubação que favoreçam a infecção micorrízica e que auxiliem na viabilidade econômica da cultura.

Referências

- [1] MORAES, C.R.A.; MACEDO, J.L.V. Efeito da adubação e da inoculação com fungos micorrízicos vesicular-arbusculares no crescimento de plantas de coqueiro (*Cocos nucifera* L.) em área de terra firme na Amazônia. In: GASPAROTTO, L.; SCHROTH, G. Recuperação de áreas degradadas e abandonadas através de sistema de policultivo. EMBRAPA/CPAA/Universidade de Hamburg, Manaus, AM, jan/dez., 1997. p.59-62 (Relatório Anual).
- [2] CATTELAN, A.J.; VIDOR, C. Flutuações na biomassa, atividade e população microbiana do solo, em função de variações ambientais. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, SP, v. 14, n. 2, mai/ago., 1990. p.133-142.
- [3] SCHENCK, N.C. Methodological and Principles of Mycorrhizal Research the American. Phytopathological Society. St. Paul, 1982.
- [4] COLOZZI FILHO, A.; BALOTA, E.L. Micorrizas arbusculares. Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola. EMBRAPA/CNPAP, Goiânia, GO, CNPSo, Londrina, PR. Brasília: Embrapa - SPI, 1999. p.383-413 (Embrapa/CNPAP. Documentos, 46).
- [5] RAUJ, B.V. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba: Ed. Agronômica Ceres, 1991. 34p.
- [6] LOPES, E.S.; SIQUEIRA, J.O.; ZAMBOLIM, L. Caracterização das micorrizas vesicular-arbuscular (MVA) e seus efeitos no crescimento das plantas. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, SP, v. 7, n. 1, jan/abr., 1983. p.1-19.
- [7] COCHRANE, T.T.; SANCHES, L.G.; PORRAS, J.A.; GARVER, C.L. Soil chemical properties. In: Land in Tropical América; La tierra en América Tropical; A terra na América Tropical. CIAT/EMBRAPA/CPCA, v. 3, 1984. p.7-9.
- [8] CARRENHO, R. Influência de diferentes espécies de plantas hospedeiras e fatores edáficos no desenvolvimento de fungos micorrízicos arbusculares (FMA). Rio Claro, SP, ago., 1998. 48p. (Tese de Doutorado).
- [9] BRUNA, E.D. Micorrizas e seu potencial de uso. Agropecuária Catarinense, Florianópolis, SC, v. 4, n. 1, mar., 1991. p.14-16.
- [10] MALAVOLTA, E.; ROMERO, J.P. Manual de adubação. São Paulo, ANDA, 1975. 346p.
- [11] FERNANDES, A.B.F.; SIQUEIRA, J.O. Micorrizas vesicular-arbuscular em cafeeiros da região sul de estado de Minas Gerais. Pesq. Agropec. Bras., Brasília, v. 24, n. 12, dez., 1989. p.1489-1498.
- [12] CARNEIRO, M.A.C.; SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M.S.; CARVALHO, D.; BOTELHO, S.A.; S. JUNIOR, O.J.S. Micorriza arbuscular em espécies arbóreas e arbustivas nativas de ocorrência no sudeste do Brasil. CERNE, v. 4, n. 1, 1998. p. 129-145.
- [13] MARTINS, C.R. MIRANDA, J.C.C.; MIRANDA, L.N. Contribuição de fungos micorrízicos arbusculares nativos no estabelecimento de *Aristida setifolia* Kunth em áreas degradadas do cerrado. Pesq. Agropec. Bras., Brasília, v. 34, n. 4, abr., 1999. p.665-674.
- [14] CHU, E.Y.; DIERKMAN, U. Efeito das diferentes atividades agrícolas sobre população do fungo micorrízico nativo. Relatório Técnico Anual do Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental, 1992-1995. Belém: EMBRAPA/CPATT, 1996. p.128.
- [15] BALOTA, E.L.; LOPES, E.S. Introdução de fungo micorrízico arbuscular no cafeeiro em condições de campo: I. Persistência e interação com espécies nativas. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, SP, v. 20, n. 2, mai/ag., 1996. p.217-223.
- [16] CINTRA, F.L.D.; FONTES, H.R.; LEAL, M.L. Distribuição do sistema radicular do coqueiro gigante do Brasil submetido a diferentes sistemas de manejo do solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, SP, v. 20, n. 2, mai/ag., 1996. p.327-332.
- [17] FERREIRA, J.M.S.; WARWICK, D.R.N.; SIQUEIRA, L.A. A cultura do coqueiro no Brasil. Brasília; EMBRAPA - SPI, Aracaju: EMBRAPA/CPATC, 1997. 292p.
- [18] ALVARENGA, M.I.N.; SIQUEIRA, J.O.; DA VIDE, A.C. Teor de carbono, biomassa microbiana, agregação e micorriza em solos de cerrado com diferentes usos. Ciência Agrotécnica, Lavras, MG, v. 23, n. 3, jul/set., 1999. p.617-625.
- [19] FERRAZ, J.M.G. Levantamento de micorriza vesicular-arbuscular em culturas da Amazônia. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, SP, v. 3, n. 3, 1979. p.194-196.
- [20] COLOZZI FILHO, A. Dinâmica populacional de fungos micorrízicos arbusculares no agrossistema cafeeiro e adubação verde com leguminosas. Piracicaba, SP, jan. 1999. 106p.

Tabela 1. Características químicas de solo, na profundidade de 0 a 20 cm, cultivado com coqueiro, conduzido em sistema agroflorestal

Blocos	mg/dm ³			pH		cmol _c /dm ³				
	Na	P	K	H ₂ O	Ca	Mg	Al	H+Al	C	MO
A	19	43	112	4,46	1,11	0,30	0,89	7,35	31,29	53,81
B	19	19	120	4,31	0,77	0,28	1,00	6,07	30,37	52,23
C	25	67	118	4,91	1,43	0,55	0,50	6,68	25,92	44,59

Tabela 2. Porcentagem de colonização radicular de coco (*Cocos nucifera* L.), cultivado em sistema agroflorestal e, quantidade de esporos de fungo micorrízico arbuscular em diferentes períodos do ano

Período de coleta	Colonização micorrízica	Densidade de esporos
	(%)	(N ^o /50 g de solo)
Março	28,39a	15,49a
Setembro	24,31b	10,94b

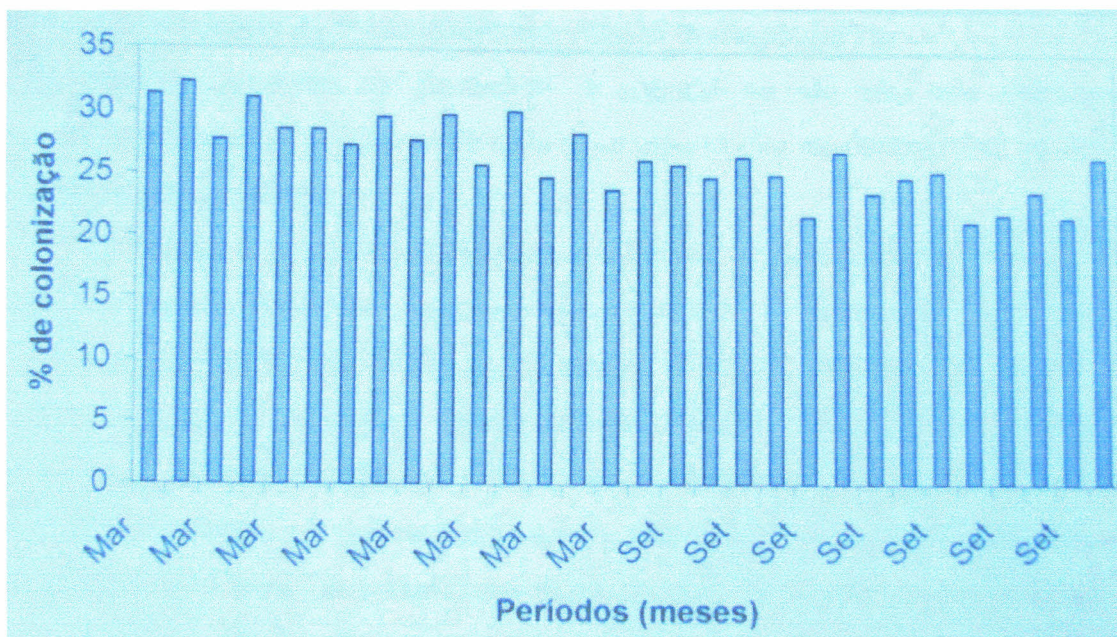


Figura 1. Colonização de raízes de coqueiros, em época chuvosa (março) e e seca (setembro).

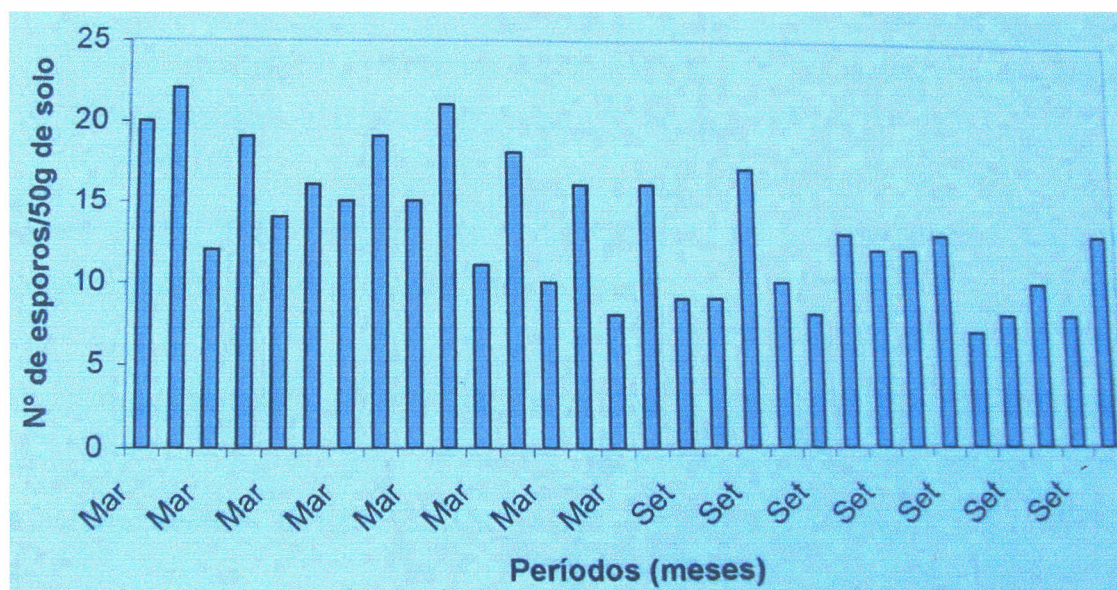


Figura 2. Densidade de esporos observados em coqueiro, em duas épocas de amostragens.