



Produção e qualidade dos frutos de maracujazeiro-do-mato (*Passiflora cincinnata*) inoculado com *Claroideoglomus etunicatum* em cultivo consorciado no campo⁽¹⁾.

Aline Magalhães Passos⁽²⁾; Francisco Pinheiro de Araújo⁽³⁾; Maria Auxiliadora Coelho de Lima^(4,7); Lindete Míriam Vieira Martins⁽⁵⁾; Adriana Mayumi Yano-Melo^(6,7).

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (Facepe).

⁽²⁾ Estudante, Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal; Universidade Federal do Vale do São Francisco; Petrolina- PE; alinepassos123@hotmail.com; ⁽³⁾ Analista; Embrapa Semiárido ⁽⁴⁾ Pesquisadora, Embrapa Semiárido; ⁽⁵⁾ Professora, Departamento de Tecnologia e Ciência Sociais, Universidade estadual da Bahia; ⁽⁶⁾ Professora, Colegiado de Zootecnia, CCA, Universidade Federal do Vale do São Francisco; ⁽⁷⁾ Professora do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal; Universidade Federal do Vale do São Francisco.

RESUMO: O solo é um ambiente vivo e composto de diversos micro-organismos, entre eles se destacam os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e as bactérias fixadoras de nitrogênio (BFN) que proporcionam vários benefícios às plantas associadas. O maracujazeiro-do-mato (*Passiflora cincinnata* Mast.) e o feijoeiro caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] estão entre as plantas que podem ser beneficiadas. Diante disso, este trabalho objetivou avaliar a viabilidade de uso de bioinsumos em plantas de *Passiflora cincinnata* e *Vigna unguiculata* cultivadas em consórcio, em condições de campo. O experimento foi conduzido em delineamento experimental em blocos ao acaso, com maracujazeiros dispostos nos tratamentos T1 – Não inoculado (NI), T2 – inoculado com *Claroideoglomus etunicatum*, T3 – NI + caupi, T4 – NI + caupi + BFN, T5 – inoculado com *Claroideoglomus etunicatum* + caupi e T6 – inoculado com *Claroideoglomus etunicatum* + caupi + BFN, em quatro repetições. Foram realizadas análises de: atividade microbiana (número de glomerosporos – NG e carbono da biomassa microbiana – C-BM), em quatro períodos (antes do plantio do maracujazeiro, após o plantio do maracujazeiro, após a implantação do consórcio com feijoeiro e ao final do ciclo produtivo do feijoeiro); produção; e qualidade dos frutos. Houve aumento do C-BM e do NG, após a colheita do feijoeiro. Os teores de sólidos solúveis e a acidez titulável dos frutos foram menores em plantas não inoculadas em consórcio com feijoeiro.

Termos de indexação: micorriza, maracujá do mato, feijoeiro caupi.

INTRODUÇÃO

Com o avanço das pesquisas científicas, a percepção de qualidade do solo evoluiu. Não basta apresentar alta fertilidade, o solo saudável também

deve possuir estruturação adequada e abrigar uma alta diversidade de organismos (Zilli et al, 2003).

Grande parte da biodiversidade do solo é composta por micro-organismos, podendo ser um indicador de qualidade por responderem rapidamente as alterações e refletir as condições do ambiente (Schloter et al. 2003).

Entre os micro-organismos presentes no solo, destacam-se os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e as bactérias fixadoras de nitrogênio (BFN). Os FMAs são biotóxicos obrigatórios capazes de realizar simbiose mutualística com as raízes da maioria das plantas terrestres, proporcionando benefícios decorrentes do aumento da área de absorção radicular, tornando a planta mais tolerante a estresses bióticos e abióticos (Smith e Read, 2008; Moreira e Siqueira, 2006).

BFN tem potencial biotecnológico para utilização na agricultura (Leite, 2011), já que a inoculação em leguminosas aumenta a produção de grãos de forma similar à adubação nitrogenada (Lacerda et al, 2004).

Inúmeras plantas podem ser beneficiadas com a inoculação de micro-organismos benéficos. O maracujazeiro doce cultivado em campo apresentou maior produção de frutos com elevada relação sólidos solúveis/acidez titulável quando as plantas receberam inóculo de *Gigaspora albida* produzido organicamente e adubadas quimicamente (Silva, 2006). Mudas de *P. cincinnata* inoculadas com *Claroideoglomus etunicatum* apresentaram maior altura, número de folhas quando comparadas com mudas não inoculadas (Silva, 2008). Morangueiros apresentaram maior produção e teores de açúcares quando inoculadas com inóculo misto de FMA e bactérias promotoras do crescimento de plantas - BPCP (Bona et al., 2014).

Além dos benefícios ao desenvolvimento da planta simbiote, a inoculação com BFN pode



estender às plantas cultivadas em consórcio as melhorias advindas do aumento no aporte de nitrogênio no solo (Rodrigues et al., 2012).

Tendo em vista os benefícios proporcionados pela micorrização às plantas de *P. cincinnata* e possibilidade de cultivo em consórcio com feijoeiro caupi, o objetivo deste trabalho foi avaliar a tecnologia da inoculação micorrízica em maracujazeiro verificando a atividade microbiana no solo, a produção e a qualidade dos frutos produzidos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Campo Experimental da Caatinga/Embrapa Semiárido, Petrolina-PE, em delineamento experimental em blocos ao acaso, constando dos seguintes tratamentos: T1 – Não inoculado (NI); T2 – inoculado com *Claroideoglomus etunicatum*; T3 – NI+caupi não inoculado; T4 – NI+caupi inoculado com a estirpe de rizóbio BR 3267; T5 – Inoculado com *C. etunicatum* +caupi não inoculado; T6 – inoculado com *C. etunicatum* +caupi inoculado com a estirpe de rizóbio BR 3267, em quatro repetições, constituídas por três plantas. As mudas de maracujazeiro foram transportadas ao campo quando atingiram cerca de 20 cm de altura. Sementes de feijoeiro caupi (BRS Guariba), inoculadas ou não com estirpe de rizóbio BR 3267, foram semeadas em quatro covas equidistante ao redor do maracujazeiro. As plantas foram cultivadas até o fim de seu ciclo de produção, cerca de 70 dias.

O experimento foi constituído de sete fileiras com 12 plantas cada, espaçadas em 4 m entre plantas x 2 m na fileira, totalizando 72 plantas, conduzidas em sistema de espaldeira com um fio (nº 12), a 1,8 m do solo. A bordadura de cada bloco é formada por fileiras simples com plantas de maracujazeiro amarelo. A irrigação é realizada via microaspersão, com um microaspersor por planta com raio de ação em círculo completo com 1,5 m de diâmetro. A área foi adubada com NPK, seguindo recomendação para maracujazeiro amarelo a partir da análise do solo.

Para análise da atividade microbiana, foram realizadas quatro coletas de solo, na profundidade de 0-20 cm, nos seguintes períodos: a) após o preparo da área e antes do plantio dos maracujazeiros; b) após o plantio dos maracujazeiros; c) após o estabelecimento do consórcio com o feijoeiro caupi e d) após a colheita de grãos de feijoeiro caupi e de frutos do

maracujazeiro. Para a atividade microbiana foram determinados o carbono da biomassa microbiana (C-BM) e o número de glomerosporos (NG) de FMA. Para análise da produção, foram realizadas três colheitas ao longo do ciclo. Os frutos foram contados e pesados e, posteriormente, tiveram o suco extraído para determinação do teor de sólidos solúveis e da acidez titulável. Para estas avaliações de qualidade, foram utilizados nove frutos por tratamento (selecionados aleatoriamente).

A determinação do C-BM foi realizada por meio da dicromatometria, com amostras fumigadas e não fumigadas (De Polli & Guerra, 1997). Os glomerosporos foram extraídos pela técnica de peneiramento úmido (Gerdemann & Nicolson, 1963) e centrifugação em água e sacarose a 40% (Jenkins, 1964, com adaptações), e contados em placa canaletada com o auxílio de estereomicroscópio.

A produção de maracujá foi aferida a partir da massa fresca dos frutos, determinada pela pesagem do total de frutos colhidos, em balança semianalítica. A acidez titulável (g de ácido cítrico por 100 mL) foi determinada por titulação com solução de NaOH 0,1 N (AOAC, 1992). O teor de sólidos solúveis (°Brix) foi obtido por leitura direta do suco extraído da polpa, em refratômetro digital Abbe Marck II (AOAC International, 1992).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de normalidade utilizando o teste de Shapiro-Wilk. Os dados com distribuição não normal foram transformados em log (x+1). Posteriormente, foi realizada a análise de variância e, quando significativa, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (5%), utilizando-se o programa Statistica 5.1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença significativa para C-BM entre os tratamentos de sistema de cultivo de maracujazeiro. Porém, a comparação entre os períodos de coleta indicou que maiores médias de C-BM são encontradas antes da introdução do maracujazeiro (1ª coleta) e na fase de produção (4ª coleta), com menores valores após introdução das culturas (**Figura 1**). Diminuição da atividade microbiana também foi encontrada por Sanches et al. (1999), após a instalação da cultura de citros (*Citrus inensis* L. Osbeck). A variação no valor de C-BM com a sucessão de cultura em uma mesma área pode ser constatada (Balota et al., 1998), sugerindo



que a instalação de uma cultura leva a modificações nas propriedades biológicas do solo fazendo com que ocorra diminuição do C-BM.

Menor número de glomerosporos foi observado após a instalação da cultura de maracujazeiro (coleta 2). Porém, nota-se um aumento no número de glomerosporos após o consórcio com feijoeiro caupi, não diferido do valor encontrado antes da instalação da cultura do maracujazeiro (**Figura 2**). Semelhantemente, Miranda et al. (2010) encontraram maior número de glomerosporos na rizosfera de amendoim em consórcio com gramíneas. Este fato pode ser decorrente do aumento de disponibilidade de raízes de diferentes plantas, favorecendo a esporulação de FMA.

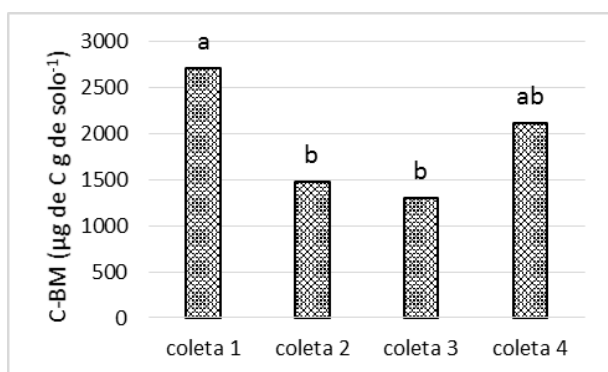


Figura 1 – Carbono da biomassa microbiana do solo na rizosfera de maracujazeiro do mato em campo nos diferentes períodos de coleta de solo. Coleta 1- antes do plantio do maracujazeiro; coleta 2- após o plantio do maracujazeiro; coleta 3 - após o estabelecimento do consórcio com feijoeiro caupi e; coleta 4 - após a retirada do feijoeiro caupi e colheita do maracujazeiro.

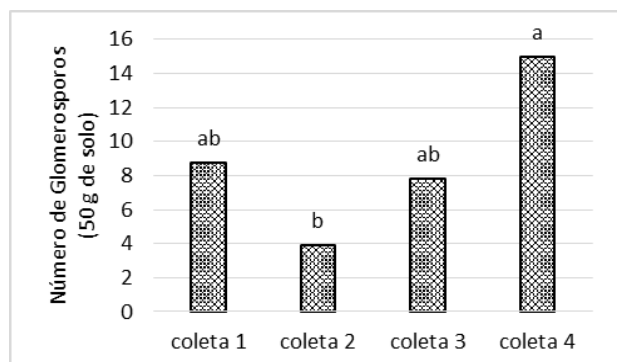


Figura 2 – Número de glomerosporos na rizosfera do maracujazeiro em campo nos diferentes períodos de coleta de solo. Coleta 1- antes do plantio do maracujazeiro, coleta 2- após o plantio do maracujazeiro, coleta 3 - após o estabelecimento do

consórcio com feijão caupi e coleta 4 - após a retirada do feijão caupi e colheita do maracujá.

Embora plantas micorrizadas de maracujazeiro tenham produzido maior número de frutos, não houve diferença estatística entre os tratamentos para produção de maracujazeiro; porém a qualidade química dos frutos diferiu entre os tratamentos (**Tabela 1**). Para o teor de sólidos solúveis da polpa do fruto e acidez total titulável, os menores valores foram observados nos tratamentos T3 e T4, representados por plantas não micorrizadas e consorciadas com feijão caupi, indicando que pode ter ocorrido competição entre as plantas consorciadas por nutrientes, repercutindo na qualidade do fruto. Considerando que a absorção de nutrientes afeta a concentração de sólidos solúveis, pode ser que a inoculação micorrizica tenha minimizado o efeito da competição entre as plantas consorciadas. Damatto Junior et al. (2007) observaram maiores teores de sólidos solúveis quando o solo apresenta maior disponibilidade de nutrientes.

Tabela 1- Número de frutos (NF), produção total por planta (PROD), em g, teor de sólidos solúveis (SS), em °Brix, e acidez titulável (AT), em %, de polpa de maracujá do mato conduzido em campo com consórcio de feijoeiro caupi.

	NF	PROD	SS	AT
T1	81,5 a	3706,4 a	12,07 a	1,54 a
T2	126,5 a	6755,4 a	12,05 a	1,54 a
T3	64,5 a	2927,0 a	11,39 b	1,46 b
T4	78,3 a	4144,3 a	11,32 b	1,45 b
T5	120,4 a	7303,6 a	13,25 a	1,69 a
T6	110,3 a	5403,7 a	12,80 a	1,63 a
CV (%)	51,67	47,64	7,76	7,76

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre tratamentos segundo teste de Tukey ($p < 0,05$). T1 – NÃO INOCULADO (NI); T2 – INOCULADO COM *CLAROIDEOGLOMUS ETUNICATUM*; T3 – NI+CAUPI NÃO INOCULADO; T4 – NI+CAUPI INOCULADO COM A ESTIRPE DE RIZÓBIO BR 3267; T5 – INOCULADO COM *C. ETUNICATUM*+CAUPI NÃO INOCULADO; T6 – INOCULADO COM *C. ETUNICATUM*+CAUPI INOCULADO COM A ESTIRPE DE RIZÓBIO BR 3267.

CONCLUSÕES



A atividade microbiana do solo, verificado pelo C-BM e número de glomerosporos, é alterada com a introdução de maracujazeiro e feijoeiro caupi, indicando que provocam alterações na microbiota do solo.

Em plantas não inoculadas com *Claroideoglomus etunicatum*, a consorciação entre os cultivos do maracujazeiro do mato e do feijoeiro caupi afeta a qualidade dos frutos, avaliada pelo teor de sólidos solúveis e acidez titulável.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à FACEPE, pela concessão de bolsa de mestrado, à Embrapa, pelo suporte no desenvolvimento do experimento, e a todos integrantes do Laboratório de Microbiologia e do Laboratório de Fisiologia Pós-colheita, pela ajuda.

REFERÊNCIAS

AOAC INTERNATIONAL. Official methods of analysis of the AOAC International. 11 ed. Washington: AOAC International, 1992. 1115p.

BALOTA, E. L. et al. Biomassa microbiana e sua atividade em solos sob diferentes sistemas de preparo e sucessão de culturas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 22: 641-649, 1998

BONA, E.; LINGUA, G.; MANASSERO, P. et al. AM fungi and PGP pseudomonads increase flowering, fruit production, and vitamin content in strawberry grown at low nitrogen and phosphorus levels. *Mycorrhiza*. 25: 181-193. 2014.

DE-POLLI, H.; GUERRA, J. G. M. Determinação do carbono da biomassa microbiana do solo: Método da fumigação-extração. Seropédica: Embrapa-CNPAB, 1997. 10 p. (Embrapa-CNPAB. Documentos, 37).

DAMATTO JUNIOR, E. R.; LEONEL S.; PEDROSO, C. J. Adubação orgânica na produção e qualidade de frutos de maracujá-doce. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 27: 188-190. 2005.

FARIAS, J. F. de; SILVA, J. B. da; ARAÚJO NETO, S. E.; MENDONÇA, V. et al. Qualidade do maracujá-amarelo comercializado em rio branco, acre. *Revista Caatinga*, 20: 196-202. 2007.

GERDEMANN, J.W. & NICOLSON, T.H. Spores of mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Transactions of the British Mycological Society*, 46: 235-244, 1963.

JENKINS, W.R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. *Plant Disease Report* 48: 692, 1964.

LACERDA, A. M., MOREIRA, F. M. S., ANDRADE, M. J. B. de, & SOARES, A. L. de. Efeito de estirpes de rizóbio sobre a nodulação e produtividade do feijão-caupi. *Revista Ceres*, 51: 67-82, 2004.

LEITE, J. Caracterização de bactérias nativas de solos do semiárido isoladas de nódulos de feijão caupi. Dissertação (Pós-graduação em Agronomia) Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011.

MIRANDA, E. M.; SILVA, E. M. R.; SAGIN JÚNIOR, O. J. Comunidades de fungos micorrízicos arbusculares associados ao amendoim forrageiro em pastagens consorciadas no Estado do Acre, Brasil. *Acta Amazônica*, 40: 13 – 22. 2010.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. Microbiologia e bioquímica do solo. Lavras: UFLA, 2006. 729p.

OEHL, F.; SIEVERDING, E.; INEICHEN, K. et al. Impact of Land Use Intensity on the Species Diversity of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Agroecosystems of Central Europe. *Applied and Environmental Microbiology*, 69: 2816–2824. 2003.

SANCHES, A. C.; SILVA, A. P.; TORMENA C. A. et al. Impacto do cultivo de citros em propriedades químicas, densidade do solo e atividade microbiana de um podzólico vermelho-amarelo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 23: 91-99, 1999.

SCHLOTTER, M; DILLY, O.; MUNCH, B, J.C. Indicators for evaluating soil quality. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 98: 255–262. 2003.

RODRIGUES, G. B. et al., Matéria e nutrientes da parte aérea de adubos verdes em cultivos exclusivo e consorciado. *Revista Ceres*, 59: 380-385, 2012.

SILVA, F.S.B. Fase assimbiótica, produção, infectividade e efetividade de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) em substratos com adubos orgânicos. Tese (Doutorado em Biologia de Fungos) Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006.

SILVA, E. M. Condição micorrízica em espécies de *Paspisflora* e efeito da simbiose na promoção de crescimento. Dissertação (Mestrado em Biologia de fungos). Universidade Federal de Pernambuco, Recife 2008.

SMITH, S.E., READ, D.J. *Mycorrhizal Symbiosis*. 3ed. San Diego: Academic Press. 2008.

VÁZQUEZ-HERNÁNDEZ, M. V.; GALARZA L. A.; JAEN-CONTRERAS D. et al. Effect of *Glomus mosseae* and *Entrophospora colombiana* on plant growth, production, and fruit quality of 'Maradol' papaya (*Carica papaya* L.). *Scientia Horticulturae*, 128: 255–260, 2011.

ZILLI, J. É., RUMJANEK, N. G., XAVIER, G. R., DA COSTA COUTINHO, H. L., & NEVES, M. C. P. Diversidade microbiana como indicador de qualidade do solo. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, 20: 391 - 411, 2003.

