



UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CAMPUS DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – PRODUÇÃO VEGETAL

Aline Magalhães Passos

**Potencial benéfico da inoculação micorrízica em
maracujazeiro do mato (*Passiflora cincinnata* Mast.) em
consórcio com feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.]
em campo.**

Petrolina – PE

2016

ALINE MAGALHÃES PASSOS

Potencial benéfico da inoculação micorrízica em maracujazeiro do mato (*Passiflora cincinnata* Mast.) em consorcio com feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] em campo.

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal do *Campus* de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Vale do São Francisco, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Agronomia – Produção Vegetal.

Orientador (a): Prof. Dra. Adriana Mayumi Yano-Melo
Coorientador (a): Dra. Maria Auxiliadora Coelho de Lima

PETROLINA - PE

2016

Passos, Aline Magalhães

P289p Potencial benéfico da inoculação micorrízica em maracujazeiro do mato (*Passiflora Cincinnata* Mast.) em consórcio com feijão caupi [*Vigna Unguiculata* (L.)Walp.] em campo / José Souza. – Petrolina, 2016.

92 f. : il. ; 29 cm.

Dissertação (Pós-graduação em agronomia – Produção vegetal) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Ciências Agrárias, Petrolina-PE, 2016.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Adriana Mayumi Yano-Melo.

Referências.

1. Maracujazeiro - Produção. 2. Maracujá - Qualidade. 3. Sistema de Produção. I. Título. II. Universidade Federal do Vale do São Francisco.

CDD 634.42

UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CAMPUS DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – PRODUÇÃO VEGETAL

FOLHA DE APROVAÇÃO

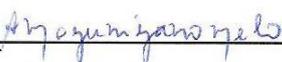
Aline Magalhães Passos

Potencial benéfico da inoculação micorrízica em maracujazeiro-do-mato
(*Passiflora cincinnata* Mast.) em consorcio com feijão caupi (*Vigna unguiculata*)
em campo

Dissertação apresentada como
requisito parcial para obtenção do título
de Mestre em Agronomia – Produção
Vegetal, pela Universidade Federal do
Vale do São Francisco.

Aprovada em: 29 de Julho de 2016.

Banca Examinadora



Dra. Adriana Mayumi Yano-Melo, - orientadora

Universidade Federal do Vale do São Francisco



Dr. Gladstone Alves da Silva – examinador externo

Universidade Federal de Pernambuco



Dr. João Ricardo Gonçalves de Oliveira – examinador externo

Universidade Federal da Paraíba

**“Nobody said it was easy
No one ever said it would be so hard”**

The Scientist – Coldplay

A todas as pessoas que, assim como eu, amam o que fazem.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus e os santos do céu, por iluminar meu caminho todos os dias, concedendo-me proteção e sabedoria para conseguir trilhá-lo.

À minha família, em especial meus pais e meu irmão, pela compreensão de minhas escolhas.

À minha orientadora, Prof^a. Adriana Mayumi Yano de Melo, pela excepcional orientação, desde a primeira iniciação científica, sempre ensinando e incentivando.

À minha coorientadora, Dra. Maria Auxiliadora Coelho de Lima, por toda dedicação e excelente orientação.

À Embrapa, pela realização do experimento, ao Dr. Nataniel Franklin de Melo e, em especial, ao Dr. Francisco Pinheiro de Araújo Neto, Antônio Pereira, Elenício Gomes Coelho e Manoel, por todo o auxílio na condução do experimento.

À Professora Lindete Miria Vieira Martins e sua equipe, pela realização dos tratamentos utilizando feijão-caupi e BFN.

À Facepe - Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco, pela concessão da bolsa de estudo e auxílio financeiro ao projeto.

À Universidade Federal do Vale do São Francisco – Univasf, pela oportunidade da realização deste curso de mestrado.

Ao programa de Pós-graduação em Agronomia – Produção vegetal, por oportunizar que eu continuasse meus estudos sem precisar sair de minha cidade.

Aos professores do programa de Pós-graduação em Agronomia – Produção vegetal, pelos ensinamentos.

A Tomás Azevedo, pela companhia, força, atenção, ajuda, incentivo, sempre ao meu lado em todos os momentos.

À Danielle Karla Alves da Silva, pela amizade, colaboração na taxonomia de FMA, nas análises estatísticas e correções.

À Laura Paula e professor Augusto Miguel pela ajuda e disponibilidade do uso do laboratório de solo na análise de carbono orgânico do solo.

À toda a equipe do Laboratório de Microbiologia da Univasf, Karen Menezes, Danielle Karla Silva, Daniela Alves, Valdirene Pedone, Khatianne Correia, Lílian Araújo, Matheus Paz, Poliana Martins, Luiz Dantas, Angélica Ricarte, Tamires Dália, Maria Eugênia Rodrigues e Inácio Pascoal pela ajuda, companheirismo e bons momentos compartilhados.

À toda a equipe do Laboratório de Fisiologia Pós-colheita da Embrapa, Danielly Trindade, Lígia Tuani Santos, Renata Cipriano, Maísa Macedo, João Paulo Costa, Nemora Cavalcante, Thalita Passos, Joveniano de Oliveira, Patrício Ferreira, Karinne Albuquerque, Jessica Santos, Ana Carolina, Débora Félix e Victor Alexandre, pela acolhida, por toda a ajuda, ensinamentos, companheirismo e bons momentos compartilhados.

Aos meus amigos do mestrado, pelo companheirismo nas disciplinas.

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram com este trabalho.

Muito obrigada!

RESUMO

O maracujazeiro do mato, (*Passiflora cincinnata*), pode ter sua produção potencializada com o uso de bioinsumos, tais como os formulados com os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e as bactérias fixadoras de nitrogênio (BFN), que trazem benefícios tanto para a planta associada quanto ao solo. O objetivo desse trabalho foi verificar o potencial benefício do uso de bioinsumos em plantas de *Passiflora cincinnata* e *Vigna unguiculata* cv. BRS Guariba, cultivadas em consórcio, em condições de campo. O experimento foi realizado no Campo Experimental da Caatinga, da Embrapa Semiárido, Petrolina-PE, constituído dos tratamentos: não micorrizado (NI); micorrizado (FMA); NI + feijão-caupi; NI + feijão-caupi + BFN; FMA + feijão-caupi; FMA + feijão-caupi + BFN, conduzidos em blocos ao acaso, com quatro repetições por dois ciclos. Plantas de maracujazeiro foram inoculadas ou não com *Claroideoglossum etunicatum* (Univasf 06) e as de feijão-caupi foram inoculadas ou não com a estirpe de rizóbio BR 3267. As variáveis analisadas foram massa fresca do fruto, da casca e polpa, espessura de casca, diâmetro e comprimento do fruto, índice de formato, resistência à compressão, cor da casca, rendimento de suco, teor de sólidos solúveis, acidez titulável e vitamina C. No segundo ciclo, foram realizadas quatro coletas de amostras de solo, a partir das quais avaliou-se número de glomerosporos, número de propágulos infectivos de FMA, carbono da biomassa microbiana, carbono total do solo e quociente microbiano. Foram identificadas as espécies de FMA e aplicados os índices ecológicos para verificarmos se o uso bioinsumos afetava a estrutura da comunidade micorrízica. Não houve efeito dos tratamentos para as variáveis de produção, tanto para feijão-caupi, como também para maracujazeiro, no entanto, o quociente de produção mostra que plantas associadas a FMA e em consórcio com leguminosa podem produzir até 3,6 vezes mais do que as plantas não inoculadas. Quanto aos parâmetros do solo, tem-se que o teor de carbono da biomassa microbiana do solo foi maior no tratamento micorrizado ou quando foi realizado o consórcio com feijão-caupi. O número de glomerosporos e de propágulos infectivos de FMA foram afetados positivamente pelo uso de bioinsumos. Foram encontrados 26 táxons e a espécie *Sclerocystis sinuosum* foi detectada apenas após a introdução do

consórcio com leguminosa, sendo considerada espécie indicadora. O uso de bioinsumos e o consórcio maracujazeiro do mato com feijão-caupi não afetou a produção dessas culturas, podendo ser utilizados de forma a otimizar o uso da terra e de insumos, bem como para o beneficiar o tamanho dos frutos de maracujazeiro, a atividade microbiana e a propagação de FMA no solo.

Palavras-chave: Micorriza arbuscular, Rizóbio, Maracujá do mato, Qualidade de frutos, sistema de produção, indicadores do solo

ABSTRACT

The passion fruit species *Passiflora cincinnata* can have its production increased by the use of biological inputs, such as arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) and nitrogen-fixing bacteria (NFB), which bring benefits to both the associated plant and the soil. This research aimed to verify the uses of biological inputs in a multiple cropping system containing passion fruit plants and *Vigna unguiculata* on field environment. The experiment was planted on the Caatinga research station at Embrapa Semiárido, Petrolina-PE. The experimental treatments were passion fruit plants (T1); passion fruit plants with AMF (T2); passion fruit plants + cowpea (T3); passion fruit plants + cowpea with NFB (T4); passion fruit plants with AMF + cowpea (T5); passion fruit plants with AMF + cowpea with NFB (T6), with four replicates and two crop cycles. The soil was sampled four times: sample time 1 (20 days after pruning the passion fruit plants - growing period), sample time 2 (45 days after sowing the cowpea – passion fruit blooming), sample time 3 (25 days after harvesting the cowpea - passion fruit fructification) and sample time 4 (60 days after harvesting passion fruits plants). The AMF species used to inoculate the passion fruit plants was *Claroideoglossum etunicatum*, while the cowpea (*Vigna unguiculata*) was inoculated with rhizobium BR 3267. The physical and chemical parameters of fruit weight, peel and pulp weight, peel thickness, fruit size and shape, size index, compression resistance, objective color measurement, juice content, total soluble solids, total titratable acidity and ascorbic acid were evaluated. During the second cycle, soil was sampled in four different periods. In those samples, the number of glomerospores, number of infective propagules, microbial biomass carbon and total organic carbon were evaluated. The AMF species were identified and their ecological distribution was analyzed. Passion fruit plants inoculated with AMF yielded larger fruits. There was no difference in yield between the cowpea treatments. Microbial biomass carbon was higher in the mycorrhizal treatments or when cropped with cowpea. The number of glomerospores and propagules benefited from the use of biological inputs. Twenty-six taxons were found and *Sclerocystis sinuosum* was an indicator species of multiple cropping systems. The use of biological inputs and the multiple cropping containing passion fruit plants and cowpea did not modify the

yield production of both species, and thus can be used to promote a more efficient land usage. Moreover, biological inputs can increase fruit size, microbial activity and the mycorrhizal community.

KEYWORDS: mycorrhizal fungi, rizobium, passion fruit, fruit quality, crop system, soil indicators

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1. FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES.....	17
2.1.1. Características Gerais.....	17
2.1.2. Fatores que afetam a Micorrização	18
2.1.3. Uso de Fungos Micorrízicos Arbusculares.....	21
2.1.4. Fungos Micorrízicos Arbusculares, Bactérias Fixadoras de Nitrogênio e Sistemas em Consórcio.....	24
2.2. INDICADORES DE QUALIDADE DO SOLO.....	25
2.3. CULTIVO DO MARACUJAZEIRO	27
2.3.1. Importância e Características Gerais.....	27
2.3.2. Passiflora cincinnata Mast.....	29
2.3.3. Maracujá e FMA	30
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32
4. PRODUÇÃO E QUALIDADE DE MARACUJÁ SILVESTRE EM CONSÓRCIO COM FEIJÃO-CAUPI INOCULADOS COM BIOINSUMOS	42
4.3. RESUMO	42
4.4. INTRODUÇÃO	42
4.5. MATERIAL E MÉTODOS	44
4.6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	46
4.7. CONCLUSÕES.....	54
4.9. REFERÊNCIAS	55
5. IMPACTO DO CONSÓRCIO ENTRE MARACUJAZEIRO DO MATO E FEIJÃO-CAUPI INOCULADOS COM BIOINSUMOS SOBRE A COMUNIDADE MICORRÍZICA E ATIVIDADE MICROBIANA DO SOLO	59
5.3. RESUMO	59
5.4. ABSTRACT.....	60
5.5. INTRODUÇÃO	60
5.6. MATERIAL E MÉTODOS	63
5.6.1. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	63
5.6.2. IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	64
5.6.3. AMOSTRAGEM.....	65
5.6.4. ANÁLISES QUÍMICAS DO SOLO	66
5.6.5. INDICADORES DE QUALIDADE DO SOLO ANALISADOS	66
5.6.6. IDENTIFICAÇÃO DAS ESPÉCIES DE FMA.....	67

5.6.7. ÍNDICES ECOLÓGICOS	67
5.6.8. ANÁLISE ESTATÍSTICA	68
5.7. RESULTADOS	68
5.8. DISCUSSÃO	82
5.9. CONCLUSÕES.....	85
5.10. REFERÊNCIAS.....	85
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	92

1. INTRODUÇÃO

Os micro-organismos representam, tanto em número de espécies quanto em biomassa, a maior parte da diversidade encontrada na biosfera e o solo comporta grande parte dessa biodiversidade. Os micro-organismos presentes no ambiente edáfico e plantas, contribuem para a sustentabilidade de ecossistemas terrestres, seja pela sua participação nos ciclos biogeoquímicos, formação do solo, bem como no aumento da absorção e disponibilidade de nutrientes (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

Entre os micro-organismos que habitam o solo, destacam-se os fungos micorrízicos arbusculares (FMA), que estabelecem simbiose mutualística com as raízes da maioria das plantas, aumentando a área de absorção e tornando a aquisição de água e nutrientes mais eficiente; conseqüentemente, propiciam incremento na tolerância a estresses bióticos e abióticos, além de participarem no processo de ciclagem de nutrientes (SMITH; READ, 2008; MOREIRA et al., 2010).

O maracujazeiro é uma planta que pode ser beneficiada pela associação micorrízica e alguns estudos demonstraram os efeitos positivos da micorrização na produção de mudas. Em *Passiflora edulis* Sims. (Cavalcante et al., 2001; Silveira et al., 2003), *Passiflora alata* Curtis (Anjos et al., 2005; Silva et al., 2006; Vitorazi Filho et al., 2012), *Passiflora setacea* D. C. (Silva et al., 2015) e *Passiflora cincinnata* Mast. (Silva, 2008), a inoculação micorrízica trouxe benefícios para a produção de mudas dessas espécies, seja pelo aumento no desenvolvimento das plantas ou pela redução no tempo de produção das mudas. Em plantas de *P. alata*, Silva (2006) verificou que a inoculação com *Gigaspora albida* Schenck & Smith, proporcionou aumento de produção com frutos de melhor qualidade, com reduzida acidez e elevada relação sólidos solúveis/acidez.

Outra espécie vegetal, ocorrente no semiárido, que pode ser beneficiada pela inoculação com micro-organismos promotores do crescimento vegetal é o feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.]. O feijão-caupi é um dos principais componentes da dieta alimentar de povos em países subdesenvolvidos,

servindo de base alimentar da população do Nordeste brasileiro, cuja importância reside no alto conteúdo de proteína nas sementes (AKANDE, 2007). Esta leguminosa, tem importância regional por gerar emprego e renda, tendo em vista a produção que alcança, muitas vezes maior que 3 mil toneladas (CONAB, 2014).

Por ser uma leguminosa, o feijão-caupi apresenta elevado potencial de fixação biológica de nitrogênio (FBN) e de produção de biomassa, e pode ser utilizado como adubo verde, proporcionando economia com o uso de fertilizantes e contribuindo para o manejo ecológico das culturas (ESPINDOLA et al., 2006).

Um manejo pouco utilizado é a aplicação de FMA na rizosfera das plantas. Esta aplicação pode ocorrer de forma isolada ou em associação com outros micro-organismos benéficos, como as bactérias fixadoras de nitrogênio (BFN), que favorecem o desenvolvimento das plantas, resultando no incremento da produtividade em leguminosas, como feijão-caupi (ZILLI et al., 2009). Práticas de manejo, como o consórcio com plantas leguminosas formadora de associação simbiótica com BFN podem trazer benefícios para a cultura consorciada (RODRIGUES et al., 2012), assim como podem alterar a atividade e a comunidade microbiana do solo (BALOTA et al., 1998). Além disso, o uso de FMA pode facilitar o convívio das plantas em consórcio, por aumentar a sua capacidade competitiva, visto que plantas micorrizadas possuem sistema radicular capaz de um melhor suporte hídrico e nutricional (MIRANDA et al., 2008).

Tendo em vista os benefícios proporcionados pela inoculação com FMA em plantas de *P. cincinnata*, a importância do feijão-caupi para a região semiárida e a possibilidade do cultivo em consórcio destas plantas, que podem beneficiar principalmente os pequenos agricultores, o presente trabalho visa verificar o uso de bioinsumos associados a implementação de consórcio de feijão-caupi, na produção e qualidade dos frutos de maracujá do mato em condições de campo como também, seus efeitos na atividade e composição da comunidade microbiana edáfica.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES

2.1.1. Características Gerais

Os fungos micorrízicos arbusculares habitam o solo, pertencem ao Filo Glomeromycota e estão distribuídos em três classes, cinco ordens, 15 famílias, 38 gêneros e aproximadamente 280 espécies (<http://glomeromycota.wix.com/lbmicorrizas#!sistema-de-classificacao/c1cmb>). Os primeiros registros de FMA no ambiente terrestre datam do período Ordoviciano, há cerca de 400 milhões de anos (REDECKER et al., 2000). No Brasil, os estudos com fungos micorrízicos vêm evoluindo desde a década de 1970, paralelamente à expansão da agricultura brasileira (MOREIRA et al., 2010)

As endomicorrizas arbusculares e ectomicorrizas são os tipos de fungos micorrízicos mais estudados. Nessas duas formas de associação, os fungos caracterizam-se por apresentarem relação simbiótica mutualística com as plantas, resultante da união orgânica entre as raízes vegetais e as hifas dos fungos, com dependência fisiológica, seguida pelo crescimento de ambos os simbiontes (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

As ectomicorrizas são características de certos grupos de árvores e arbustos encontrados principalmente em regiões temperadas, como Fagaceae, Salicaceae e Pinaceae. Já as endomicorrizas arbusculares são mais comuns, e apresentam ampla distribuição pelo o mundo, não são específicas e ocorrem no sistema radicular de mais de 80% das plantas vasculares. Frequentemente denominados de fungos micorrízicos arbusculares (FMA), sua principal característica é a formação do arbúsculo que se dá pela penetração da hifa do fungo nas células corticais da raiz da planta e formação de arbúsculo (SMITH; READ, 2008; MOREIRA et al., 2010).

Os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) são organismos biotróficos obrigatórios de ocorrência generalizada em diversos ecossistemas. No entanto,

só se propagam quando associados a uma planta viva, pois são dependentes dos compostos de carbono produzidos pelos vegetais. Os FMA são caracterizados por possuírem parede celular formada por quitina, formarem vesículas, arbúsculos e por produzirem esporos (SMITH; READ, 2008).

O glomerosporo assim denominado por Goto; Maia, (2006), principal estrutura de propagação destes fungos, caracteriza-se pela dormência ou quiescência, apresentando variações nos limites e na faixa ótima de temperatura para germinação dos esporos e extensão do micélio externo (CAVALCANTE; GOTO; MAIA et al., 2009).

O arbúsculo é o principal sítio de troca de nutrientes entre os simbioses, formado por hifas ramificadas, se localiza nas células do córtex das raízes (SOUZA et al., 2012). O micélio dos FMA pode crescer tanto no solo como no interior da raiz, o micélio extrarradicular, absorve os nutrientes minerais do solo e os transloca à planta hospedeira, funcionando como um sistema radicular complementar, eficiente na absorção de nutrientes e água além da zona de esgotamento do solo (BAREA, 2000).

Entretanto, a eficiência das diferentes funcionalidades, incluindo propagação de micélio extrarradicular, absorção de nutrientes e especificidades de expressão gênica, sejam influenciados pela combinação genótipo específico de FMA e planta hospedeira. Essas diferentes respostas de crescimento encontradas em plantas associadas (LEE et al., 2013), são resultantes da interação morfológica e funcional entre fungo e planta.

2.1.2. Fatores que afetam a Micorrização

Fatores bióticos, como a cobertura vegetal, sistema radicular, nutrição vegetal, ciclo e taxa de crescimento, sistema de cultivo, alelopatia, exsudação radicular e organismos do solo; e fatores abióticos, como disponibilidade de nutrientes, pH, elementos tóxicos, salinidade, textura, estrutura e agregação do solo, umidade, temperatura e precipitação, podem influenciar a formação, funcionamento e ocorrência dos FMA em diversos ecossistemas (SIQUEIRA; KLAUBERG FILHO, 2000).

Uma espécie vegetal pode ser colonizada por qualquer espécie de FMA, mas os efeitos da simbiose podem diferir conforme a combinação solo-planta-fungo-ambiente (CAVALCANTE; GOTO; MAIA, 2009). Fatores da planta, como idade, estado nutricional, presença de compostos fungistáticos, desfolha, pastejo, poda e aplicação de fitohormônios, também influenciam a eficiência da micorrização. Por outro lado, a colonização micorrízica das raízes e a produção de glomerosporos são afetados por inúmeros fatores, como manejo da cultura, do solo e o clima. (CAVALCANTE; GOTO; MAIA, 2013).

Tabela 1. Fatores que afetam a eficiência simbiótica dos fungos micorrízicos nas plantas.

Fator	Efeito	Referência
Adubação fosfatada	Redução da colonização micorrízica	Gosling et al. (2013)
Adubação orgânica - adição de lodo de curtume como fonte de matéria orgânica	Elevadas doses levam a diminuição do número de glomerosporos e diversidade de FMA	Nakatani et al. (2011)
Adubação química	Redução da riqueza de espécies e mudança das comunidades de FMA	Liu et a. (2015)
Calagem	Alteração na colonização micorrízica	Sano et al. (2002)
Condições climáticas	Mudança da comunidade de FMA presente na área	Mergulhão et al. (2010), Lee et al. (2013)
Manejo da cultura – Orgânico e convencional	O manejo orgânico aumentou a diversidade das comunidades de FMA	Verbruggen et al. (2010)
Manejo de práticas agrícolas	Modificação da riqueza de espécies e mudança das comunidades de FMA	Alguacil et al. (2014)
Manejo de solo – Plantio direto e adubação verde	Aumento da colonização micorrízica e número de propágulos infectivos do solo	Wang et al. (2016)

Sucessão de plantas	Diminuição do número de glomerosporos e colonização micorrízica	Zangaro et al. (2008)
Uso do solo	Influencia a riqueza de espécies	Vorisková et al. (2016)
Consórcio entre leguminosa e gramínea	Influencia diversidade de espécies	Menezes et al., (2016)
Policultivo	Modulação na estrutura e composição da comunidade de FMA	Hage-Ahmed et al., (2013)

2.1.3. Uso de Fungos Micorrízicos Arbusculares

A associação micorrízica é um processo benéfico às plantas e ao solo, além de mitigar o efeito de estresses bióticos e abióticos (Tabela 1). Segundo Berbara, Souza e Fonseca (2006), a sustentabilidade da produção agrícola está ligada aos efeitos benéficos dos fungos micorrízicos sobre a nutrição de plantas, principalmente com relação à absorção de fósforo (P), que é um recurso natural não-renovável.

Tabela 2. Benefícios da aplicação de FMA contra estresses bióticos e abióticos.

Benefício	Espécie de FMA	Espécie vegetal	Referência
Estresse abióticos			
Aumento da tolerância a estresse hídrico	<i>Funneliformis mosseae</i>	<i>Fragaria x Ananassa</i>	Boyer et al. (2015), Boomsma e Vyn. (2008)
	<i>F. geosporus</i>		
Redução do efeito da acidez por alumínio	<i>Rhizogloinus irregulares</i>	<i>Cucurbita pepo</i>	Rouphael et al. (2015)
	<i>Funneliformis mosseae</i>		
Retenção de metais pesados Cu, Cd, Pb e Zn	<i>Rhizogloinus clarum</i>	<i>Ipomeia batatas</i>	Cabral et al. (2010)
	<i>Gigaspora gigantea</i>		
Estresses bióticos			
Proteção contra o agente causal do mal-do-panamá, <i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Gigaspora margarita</i>	<i>Musa sp.</i>	Borges et al., 2007
Redução da gravidade	<i>Fuscutata</i>	<i>Passiflora alata</i>	Anjos et al.

dos sintomas e reprodução de <i>Meloidogyne incognita</i>	<i>heterogama</i> <i>Claroideoglo-</i> <i>mus</i> <i>etunicatum</i>	<i>Lycopersicon</i> <i>esculentum</i>	(2010), Cofcewicz et al. (2001)
Redução do número de fêmeas e do ataque de <i>Meloidogyne incognita</i> a raízes	<i>Funneliformis</i> <i>mosseae</i>	<i>Solanum</i> <i>lycopersicum</i>	Vos et al., (2012)

Muitas frutíferas vêm sendo testadas quanto à responsividade à micorrização, sendo que a maioria dos trabalhos associada a estas plantas e FMA estão relacionados principalmente à eficiência da inoculação no desenvolvimento inicial das plantas e mostram a rapidez no crescimento, aumento da biomassa aérea, área foliar, altura, entre outros parâmetros de avaliação de crescimento.

Vários estudos comprovam os benefícios da inoculação micorrízica no Brasil (Tabela 2). Em planta frutíferas, como mangabeira (*Hancornia speciosa*) (COSTA et al., 2005), aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.) (BALOTA et al., 2011), bananeira (*Musa* sp. cultivar Prata-Manteiga) (LEAL et al., 2005), pinheira (*Annona squamosa* L.) (COELHO et al., 2012), abacaxizeiro (*Ananas comosus*) (SANTOS et al., 2011) e gravioleira (*Annona muricata*) (SILVA, 2008; SAMARÃO et al., 2011), a inoculação com FMA promoveu crescimento, aumento da biomassa aérea, diâmetro de caule, favorecendo, entre outros benefícios, a produção de mudas e o estabelecimento da cultura.

Outro aspecto que deve ser considerado é a qualidade do fruto, que está diretamente relacionado a muitas variáveis principalmente o clima, solo, pragas, manejo, irrigação e nutrição (SENHOR et al., 2009). A micorrização também pode influenciar a produção e a qualidade de frutos, sendo demonstrado que plantas de morangueiro (*Fragaria x ananassa* var. Selva) inoculadas com um misto de FMA tiveram incremento na produtividade, na produção de sacarose e de vitaminas, comparada às não inoculadas (BONA et

al., 2015). Também em morangueiro, Boyer et al. (2014) observaram crescimento semelhante entre plantas inoculadas em estresse hídrico e plantas não inoculadas com regime normal de irrigação, independente da espécie fúngica utilizada.

Os benefícios da micorrização podem ser estendidos à produção de compostos biologicamente ativos, sendo possível constatar incremento nos teores de compostos farmacológicos do maracujazeiro (*Passiflora alata*), principalmente flavonoides em plantas submetidas a inoculação com *Gigaspora albida* (Oliveira et al., 2015).

O solo, assim como a planta, também se beneficia com a micorrização, principalmente na conservação de sua estrutura e na formação de microagregados através da união física entre partículas minerais e orgânicas do esqueleto formado pelas hifas. Além disso, contribuem para a manutenção da fertilidade do solo, podendo drenar carbono diretamente das plantas para o solo (MOREIRA et al., 2010). Considerando que os FMA podem estar presentes em diferentes tipos de solo, os benefícios químicos, físicos e biológicos do solo são variados e seus efeitos diversificados.

Ressalta-se que a comunidade nativa de FMA, pode ser influenciada por diversos fatores bióticos e abióticos (Tabela 2), e a comunidade de plantas também exerce influencia determinante, a partir da rizosfera, modificando a população microbiana (HODGE; FITTER, 2013). Vandenkoornhuysen et al. (2002) observaram que a comunidade de FMA que colonizavam *Trifolium repens* diferia daquela encontrada em *Agrostis capillaris*, evidenciando a hipótese de que diferenças na comunidade das plantas pode alterar a comunidade dos fungos, por haver uma preferência entre os simbiossiontes. Segundo Alguacil et al. (2011), diferentes espécies de plantas possuem composições distintas de comunidade de fungos micorrízicos arbusculares. Assim, em geral, maior diversidade de FMA é encontrada em ambientes com maior diversidade de plantas, como observado em áreas de cultivo, comparadas a mata nativa (MELLO et al., 2006). Outro aspecto que influencia a distribuição dos filotipos de FMA é o sistema de rotação de culturas, como observado no cultivo de soja [*Glycine max* (L.) Merr.] com trigo (*Triticum aestivum* L.) e colza (*Brassica napus* L.) (HIGO et al., 2014).

2.1.4. Fungos Micorrízicos Arbusculares, Bactérias Fixadoras de Nitrogênio e Sistemas em Consórcio.

Assim como os FMA trazem benefícios à planta e ao solo, as bactérias diazotróficas também favorecem o crescimento da planta por meio da fixação biológica de nitrogênio (AVIS et al., 2008). Elas formam um grupo bastante diverso, possuindo representantes aeróbios, anaeróbios e anaeróbios facultativos de vida livre ou simbiontes obrigatórios. Essa alta diversidade garante sua ocorrência nos mais diversos ambientes. As bactérias fixadoras de nitrogênio (BFN) nodulíferas em leguminosas são conhecidas coletivamente como rizóbios, representados por 14 diferentes gêneros. A simbiose leguminosa e rizóbio permite que ocorra o compartilhamento, principalmente, de nitrogênio (N) e carbono (C).

Este grupo de bactérias (rizóbios) destaca-se por sua importância econômica, pois possuem ampla distribuição geográfica e as plantas simbiontes são muito utilizadas comercialmente. Os nódulos formados nas raízes permitem que ocorra a fixação do nitrogênio atmosférico em troca de solução de carbono, definindo a associação simbiótica (VENKATESHWARAN et al., 2013)

Essas bactérias contribuem para aumentar o desenvolvimento das plantas, principalmente o acúmulo de biomassa seca, produção e aquisição de nitrogênio pelas plantas, a exemplo do que ocorre em feijão-caupi (MELO; ZILLI, 2009). A inoculação do rizóbio (*Bradyrhizobium elkanii*) estirpe BR-3262 na variedade de feijão-caupi, BRS Guariba, favoreceu o acúmulo de N na parte aérea da planta, como também aumentou a produtividade de grãos da cultivar (GUALTER et al., 2007).

O cultivo de plantas em consórcio é uma técnica empregada para aumentar a produtividade e lucro por unidade de área (TEIXEIRA et al., 2005), possibilitando a maximização da utilização de recursos ambientais, gerando melhor aproveitamento do uso da terra (GUEDES et al., 2010). Práticas de cultivo de plantas em consórcio demonstram que o uso de leguminosas associadas a BFN pode aumentar o aporte de nitrogênio no solo,

disponibilizando esse elemento para a cultura consorciada (RODRIGUES et al., 2012).

Plantas de *Eucalyptus grandis* cultivadas em consórcio com *Sesbania virgata* inoculada com BFN receberam nitrogênio da planta consorciada, sendo a produção de madeira mais eficiente quando as plantas de eucalipto estavam inoculadas com FMA (RODRIGUES; MARTINS; SALOMÃO, 2003). Vieira et al. (2013) demonstraram que cultivos de eucalipto com interplântio de leguminosas arbóreas associadas a bactérias fixadoras de nitrogênio eram beneficiados com incremento na produção de madeira. A introdução do sistema em consórcio na produção de fruteiras foi testada por Paulino et al. (2010), que verificaram que pomares de mangueira e gravioleira cultivados em consórcio com leguminosas, inoculadas com BFN, receberam quantidade de N superior à demandada pela planta.

Além disso, bactérias diazotróficas podem ajudar a aumentar a colonização micorrízica, pois seus exsudatos podem estimular o crescimento micelial do FMA (BALOTA et al., 1995). Mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.) cultivadas com dupla inoculação (FMA e BFN) foram beneficiadas pelo sinergismo entre os micro-organismos, constatando-se aumento na colonização micorrízica e nodulação bacteriana quando ambos foram observados na zona radicular da planta (BURITY et al., 2000).

2.2. INDICADORES DE QUALIDADE DO SOLO

Um solo que apresenta boa qualidade física e biológica e não contém elementos tóxicos é considerado fértil quando contém nutrientes essenciais em quantidades adequadas para o crescimento e desenvolvimento satisfatório das plantas (LOPES; GUILHERME, 2007). A matéria orgânica dos solos pode ser alterada com maior ou menor intensidade, dependendo do sistema agrícola instalado, sendo um dos atributos mais sensíveis às transformações desencadeadas pelo manejo (BARRETO et al., 2008).

A qualidade do solo é definida como a capacidade deste em funcionar dentro do ecossistema, visando sustentar a produtividade biológica, mantendo a qualidade ambiental e promovendo a saúde das plantas e animais.

Atualmente, os indicadores de qualidade do solo podem ser classificados em físicos, químicos e biológicos. Alguns exemplos de indicadores são frequentemente estudados, como: a matéria orgânica do solo, que está relacionada com a fertilidade, estrutura e estabilidade do solo; o pH, que determina a atividade biológica e disponibilidade de nutrientes; e a biomassa microbiana, que afeta a atividade microbiana e reposição de nutrientes (ARAUJO; MONTEIRO, 2007), o carbono orgânico, que atua na disponibilidade de nutrientes como N, S e P, e pela sua relação com a atividade biológica do solo (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

Apesar da existência de uma gama de indicadores para manejo mais sustentável da terra, há alguns que são especialmente importantes para a qualidade ambiental, pois permitem prever se o solo irá manter ou não sua capacidade de funcionar após um distúrbio. Logo, isso dependerá tanto da sua resistência à degradação, como da sua resiliência, ou seja, da capacidade do mesmo em recuperar-se após a degradação (HERRICK, 2000). Os microorganismos do solo, por suas características, tais como a abundância e atividade bioquímica e metabólica, proporcionam respostas mais rápidas às mudanças no ambiente e apresentam um alto potencial de uso na avaliação da qualidade do solo (ARAUJO; MONTEIRO, 2007), destacando-se como indicadores de alterações do solo em função do manejo (BALOTA et al., 1998).

O carbono orgânico total do solo revela tanto o carbono presente na parte viva quanto na parte morta da matéria orgânica do solo. O carbono orgânico do solo, constituído principalmente de matéria morta, representa mais de 95% de sua constituição, enquanto que a fração viva varia de 1 a 5% dos materiais orgânicos do solo (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). A biomassa microbiana é considerada a parte viva e mais ativa da matéria orgânica do solo, constituída por fungos, bactérias, actinomicetos, protozoários, algas e microfauna (DE-POLLI; GUERRA, 1997). Incremento de carbono da biomassa microbiana foi registrado em áreas com sistema silvipastoril, com cultivo de coqueiros (*Cocos nucifera* L.) juntamente com capim (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu), quando comparado ao monocultivo de pastagem com *B. brizantha* (AZAR et al., 2013). Estes resultados sugerem que a biomassa microbiana se apresenta como um dos componentes que controlam funções-chave no solo,

como a decomposição e o acúmulo de matéria orgânica, ou transformações envolvendo os nutrientes minerais (ARAÚJO; MONTEIRO, 2007).

O carbono orgânico total também é utilizado para indicar variações nas propriedades do solo e manejo do solo. Teores mais elevados de carbono orgânico total foram observados em solo sob cultivo contínuo de arroz com preparo convencional do solo e controle de invasoras com o uso de herbicidas. A elevação do carbono orgânico, nesse caso, decorre principalmente da incorporação de resíduos em profundidade pelo processo de aração periódica e menor atividade microbiana (SANTOS et al., 2004).

A relação entre o carbono microbiano e o carbono orgânico do solo é denominada quociente microbiano (q_{mic}), que pode revelar alterações na qualidade e nas propriedades biológica do solo (BAUHUS et al., 1998). Esse quociente se apresenta como um parâmetro útil para descrever alterações em ecossistemas com interferência antrópica (INSAM; DOMSCH, 1988). Azar et al. (2013), relataram maior quociente microbiano em solo no sistema silvipastoril quando comparado a solo sob pastagem, isso indica que a comunidade microbiana está muito ativa, promovendo transformações relacionadas à ciclagem de nutrientes (SAMPAIO et al., 2008).

2.3. CULTIVO DO MARACUJAZEIRO

2.3.1. Importância e Características Gerais

A fruticultura é um ramo agrícola que vem se destacando com a introdução de novas tecnologias, que permitem ganhos significativos de produção. No Vale do submédio São Francisco, o cultivo de frutas é uma atividade promotora de crescimento para micro e pequenos produtores, assim como para o desenvolvimento da região como um todo, com ênfase para a geração de emprego e renda (BUSTAMANTE, 2009). Dentre as frutas produzidas, destaca-se o maracujá, que tem o Brasil como um dos principais produtores mundiais, que produz cerca de 776 mil toneladas (AGRIANUAL, 2014). A região Nordeste é responsável por mais de 70% desta produção,

liderando o ranking em área colhida com 29.938 hectares e produção de 320.945 toneladas (IBGE, 2012).

O Brasil possui 83 espécies endêmicas de maracujazeiro, podendo ser utilizadas como alimento, remédios e ornamentação. *Passiflora edulis* Sims. (Maracujá azedo) e *Passiflora alata* Curtis (Maracujá doce) são as espécies mais cultivadas, estimado-se que estas espécies ocupem mais de 90% da área cultivada no mundo (FALEIRO; JUNQUEIRA; BRAGA, 2008). O agricultor familiar encontrou no maracujá uma opção técnica e economicamente viável, que vem contribuindo para o desenvolvimento da cultura e expansão dos pomares comerciais. Atualmente, a agricultura familiar tem sido responsável pela expansão dos pomares comerciais (MELETTI, 2011).

A produção de maracujá pode sofrer efeito do manejo utilizado no cultivo e a qualidade do fruto produzido depende dos tratamentos culturais, desde o momento do plantio até seu armazenamento, sendo influenciado pelo manejo de solo, irrigação, adubação, controle fitossanitário e fatores climáticos e ambientais (SENHOR et al., 2009).

Por ser uma planta trepadeira, seu cultivo precisa de um sistema de condução, como por exemplo espaldeira, latada e lira. Mesmo que a forma de condução modifique a conformação da planta de maracujazeiro, os sistemas não alteram a qualidade de frutos, possuindo o mesmo tamanho e massa em todos os sistemas testados (SILVA; CORRÊA; BOLIANI.,2004). Esses tipos de sistemas permitem que as plantas sejam cultivadas em linhas e o espaçamento entre as linhas se tornam espaço que pode ser utilizado para cultivo de culturas de ciclo curto, tornando assim o uso da terra mais eficiente. Lima et al. (2002) recomendam o uso de milho (*Zea mays* L. - BR 106) e o feijão (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Pérola) como culturas intercalares no primeiro ano de cultivo do maracujá-amarelo. O maracujá cultivado em sistema de policultivo juntamente com abacaxi, milho e mandioca resultou no incremento do uso da terra em 2,65 vezes em relação ao sistema de monocultivo (ARAÚJO NETO et al., 2014).

2.3.2. *Passiflora cincinnata* Mast.

Passiflora cincinnata é uma planta escandente, glabra, com caule cilíndrico e folhas simples, flores axilares de 7,0 a 12,0 cm de diâmetro com sépalas oblongo-lanceoladas, internamente azul rosadas ou violetas, de ovário globoso, glabro, produz fruto ovóide, de 5-6 × 3-4 cm e sementes ovais, de 5-6 × 4 mm, foveoladas (CERVI, 1997). É uma espécie polimorfa, com frutos grandes e pequenos, apresentando variação de peso entre 40 e 80 g, além de diferentes cores e sabores de suco (OLIVEIRA; RUGGIERO, 2005). Segundo Sousa et al. (2012), quando se compara as características físicas e químicas de frutos de *P. cincinnata* com *P. edulis* encontra-se grande variação entre os valores de comprimento, diâmetro, espessura de casca e sólidos solúveis; no entanto, há semelhança para número de sementes e acidez titulável.

A composição química de frutos de maracujazeiro do mato é diferente do maracujazeiro amarelo. Apesar de possuir menor quantidade de β -caroteno, o maracujá amarelo possui luteína, um carotenoide derivado de α -caroteno, mostrando, assim, propriedades diferenciadas (WONDRACEK et al., 2011). Os frutos de maracujazeiro do mato são consumidos principalmente em forma de suco e possuem alta quantidade de fenóis totais e elevada atividade antioxidante, podendo ser utilizado em tratamentos contra dor de cabeça, enxaqueca, nervosismo e epilepsia, por possuir propriedades de ação biológica contra os agentes causais das doenças (DAVID et al., 2007).

A espécie *P. cincinnata*, conhecida popularmente como maracujá do mato ou maracujá-de-boi, pode ser uma alternativa de cultivo para a agricultura familiar, especialmente em área de sequeiro na região Nordeste, visto que a tendência de mercado para o consumo de produtos naturais exóticos tem aumentado. Além disso, essa planta possui potencial fitoterápico podendo ser utilizada como calmante e no combate a insônia (RIBEIRO et al., 2014). Na indústria farmacêutica, o extrato da polpa e casca do fruto apresenta características químicas favoráveis à elaboração de fármacos (SIEBRA et al., 2014).

O maracujazeiro do mato tem se destacado como sendo uma planta muito utilizada como porta enxerto. Segundo Nogueira Filho et al. (2011), esta planta destaca-se por sua precocidade na obtenção de mudas enxertadas e

por seu estabelecimento em campo. Os maracujazeiros, amarelo e roxo, quando enxertados em maracujazeiro do mato apresentam cerca de 50% de pegamento (SANTOS et al., 2014).

2.3.3. Maracujá e FMA

Um dos grandes entraves na cultura do maracujazeiro e que afeta diretamente a produtividade do pomar é a qualidade das mudas disponíveis. Neste sentido, a inoculação micorrízica na fase de mudas é uma alternativa promissora, visto que essa técnica pode garantir mudas com melhor desenvolvimento. O maracujazeiro é classificado como uma planta micotrófica facultativa, pois mostra respostas positivas significativas quando associada com FMA em seu crescimento. No entanto, a depender do nível de P no solo, as respostas podem variar. Para o maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg.), a inoculação da planta com uma mistura de espécies de FMA, (*G. albida*, *G. margarita*, *A. longula* e *S. heterogama*) proporcionou uma maior biomassa aérea mesmo em doses elevadas de adubação fosfatada (CAVALCANTE et al., 2001). Isso mostra que os fungos além de trabalharem em sinergismos entre suas espécies, proporcionam um melhor aproveitamento da adubação realizada, trazendo eficiência para o manejo do cultivo.

O maracujazeiro roxo (*Passiflora edulis* f. *edulis* Sims) apresenta alta dependência micorrízica, quando conjugada com 0,02 mg L⁻¹ de P na solução do solo, mostrando elevada eficiência do fungo em promover o crescimento da planta. No entanto, com o aumento da dose de P no solo, o efeito do fungo foi insuficiente para demonstrar diferenças entre o crescimento da planta micorrizada e não micorrizada (GIL et al., 2015).

O P tem importante efeito no desenvolvimento do maracujazeiro, no entanto, diversos trabalhos demonstram que a inoculação com FMA ajuda a diminuir a adubação fosfatada ou mesmo sua substituição, promovendo redução dos custos na produção de mudas. As mudas de maracujazeiro-decerrado (*Passiflora setacea*) inoculadas com *Claroideoglossum etunicatum* apresentaram maior desenvolvimento quando comparadas às plantas não inoculadas e adubadas com fertilização química fosfatada (SILVA et al., 2015).

Em plantas de maracujazeiro doce inoculadas com *Claroideoglossum etunicatum*, *Rhizoglossum intraradices* e inóculo misto (*Rhizoglossum clarum* e *Gigaspora margarita*) foram observados incrementos nos conteúdos de fenóis totais, N, P e K e no teor de P na parte aérea quando não adubadas com P (RITER NETTO et al., 2014). Oliveira et al. (2015) constataram que a inoculação com *Gigaspora albida* em maracujazeiro doce promove maior síntese de flavonoides, nas menores doses de P aplicadas.

A inoculação com 100 esporos de *Gigaspora albida* e *Scutellospora heterogama*, como espécies únicas ou como inoculação mista, melhoraram significativamente o crescimento de maracujazeiro amarelo em solos não fertilizados ou com 4 mg dm⁻³ de P no solo (CAVALCANTE et al., 2001). A inoculação de outra espécie do gênero *Gigaspora* (*G. margarita*) proporcionou melhor resposta no crescimento das plantas de maracujazeiro doce nas doses de 0 e 15 mg dm⁻³ de P no solo, mas a inoculação de FMA, independente da espécie, traz resultados semelhantes a elevada dose de adubação fosfatada (VITORAZZI FILHO et al., 2012).

Como observado, o benefício da simbiose é dependente da combinação espécie de FMA x hospedeiro vegetal x fertilização do solo, mostrando diferenças entre as combinações, mas sempre indicando que quanto menor a dose de P maior a resposta micorrízica. Esses trabalhos enfatizaram o fato de que espécies diferentes de fungos têm comportamentos diferentes quando inoculados em plantas de maracujazeiro, o que mostra a necessidade de estudos mais específicos para determinação de combinações favoráveis entre planta, fungo e adubação fosfatada para uma melhor produção de mudas.

Outro benefício da inoculação de FMA observado é que não somente a adubação fosfatada pode ser reduzida, como também, o tempo de produção das mudas é acelerado, e conseqüentemente ocorre diminuição no custo de produção. Em mudas de maracujazeiro-doce, os FMAs, a depender da espécie, induzem respostas diferentes com relação ao tempo, a inoculação com FMAs nativos e *Gigaspora albida* promoveram maior crescimento das mudas a partir de 30 dias após a inoculação, diferentemente de *Scutellospora heterogama* que foram observados a partir de 45 dias, ajudando a reduzir o tempo de produção de mudas, acelerando o crescimento (ANJOS et al., 2005).

Redução do tempo de produção das mudas também foi observado por Cavalcante et al. (2002), além de maior vigor em planta de maracujazeiro amarelo, quando inoculadas com *Gigaspora albida*, *Gigaspora margarita* e *Claroideolomus etunicatum*, essas são as espécies mais promissoras para inoculação.

Plantas de maracujazeiro associadas com FMA apresentam maior tolerância ao ataque de nematoide. O trabalho de Anjos et al. (2010) demonstrou que, em plantas de *Passiflora alata* inoculadas com *Scutellospora heterogama* mesmo com a presença do nematoide. *M. incognita*, o crescimento das mudas não foi afetado. Além disso, o estabelecimento da micorriza antes do nematóide contribui para a redução da severidade dos sintomas e reprodução de *M. incognita* em solo desinfestado. Não somente nas mudas, mas também no momento do transplântio para substrato não esterilizado, a inoculação com FMAs proporcionou aumento significativo no crescimento e nos teores de nutrientes da parte aérea das mudas de maracujazeiro amarelo (SOARES; MARTINS, 2000).

Poucos trabalhos foram desenvolvidos visando avaliar a qualidade de frutos de maracujazeiro micorrizados. Silva (2006) testou em campo se a forma de produção do inoculante de FMA poderia influenciar na eficiência da micorrização em plantas de *P. alata*, que eram adubadas com fertilizantes químicos e orgânicos. Este autor verificou que plantas inoculadas com *G. albida* (inoculante produzido organicamente) que receberam adubação química apresentaram maior produção de frutos com reduzida acidez e elevada relação °Brix/acidez, quando comparado ao sistema com adubação orgânica.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKANDE, S. R. Genotype by environment interaction for cowpea seed yield and disease reactions in the forest and derived savanna agro-ecologies of south-west Nigeria. **American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Science**, v. 2, n. 2, p. 163-168, 2007.

ALGUACIL, M.M. et al. Plant type differently promote the arbuscular mycorrhizal fungi biodiversity in the rhizosphere after revegetation of a degraded, semiarid land. **Soil Biology and Biochemistry**, v.43 n.1, p.167-173, 2011.

ALGUACIL, M. M. et al. Changes in the composition and diversity of AMF communities mediated by management practices in a Mediterranean soil are related with increases in soil biological activity. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 76, p. 34-44, 2014.

AGRIANUAL. Anuário estatístico da agricultura brasileira. São Paulo: FNP, 2014, 136 p.

ANJOS, É. C. T. D. et al. Interactions between an arbuscular mycorrhizal fungus (*Scutellospora heterogama*) and the root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) on sweet passion fruit (*Passiflora alata*). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.53, n.4, p.801-809, 2010.

ANJOS, É. C. T. D. et al. Production of mycorrhized sweet passion fruit seedlings in disinfected and phosphorus fertilized soil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.4, p.345-351, 2005.

ARAÚJO NETO, S. E. D. et al. Organic polyculture of passion fruit, pineapple, corn and cassava: the influence of green manure and distance between espaliers. **Ciência e Agrotecnologia**, v.38, n.3, p.247-255, 2014.

ARAÚJO, A. S. F.; MONTEIRO, R. T. R. Indicadores biológicos de qualidade do solo. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 1, p. 66-75, 2007.

AVIS, T.J. et al. Multifaceted beneficial effects of rhizosphere microorganisms on plant health and productivity. **Soil Biology and Biochemistry**, v.40, n.7, p.1733-1740, 2008.

AZAR, G.S. et al. Biomassa e atividade microbiana do solo sob pastagem em sistemas de monocultura e silvipastoril. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, n.6, p.2727-2736, 2013.

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**, v.22 n.4, p.641-649, 1998.

BALOTA, E. L.; MACHINESKI, O.; STENZEL, N. M. C. Resposta da acerola à inoculação de fungos micorrízicos arbusculares em solo com diferentes níveis fósforo. **Brágotia** v. 70, n. 1, p.166-175, 2011.

BALOTA, E.L. et al. Interações e efeitos fisiológicos de bactérias diazotróficas e fungos micorrízicos arbusculares na mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, n.1, p.1335-1345, 1995.

BAREA, J. M. **Rhizosphere and mycorrhiza of field crops**. Pp.81-92. In: Biological Resource Management Connecting Science and Policy. Springer: Berlin Heidelberg, 2000.

BARRETO, A.C. et al. Fracionamento químico e físico do carbono orgânico total em um solo de mata submetido a diferentes usos. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v.32 p.1471-1478, 2008.

BAUHUS, J.; PARÉ, D.; COTÉ, L. Effects of tree species, stand age and soil type on soil microbial biomass and its activity in a southern boreal forest. **Soil Biology & Biochemistry**, v.30, n.8, p.1077-1089, 1998.

BERBARA, R.L.L.; SOUZA, F. A.; FONSECA, H. M.A.C. III - **Fungos micorrízicos arbusculares**: muito além da nutrição. In: FERNANDES, M.S. Nutrição Mineral de Plantas, SBCS, Viçosa, 2006. 432p.

BONA, E. et al. AM fungi and PGP pseudomonads increase flowering, fruit production, and vitamin content in strawberry grown at low nitrogen and phosphorus levels. **Mycorrhiza**, v. 25, n. 3, p. 181-193, 2015.

BOOMSMA, C. R.; VYN, T. J. Maize drought tolerance: Potential improvements through arbuscular mycorrhizal symbiosis? **Field Crops Research**, v.108, n.1, p.14-31, 2008.

BORGES, A. J. S. et al. Redução do mal-do-panamá em bananeira-maçã por inoculação de fungo micorrízico arbuscular. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.42, n.1, 35-41, 2007.

BOYER, L.R. et al. Inoculation of drought-stressed strawberry with a mixed inoculum of two arbuscular mycorrhizal fungi: effects on population dynamics of fungal species in roots and consequential plant tolerance to water deficiency. **Mycorrhiza**, p.1-13, 2014.

BURITY, H. A. et al. Efetividade da inoculação com rizóbio e fungos micorrízicos arbusculares em mudas de sabiá submetidas a diferentes níveis de fósforo. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 35, n. 4, p. 801-807, 2000.

BUSTAMANTE, P. M. A. C. A fruticultura no Brasil e no Vale do São Francisco: Vantagens e desafios. *Revista Econômica do Nordeste*, v. 40, n. 01, 2009.

CABRAL, L. et al. Retenção de metais pesados em micélio de fungos micorrízicos arbusculares. **Química Nova**, v.33, n.1, 2010.

CAVALCANTE, U.M.T. et al. Respostas fisiológicas em mudas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims. f. *favicarpa* Deg.) inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares e submetidas a estresse hídrico. **Acta Botanica Brasílica** v.15, n.3, p.379–390, 2001.

CAVALCANTE, U. M. T. et al. Influência da densidade de fungos micorrízicos arbusculares na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.5, p.643-649, 2002.

CAVALCANTE, U. M. T.; GOTO, B. T.; MAIA, L. C. Aspectos da simbiose micorrízica arbuscular. **Anais da Academia Pernambucana de Ciências Agronômica**. v. 5, n.6, p.180-208, 2009.

CAVALCANTE, U. M. T.; GOTO, B. T.; MAIA, L. C. Aspectos da simbiose micorrízica arbuscular. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, v.5, p.180-208, 2013.

CERVI, A.C. Passifloraceae do Brasil. Estudo do gênero *Passiflora* L., subgênero *Passiflora*. Fontqueria XLV. Madrid, 1997.

CHÁVEZ, L.F. et al. Diversidade metabólica e atividade microbiana no solo em sistema de integração lavoura pecuária sob intensidades de pastejo. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.46 n.10, p.1254-1261, 2011.

COELHO, I. R. et al. Uso de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) na promoção do crescimento de mudas de pinheira (*Annona squamosa* L., Annonaceae). **Acta Botânica Brasílica**, v.26, p.933-937, 2012).

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento), Perspectivas para a agropecuária. Companhia Nacional de Abastecimento, Brasília: Conab, v.2, p. 1-154, set. 2014.

COFCEWICZ, E.T. et al. Interaction of arbuscular mycorrhizal fungi *Glomus etunicatum* and *Gigaspora margarita* and root-knot nematode *Meloidogyne javanica* in tomato. **Fitopatologia Brasileira**, v.26, n.1, p.65-70, 2001

COSTA, C. M. C. et al. Fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada em mudas de mangabeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.3, p.225-232, 2005.

DAVID, J.P. et al. Radical scavenging, antioxidant and cytotoxic activity of Brazilian Caatinga plants. **Fitoterapia** v.78, p.215–218, 2007

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).

ESPINDOLA, J.A.A.; GUERRA, J.G.M.; PERIN, A.; TEIXEIRA, M.G.; ALMEIDA, D.L. de; URQUIAGA, S.; BUSQUET, R.N.B. Bananeiras consorciadas com leguminosas herbáceas perenes utilizadas como coberturas vivas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.415-420, 2006

FALEIRO, F. G., JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. Pesquisa e desenvolvimento do maracujá. Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas, v. 1, p. 411-416, 2008.

GUALTER, R. M. et al. Avaliação dos efeitos da inoculação de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* [L.] Walp) com *Bradyrhizobium elkanii*. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 2, 2007.

GIL, J. G. R. et al. Germinação e crescimento de maracujazeiro roxo sob tratamentos pré-germinativos e inoculação micorrízica. **Pesquisa Agropecuária Tropical** (Agricultural Research in the Tropics), v.45, n.3, 2015.

GOSLING, P. et al. Contrasting arbuscular mycorrhizal communities colonizing different host plants show a similar response to a soil phosphorus concentration gradient. **New Phytologist**, v.198, n.2, p.546-556, 2013.

GOTO, B.T.; MAIA, L.C. Glomerospores: a new denomination for the spores of Glomeromycota, a group molecularly distinct from the Zygomycota. **Mycotaxon** v.96, p.129-132, 2006.

GUEDES, R.E. et al. Consórcios de caupi e milho em cultivo orgânico para produção de grãos e espigas verdes. **Horticultura Brasileira**, v.28 p.174-177, 2010.

HERRICK, J. E. Soil quality: an indicator of sustainable land management? **Applied Soil Ecology**, v. 15, n. 1, p. 75-83, 2000.

HIGO, M. et al. Temporal variation of the molecular diversity of arbuscular mycorrhizal communities in three different winter cover crop rotational systems. **Biology and Fertility of Soils**, p.1-12, 2014.

HODGE, A.; FITTER, A. H. Microbial mediation of plant competition and community structure. **Functional Ecology**, v. 27, n. 4, p. 865-875, 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Prod. agric. munic., Rio de Janeiro, v. 39, p.1-101, 2012

INSAM, H.; DOMSCH, K.H. Relationship between soil organic carbon and microbial biomass on chronosequences of reclamation sites. **Microbial Ecology**, New York, v. 5, p.177-188, 1988.

LEAL, P. L. et al. Crescimento de mudas micropropagadas de bananeira micorrizadas em diferentes recipientes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, n.1, 84-87. 2005.

LEE, E. H. et al. Diversity of arbuscular mycorrhizal fungi and their roles in ecosystems. **Mycobiology**, v.41, n.3, p.121-125, 2013.

LIMA, A. de A. et al. Cultivos intercalares e controle de plantas daninhas em plantios de maracujá-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.3, 2002.

LIU, Y. et al. Resource availability differentially drives community assemblages of plants and their root-associated arbuscular mycorrhizal fungi. **Plant and Soil**, v.386, n.1-2, p.341-355, 2015.

LOPES, A.S; GUILHERME, L. R.G. Fertilidade do solo e produtividade agrícola. In: NOVAIS R.F.; ALVAREZ, V.V.A.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI R.B.; NEVES, J.C.L. **Fertilidade do solo**, 1st edn. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, 2007. p.01-64.

MELETTI, L.M.M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal - SP, Volume Especial, p.83-91, 2011.

MELO, S.R. de; ZILLI, J.E. Fixação biológica de nitrogênio em cultivares de feijão-caupi recomendadas para o Estado de Roraima. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 9, p. 1177-1183, 2009.

MELLO, A. H. DE, ANTONIOLLI, Z. I., KAMINSKI, J., SOUZA, E. L., & OLIVEIRA, V. L. Fungos arbusculares e ectomicorrízicos em áreas de eucalipto e de campo nativo em solo arenoso. **Ciência Florestal**, v.16 n.3, p.293-301, 2006.

MERGULHÃO, A. C. D. E. S. et al. Diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in a gypsum mining impacted semiarid area. **Acta botanica brasilica**, v. 24, n. 4, p. 1052-1061, 2010.

MIRANDA, E.M de; SAGGIN JUNIOR, O. J.; SILVA, E.M.R da. Seleção de fungos micorrízicos arbusculares para o amendoim forrageiro consorciado com braquiária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 1185-1191, 2008.

MOREIRA, F.M.S.; HUISING, E.J.; BIGNELL, D. **Manual de biologia dos solos tropicais**: amostragem e caracterização da biodiversidade. Lavras: UFLA, 2010. 368p.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e Bioquímica do Solo**. Lavras: UFLA, 2006. 729p.

NAKATANI, A. S. et al. Dosage-dependent shift in the spore community of arbuscular mycorrhizal fungi following application of tannery sludge. **Mycorrhiza**, Heidelberg, v. 21, n. 6, p. 515-522, 2011.

NOGUEIRA FILHO, G.C.; RONCATTO, G.; RUGGIERO, C.; OLIVEIRA, J.C.de; MALHEIROS, E.B. Florescimento e produção de maracujazeiro-amarelo obtido por enxertia hipocotiledonar em Jaboticabal-SP e Araguari-MG. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 33, n. 1, p. 227-236, 2011.

OLIVEIRA, J. C. de; RUGGIERO, Carlos. **Espécies de maracujá com potencial agrônômico**. In. FALEIRO, F. G., JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Embrapa cerrados. v. 1, 2005, 670p.

OLIVEIRA, M. S.; CAMPOS, M. A.; SILVA, F. S. Arbuscular mycorrhizal fungi and vermicompost to maximize the production of foliar biomolecules in *Passiflora alata* Curtis seedlings. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 95, n.3, p.522-528, 2015.

PAULINO, G. M. et al. Fixação biológica e transferência de nitrogênio por leguminosas em pomar orgânico de mangueira e gravioleira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 12, p. 1598-1607, 2010.

REDECKER, D.; KODNER, R.; GRAHAM, L.E. Glomalean fungi from the Ordovician. **Science**, v.289, p.1920-1921, 2000.

RIBEIRO, D. et al. Potencial terapêutico e uso de plantas medicinais em uma área de Caatinga no estado do Ceará, nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.16 n.4, p.912-930, 2014.

RITER NETTO, A. F. et al. Efeito de fungos micorrízicos arbusculares na bioprodução de fenóis totais e no crescimento de *Passiflora alata* Curtis. **Revista brasileira de plantas medicinais**, v.16, n.1, p.1-9, 2014.

RODRIGUES, G. B. et al. Matéria e nutrientes da parte aérea de adubos verdes em cultivos exclusivo e consorciado. **Revista Ceres**, Viçosa, v.59, n.3, p.380-385, 2012.

RODRIGUES, L. A.; MARTINS, M. A.; SALOMÃO, M. S. B. Uso de micorrizas e rizóbio em cultivo consorciado de eucalipto e sesbânia. II Absorção e eficiência de utilização de fósforo e frações fosfatadas. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 27, p. 593-599, 2003.

ROUPHAEL, Y.; CARDARELLI, M.; COLLA, G. Role of arbuscular mycorrhizal fungi in alleviating the adverse effects of acidity and aluminium toxicity in zucchini squash. **Scientia Horticulturae**, v.188, p.97-105, 2015.

SAMARÃO, S. S. et al. Desempenho de mudas de gravioleira inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares em solo não-esterilizado, com diferentes doses de fósforo. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.33, n.1, p.81-88, 2011.

SAMPAIO, A. C., et al. Manejo cultural do maracujazeiro-amarelo em ciclo anual visando à convivência com o vírus do endurecimento dos frutos: um estudo de caso. **Revista brasileira de fruticultura**, v. 30, n. 2, p.343-347, 2008

SANO, S., et al. Influence of liming, inoculum level and inoculum placement on root colonization of subterranean clover. **Mycorrhiza**, v.12, n.6, p.285-290, 2002.

SANTOS, V., et al. Biomassa, atividade microbiana e teores de carbono e nitrogênio totais de um planossolo sob diferentes sistemas de manejo. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 10, n. 3, 2004.

SANTOS, P. C. et al. Produção de mudas do tipo rebentão, utilizando coroas de três cultivares de abacaxi inoculadas com fungos micorrízicos. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 33, n. 3, p.954-961, 2011.

SANTOS, V. A. et al. Enxertia de diferentes combinações de copas e porta-enxertos em maracujazeiros. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 3, p. 1201-1208, 2014.

SENHOR, R.F. et al. fatores de pré e pós-colheita que afetam os frutos e hortaliças em pós-colheita. **Revista Verde**, Mossoró, v.4, n.3, p. 13 – 21, 2009.

SIEBRA, A. L. A. et al. Actividad antimicrobiana y caracterización fitoquímica de los extractos hidroalcohólicos de *Passiflora cincinnata* Mast. (Maracujá do mato). **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v.19, n.4, p.319-328, 2014.

SILVA, H.A., CORRÊA, L de S., BOLIANI, A.C. Efeitos do sistema de condução, poda e irrigação na produção de maracujazeiro doce. **Revista brasileira de fruticultura**, v. 26, n. 3, p. 450-453, 2004.

SILVA, E. M. et al. Response of *Passiflora setacea* to Mycorrhization and Phosphate Fertilization in a Semiarid Region of Brazil. **Journal of Plant Nutrition**. v.38, n.3, p.431-442, 2015.

SILVA, E.M. Condição micorrízica em espécies de Passiflora e efeito da simbiose na promoção de crescimento. 2008. 76p. Dissertação (Mestrado em biologia de fungos) Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.

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

SILVA, M.D. et al. Crescimento de mudas de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis) associadas a fungos micorrízicos arbusculares (Glomeromycota). **Acta Botanica Brasilica**, v.18, p.981-985, 2004.

SILVEIRA, A.P.D. et al. Desempenho de fungos micorrízicos arbusculares na produção de mudas de maracujazeiro amarelo, em diferentes substratos. **Bragantina**, v.62, n.1, p.89-99, 2003.

SIQUEIRA, J.O.; KLAUBERG FILHO, J. **Micorrizas arbusculares**: A pesquisa brasileira em perspectiva. In: Novais, R. F.; Alvarez, V. V. H.; Schacter CEGR. Tópicos de ciências do solo, v.1, Viçosa: SBCS, 2000.

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

SOARES, A. C. F.; MARTINS, M. A. Influência de fungos micorrízicos arbusculares, associada à adição de compostos fenólicos, no crescimento de mudas de maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpus*). **Revista brasileira de ciência do solo**, v. 24, n. 4, p. 731-740, 2000.

SOUSA, L. B. et al. Characterization and genetic divergence of access of *Passiflora edulis* and *P. cincinnata* based on physical and chemical characteristics of fruits. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 3, p. 832-839, 2012.

TEIXEIRA, I.; MOTA, J. H.; SILVA, A. G. da. Consórcio de hortaliças. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 26, n. 4, p. 507-514, 2005.

VANDENKOORNHUYSE, P. et al. Arbuscular mycorrhizal community composition associated with two plant species in a grassland ecosystem. **Molecular Ecology**, v.11, n.8, p.1555-1564, 2002.

VENKATESHWARAN, M. et al. Symbiosis and the social network of higher plants. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 16, n. 1, p. 118-127, 2013.

VERBRUGGEN, E. et al. Positive effects of organic farming on below-ground mutualists: large-scale comparison of mycorrhizal fungal communities in agricultural soils. **New Phytologist**, v.186, n.4, p. 968-979, 2010.

VIEIRA, Márcio et al. Plantio Misto de Eucalyptus spp. com leguminosas arbóreas fixadoras de nitrogênio. **Floresta e Ambiente**, v. 20, n. 1, p. 16-25, 2013.

VITORAZI FILHO J. A. et al. Crescimento de mudas de maracujazeiro-doce inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares e bactérias diazotróficas sob diferentes doses de fósforo. **Revista brasileira de fruticultura**, v.34, n.2, p. 442-450, 2012.

VORISKOVÁ, A. et al. Effect of past agricultural use on the infectivity and composition of a community of arbuscular mycorrhizal fungi. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 221, p. 28-39, 2016.

VOS, C., et al. Arbuscular mycorrhizal fungi reduce root-knot nematode penetration through altered root exudation of their host. **Plant Soil**, v.354, p.335–345, 2012.

WANG, P.; WANG, Y.; WU, Q. S. Effects of soil tillage and planting grass on arbuscular mycorrhizal fungal propagules and soil properties in citrus orchards in southeast China. **Soil and Tillage Research**, v. 155, p. 54-61, 2016.

WONDRACEK, D.C. et al. Carotenoid composition in cerrado passifloras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 4, p. 1222-1228, 2011.

ZANGARO, W. et al. Changes in arbuscular mycorrhizal associations and fine root traits in sites under different plant successional phases in southern Brazil. **Mycorrhiza**, v.19, n.1, p.37-45, 2008.

ZILLI, J. É. et al. Contribuição de estirpes de rizóbio para o desenvolvimento e produtividade de grãos de feijão-caupi em Roraima. **Acta amazônica**. v.39, n.4, p. 749 – 758, 2009.

Artigo 1

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DE MARACUJÁ SILVESTRE EM CONSÓRCIO
COM FEIJÃO-CAUPI INOCULADOS COM BIOINSUMOS¹**

¹Trabalho a ser submetido à revista Pesquisa Agropecuária Brasileira

4. PRODUÇÃO E QUALIDADE DE MARACUJÁ SILVESTRE EM CONSÓRCIO COM FEIJÃO-CAUPI INOCULADOS COM BIOINSUMOS

4.1. RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da inoculação com fungo micorrízico arbuscular e Bactéria fixadora de nitrogênio na produção e nas propriedades físicas e químicas dos frutos de *Passiflora cincinnata* cultivado em consórcio com feijão-caupi em campo, por dois ciclos de produção. O experimento testou os seguintes tratamentos: Não micorrizado (NM); Micorrizado (M); NM + caupi; NM + caupi + BFN; M + caupi; M + caupi + BFN, em quatro repetições. Dos frutos colhidos, foram avaliados, produção, quociente de produção, massa fresca do fruto, da casca e polpa, espessura de casca, diâmetro e comprimento do fruto, índice de formato, resistência a compressão, cor da casca, rendimento de suco, sólidos solúveis, acidez titulável e vitamina C. O primeiro ciclo se destacou pela maior produção, massa de fruto, número de frutos e resistência a compressão, não havendo diferença entre os tratamentos de inoculação e consórcio. No entanto, plantas micorrizadas produziram frutos maiores e apresentaram maior quociente de produção, chegando a produzir três vezes mais que as não inoculadas. O uso de bioinsumos e consórcio com leguminosa traz benefícios para o maracujazeiro do mato, como aumento do tamanho do fruto, podendo ser sugerido como alternativa de cultivo.

Termos para indexação: *Passiflora cincinnata*, fungo micorrízico arbuscular, bactéria fixadora de nitrogênio.

4.2. INTRODUÇÃO

O maracujazeiro é uma cultura muito difundida em todas as regiões do Brasil, tanto pelas condições edafoclimáticas que favorecem sua produção, como também pela aceitação de seu fruto, que se destaca com produção de 776.097 toneladas em 57.848 hectares de área plantada, o que equivale ao

rendimento de 13,4 ton ha⁻¹, representando 4,1% do total de produção de frutas no Brasil (IBGE, 2012).

O maracujá pertence à família Passifloraceae, que possui 83 espécies endêmicas no Brasil (Cervi et al., 1997). *Passiflora edulis* Sims. (Maracujá azedo) e *P. alata* Curtis (maracujá doce) são as espécies mais cultivadas, no mundo, com estimativa superior a mais de 90% da área cultivada (Faleiro et al., 2008). No entanto, espécies silvestres vêm se destacando por apresentarem características agrônômicas favoráveis. Neste sentido, *P. cincinnata* Mast., conhecido como maracujazeiro do mato, apresenta frutos com muitas características em comum com o maracujá azedo, como acidez (Sousa et al., 2012), além de apresentar potencial fitoterápico (Ribeiro et al., 2014) e ser utilizado como porta enxerto (Nogueira-Filho et al., 2011).

O uso de bioinsumos, como os micro-organismos simbioses trazem inúmeros benefícios ao solo e à planta. Dentre esses micro-organismos, destacam-se os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e as bactérias fixadoras de nitrogênio (BFN). Os FMA podem promover rápido aumento no crescimento das plantas e contribuir para melhor estabelecimento das plantas no campo. Vandresen et al. (2007), obtiveram aumento de até 33% na sobrevivência no transplante de mudas florestais inoculadas, em relação a plantas não inoculadas. Dentre as plantas silvestres de maracujazeiro, constatou-se que mudas de maracujazeiro de cerrado (*Passiflora setacea*) inoculadas com *Claroideoglossum etunicatum* apresentaram maior desenvolvimento quando comparadas às plantas não inoculadas e adubadas com fertilização química fosfatada (Silva et al., 2015).

As bactérias fixadoras de nitrogênio (BFN) nodulíferas em leguminosas fixam o nitrogênio atmosférico em troca de fotoassimilado (Venkateshwaran et al., 2013). A prática de cultivo de plantas em consórcio demonstram que o uso de leguminosas associadas a BFN pode aumentar o aporte de nitrogênio no solo, disponibilizando-o para a cultura consorciada (Rodrigues et al., 2012). Um exemplo é o interplanteio de leguminosas arbóreas, associadas à bactérias fixadoras de nitrogênio, em cultivos de eucalipto favorecendo o incremento na produção de madeira (Vieira et al., 2013).

No entanto, poucos estudos foram realizados no campo com aplicação de FMA em cultura de plantas frutíferas, em especial o maracujazeiro, consorciado com feijão-caupi, que nesse sentido podem contribuir para proposição de alternativas para maximizar o uso do solo e reduzir insumos.

Desta forma, torna-se importante estudar o efeito do uso de bioinsumos em campo e os benefícios que os micro-organismos podem trazer ao vegetal. O trabalho tem como objetivo avaliar o efeito da inoculação com FMA no maracujazeiro e BFN no feijão-caupi na produção e nas características físicas e químicas dos frutos de *Passiflora cincinnata* cultivados em consórcio com feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) por dois ciclos de produção, em campo.

4.3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Campo Experimental da Caatinga, da Embrapa Semiárido, a 40°19'24"W, 09°04'18"S e altitude de 380 m, no município de Petrolina, PE. A área total do experimento foi de 1008 m², constituída de nove fileiras com 14 plantas de maracujazeiro do mato cada, espaçadas em 4 m entre plantas e 2 m na fileira, totalizando 126 plantas, conduzidas em sistema de espaldeira com um fio (nº 12), a 1,8 m do solo. O experimento foi implantado em outubro de 2013, com os seguintes tratamentos: T1 - Não micorrizado; T2 - Micorrizado; T3 - Não micorrizado + caupi; T4 - Não micorrizado + caupi + BFN; T5-Micorrizado + caupi; T6 - Micorrizado + caupi + BFN, dispostos em quatro blocos, com três plantas em cada parcela. A bordadura de cada bloco foi formada por fileiras simples com plantas de maracujá amarelo.

As plântulas de maracujazeiro do mato que receberam o tratamento de inoculação de FMA foram inoculadas com *Claroideoglossum etunicatum* (Univasf 06) na forma de solo inóculo, contendo cerca de 200 glomerosporos e transplantada ao campo quando atingiram pelo menos 30 cm de altura. Todas as mudas foram transplantadas no mesmo dia e possuíam a mesma idade. A semeadura do feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp. cv. BRS Guariba], inoculado ou não com estirpe de rizóbio BR 3267, foi realizada durante o estágio vegetativo do maracujazeiro, para os dois ciclos de produção, tendo o início do segundo ciclo após a poda de limpeza nas plantas. A irrigação foi realizada via gotejamento a princípio, utilizando-se dois gotejadores para cada

planta espaçados 20 cm entre si. Também foram instalados microaspersores para dar suporte ao cultivo do feijão, sendo este semeado em quatro covas equidistantes, ocupando uma área de 2,25 m² em volta do maracujazeiro do matodo referido tratamento.

As colheitas foram realizadas de acordo com a produção da planta em cada ciclo, sendo a primeira em dezembro de 2014 e a segunda em outubro de 2015, quando os frutos começaram a possuir características de amadurecimento. A polinização foi realizada de forma natural por abelhas mamangavas, abundantes na região. Todos os frutos foram colhidos, contabilizados, pesados e o quociente de produção calculado. De cada tratamento, foram escolhidos aleatoriamente nove frutos em cada bloco para avaliação. A colheita do feijão-caupi foi realizada após 68 dias da emergência das plantas, procedendo-se com a pesagem de todas as vagens.

As variáveis de qualidade física do fruto avaliadas foram: massa fresca do fruto (MF), da casca (MC) e polpa (MP), espessura de casca (EP), diâmetro e comprimento do fruto, índice de formato, resistência à força de compressão, cor da casca, rendimento de suco, teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e vitamina C. As análises físicas e químicas dos frutos foram realizadas no Laboratório de Fisiologia Pós-colheita da Embrapa Semiárido. O quociente de produção foi calculado pela relação entre a produção média de cada tratamento (dividendo) pela média de produção das plantas controle (Divisor). O índice de formato foi obtido através da relação entre o comprimento longitudinal e o diâmetro equatorial do fruto.

A massa fresca dos frutos foi determinada por meio do valor médio da pesagem dos nove frutos recém-colhidos, em balança semianalítica. Para determinação da resistência do fruto à compressão, foi utilizado texturômetro digital Extra lab TA. XT. Plus (Stable Micro Systems, Surrey, Reino Unido), dotado de placa de pressão P/75, pelo qual se mediu a força necessária, em g, para promover compressão de 15% do seu volume, em leitura realizada na região equatorial de cada fruto avaliado. A cor da casca foi determinada por colorímetro digital, utilizando medida de luminosidade (L), intensidade de cor - chroma (C) e ângulo de cor - Hue (H), com leitura única e direta na zona equatorial do fruto. A espessura da casca foi medida em dois pontos diferentes

equidistantes após o corte do fruto na zona equatorial e a retirada da polpa. A acidez titulável (g de ácido cítrico por 100 mL) foi determinada por titulação com solução de NaOH 0,1 N (AOAC International, 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). O teor de vitamina C, quantificada por titulometria através de solução de DFI (2,6 diclofenol-indofenol), utilizando 5 mL de suco diluído em 50 mL de ácido oxálico a 0,5%, de acordo com Strohecker; Henning (1967).

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk, sendo os dados de contagem, quando não apresentaram distribuição normal, transformados em $\log(x+1)$. Foi realizada análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Duncan (5%), utilizando-se o programa Statistica 5.1.

4.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção de feijão-caupi superou uma tonelada por hectare no primeiro ciclo (Tabela 1). Nos projetos de irrigação localizados na região do submédio Vale do São Francisco, a produção média do feijão-caupi é de 1.350 kg/ha, enquanto que em áreas de sequeiro, dependentes de chuva, a produção varia entre 163 e 517 kg/ha, mostrando grande variação a depender do manejo aplicado (Santos, 2011). Desta forma, verifica-se que a produção média de feijão-caupi, em consórcio com maracujazeiro, atingiu valores próximos aos encontrados em monocultivos intensivos com emprego de elevada tecnologia, evidenciando que a adoção de consórcio testada neste estudo resultou em eficiência no uso da terra, permitindo a produção de duas culturas em um mesmo espaço.

Durante o experimento, no segundo ciclo de produção, as plantas sofreram ataque do fungo patogênico *Fusarium solani*, causador da fusariose, que provoca murcha imediata e morte das plantas. Segundo Junqueira et al. (2005), *P. cincinnata* apresenta elevada tolerância ao ataque de *F. solani*, o que fez com que as plantas continuassem vivas (Tabela 2). No entanto, a severidade do ataque debilitou as plantas, que passaram a produzir frutos menores e em menor quantidade. Isso ocasionou redução da produção de maracujá e feijão, redução do número de frutos, da massa média do fruto,

semente e polpa, do rendimento de polpa e da resistência à força de compressão (Tabela 1).

Tabela 1. Produção total de frutos de maracujá do mato (PM), produção de feijão-caupi (PJ), número de frutos por hectare (NF/ha), massa média de um fruto (MF), massa média das sementes de um fruto (MS), massa média da polpa de um fruto (MP), rendimento de polpa (RP), resistência à força de compressão (Comp.) de frutos de maracujazeiro do mato (*Passiflora cincinnata*), nos dois ciclos de produção.

	Ciclo 1	Ciclo 2
PM (Kg/ha)	6290,60 (\pm 4000,83) a	928,57 (\pm 790,33) b
PJ (Kg/ha)	1129,34 (\pm 284,39) a	842,36 (\pm 461,58) b
NF/ha	120833,33 (\pm 77364,88) a	14904,51 (\pm 13211,87) b
MF	64,30 (\pm 10,96) a	56,99 (\pm 12,46) b
MS	06,13 (\pm 1,35) b	09,07 (\pm 3,44) a
MP	35,91 (\pm 6,30) a	25,15 (\pm 7,49) b
RP (%)	54,89 (\pm 3,09) a	43,87 (\pm 6,96) b
Comp.	42,36 (\pm 2,22) a	33,91 (\pm 3,21) b

Médias seguidas de mesma não diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade. Letras minúsculas comparam médias entre os ciclos de produção. Ciclo 1: dezembro de 2014
Ciclo 2: outubro de 2015.

Apesar de não apresentar diferença estatística entre os tratamentos, nota-se que a inoculação com FMA proporcionou, em plantas saudáveis (Tabela 2), uma relação positiva de 1,82 vezes na produção de frutos (Figura 1). Essa relação sobe para 1,97 quando se faz consórcio com feijão-caupi. A inoculação de micro-organismos simbiotes benéficos mostrou, vantagens quando as plantas estavam situadas em área infestada com *F. solani*, promovendo em média uma produção de frutos três vezes maior que a produção de plantas não micorrizadas e/ ou cultivadas em consórcio com leguminosa (Figura 1). Os fungos micorrízicos são conhecidos por aumentar a tolerância das plantas ao ataque de diversos patógenos, fato que pode ser devido à melhor nutrição da planta e/ou pela competição de sítios de colonização da raiz. Neste sentido, Borges et al. (2007) observaram redução do ataque de *F. oxysporum* em banana-maçã, quando a planta se encontrava associada a *Gigaspora albida*.

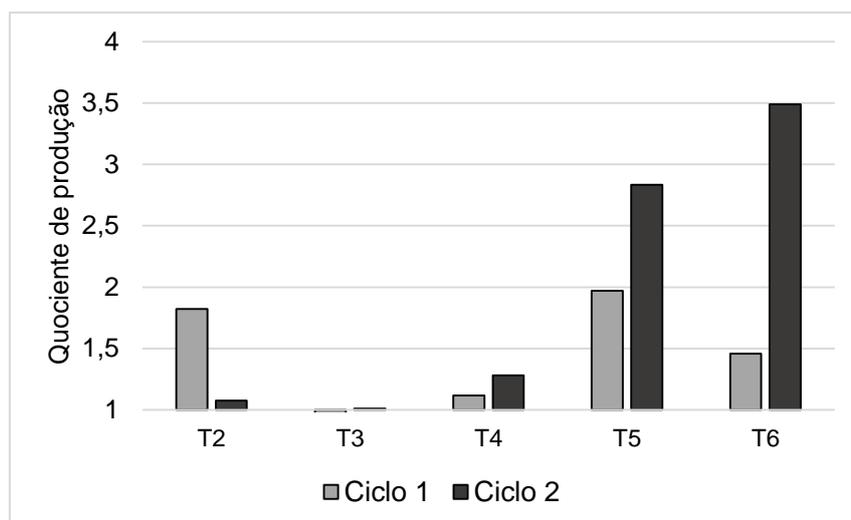


Figura 1. Quociente de produção de frutos de maracujá do mato (*Passiflora cincinnata*) nos tratamentos de uso de bioinsumos comparados ao tratamento controle, sendo T2 – Micorrizado; T3 – Não micorrizado + caupi; T4 – Não micorrizado + caupi + BFN; T5 – Micorrizado + caupi; T6 – Micorrizado + caupi + BFN, ciclo 1: dezembro de 2014 e ciclo 2: outubro de 2015.

Tabela 2. Número de plantas de *P. cincinnata* vivas nos ciclos de cultivo em diferentes tratamentos de inoculação de bioinsumos.

Tratamento	Ciclo 1	Ciclo 2
T1	12	8
T2	12	9
T3	11	7
T4	12	7
T5	12	10
T6	12	7

T1 – Não micorrizado; T2 – Micorrizado; T3 – Não micorrizado + caupi; T4 – Não micorrizado + caupi + BFN; T5 – Micorrizado + caupi; T6 – Micorrizado + caupi + BFN, ciclo 1: dezembro de 2014 e ciclo 2: outubro de 2015.

Não houve diferença estatística entre os tratamentos para produção de frutos (Tabela 3), observando-se grande variação nas repetições, isto decorre do fato de o maracujazeiro do mato ser ainda uma espécie silvestre, que, em geral, não apresenta padrão de produção.

Independente do tratamento recebido e do ciclo avaliado, os frutos das plantas apresentaram forma arredondada, não existindo diferença significativa no índice de formato (Figura 2). Os valores no índice de formato foram em torno de 1 indicando que os frutos possuíam formato totalmente esférico a levemente ovalados, mostrando comprimento superior ao diâmetro. Nessa característica, os frutos de maracujazeiro do mato se assemelham ao maracujá amarelo, que possui índice de formato próximo a 1,2 (Farias et al. 2007; Freire et al. 2010), enquanto *Passiflora setacea*, por exemplo, caracteriza-se por possuir índice de formato superior a 1,3 (Ribeiro et al., 2014). Embora seja observado que em maracujás silvestres exista ampla variação no formato, seus frutos apresentam formato esférico, sendo esta uma característica desejável para produção destinada ao mercado *in natura* (Meletti & Maia, 1999).

Tabela 3. Produção de frutos de maracujazeiro do mato (*Passiflora cincinnata*), em Kg/ha, em diferentes tratamentos de inoculação de fungo micorrízico arbuscular, consórcio com feijão-caupi e inoculação de bactéria fixadora de nitrogênio, em dois ciclos de produção.

	Ciclo 1	Ciclo 2
T1	4.633,10 (\pm 4.159,47)	482,84 (\pm 354,03)
T2	8.444,29 (\pm 3.728,27)	519,41 (\pm 220,94)
T3	3.601,45 (\pm 3.004,79)	488,46 (\pm 187,60)
T4	5.180,47 (\pm 1.666,02)	618,56 (\pm 334,94)
T5	9.129,53 (\pm 4.502,42)	1.367,93 (\pm 902,34)
T6	6.754,67 (\pm 5.222,51)	1.685,18 (\pm 1.120,28)

T1 – Não micorrizado; T2 – Micorrizado; T3 – Não micorrizado + caupi; T4 – Não micorrizado + caupi + BFN; T5 – Micorrizado + caupi; T6 – Micorrizado + caupi + BFN, ciclo 1: dezembro de 2014 e ciclo 2: outubro de 2015.

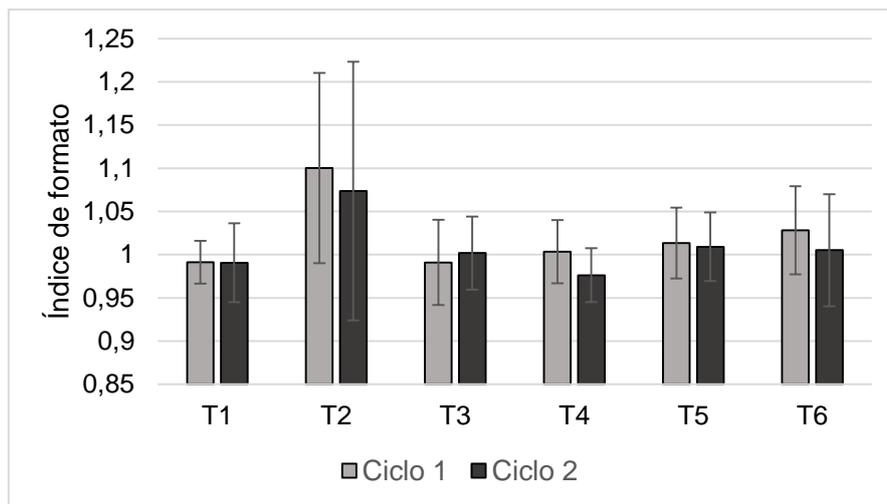


Figura 2. Índice de formato dos frutos de maracujazeiro do mato (*Passiflora cincinnata*) em diferentes tratamentos de inoculação de fungo micorrízico arbuscular, consórcio com feijão-caupi e inoculação de bactéria fixadora de nitrogênio nos dois ciclos de produção, sendo T1 - Controle; T2 – Micorrizado; T3 – Não micorrizado + caupi; T4 – Não micorrizado + caupi + BFN; T5 – Micorrizado + caupi; T6 – Micorrizado + caupi + BFN, ciclo 1: dezembro de 2014 e ciclo 2: outubro de 2015. Barras de erro indicam o desvio padrão das médias.

Apenas para as variáveis de dimensionamento de fruto, houve diferença significativa entre os tratamentos de inoculação e consórcio (Tabela 4). Alguns frutos produzidos apresentaram médias não delimitadas na descrição da espécie, que é caracterizada por possuir dimensões de 5-6 x 3-4 cm (Cervi, 1997). O único tratamento que diferiu do controle, com médias inferiores, foi o T3 (não inoculado em consórcio com feijão-caupi), sugerindo que a inoculação contribuiu para a produção de frutos grandes, além de permitir que duas plantas possam ser cultivadas na mesma área sem que sofram perdas por competição. A competição entre plantas por recursos extraídos do solo depende da intensidade de competição entre raízes, variando de acordo com a capacidade de desenvolver sistema radicular extenso, de diâmetro reduzido e com ampla área superficial (Rizzardi et al., 2001). Visto que a micorrização expande o sistema radicular, esse recurso pode vir a facilitar o convívio das plantas em consórcio sem sofrer com a competição, como no caso de amendoim forrageiro que a inoculação de FMA promoveu aumento a sua

capacidade competitiva no cultivo em consórcio com brachiaria (Miranda et al., 2008).

Tabela 4. Diâmetro e comprimento de frutos de maracujazeiro do mato (*Passiflora cincinnata*) nos diferentes tratamentos de inoculação de fungo micorrízico arbuscular, consórcio com feijão-caupi e inoculação de bactéria fixadora de nitrogênio.

	Diâmetro (mm)	Comprimento (mm)
T1	52,36 (\pm 5,14) ab	51,75 (\pm 3,61) ab
T2	49,72 (\pm 2,68) bc	53,86 (\pm 4,16) a
T3	47,87 (\pm 7,06) c	48,35 (\pm 5,48) b
T4	50,42 (\pm 2,42) abc	49,88 (\pm 2,46) ab
T5	53,81 (\pm 2,21) a	54,35 (\pm 1,23) a
T6	53,12 (\pm 3,62) ab	53,97 (\pm 3,97) a
CV (%)	7,09	7,39

T1 – Não micorrizado; T2 – Micorrizado; T3 – Não micorrizado + caupi; T4 – Não micorrizado + caupi + BFN; T5 – Micorrizado + caupi; T6 – Micorrizado + caupi + BFN. Letras minúsculas comparam médias entre os tratamentos segundo teste de Duncan 5%.

Apesar de apresentar diferenças em tamanho, as variáveis que avaliam a casca dos frutos não diferiram tanto para os tratamentos quanto para os ciclos de produção, tendo uma variação entre 3,28 e 4,06 mm de espessura de casca e entre 20 e 25 g de massa (Tabela 5). A casca do fruto é determinante para a produção já que está diretamente relacionada com o rendimento de polpa. Segundo Cavichioli et al. (2008), frutos de maracujazeiro amarelo, que possuem casca fina, apresentam maior quantidade de polpa. Essa característica é importante, pois é um fator observado para classificação do fruto.

Tabela 5. Massa da casca (MC) e espessura da casca (EC) de frutos de maracujazeiro do mato (*Passiflora cincinnata*) nos diferentes tratamentos de inoculação de fungo micorrízico arbuscular, consórcio com feijão-caupi e inoculação de bactéria fixadora de nitrogênio.

	MC (g)	EC (mm)
--	--------	---------

T1	22,75 (\pm 3,62)	3,72 (\pm 0,45)
T2	23,04 (\pm 2,97)	4,06 (\pm 0,59)
T3	20,13 (\pm 4,57)	3,28 (\pm 0,63)
T4	21,84 (\pm 3,24)	3,60 (\pm 0,70)
T5	24,81 (\pm 2,29)	3,69 (\pm 0,21)
T6	24,97 (\pm 3,87)	3,56 (\pm 0,40)
CV (%)	13,72	13,61

T1 – Não micorrizado; T2 – Micorrizado; T3 – Não micorrizado + caupi; T4 – Não micorrizado + caupi + BFN; T5 – Micorrizado + caupi; T6 – Micorrizado + caupi + BFN.

As variáveis químicas avaliadas não diferiram entre os tratamentos, indicando que o ciclo e o uso de bioinsumos (FMA e BFN) não modifica a qualidade química do fruto. Isso é importante já que não há prejuízos qualitativos nos frutos produzidos, mesmo quando o maracujazeiro do mato sofreu ataque de patógenos e foi cultivado em consórcio.

Para acidez titulável foram encontrados valores por volta de 3 a 4 g de ácido cítrico em 100 mL de suco (Tabela 6), valores superiores ao encontrado em *P. setacea* (Ribeiro et al., 2014) e inferiores aos encontrados em maracujá amarelo que estão por volta de 5 g de ácido cítrico em 100 mL de suco (Farias et al., 2007; Freire et al., 2010), podendo chegar a mais de 9,5 g de ácido cítrico em 100 mL de suco (Chagas et al., 2016). Sousa et al. (2012) encontraram acidez titulável semelhante entre *P. cincinnata* e *P. edulis*, mostrando que o maracujá do mato tem potencial para conquistar o mercado consumidor, considerando que a elevada acidez proporciona um sabor não muito doce, o que não agrada aos consumidores de frutas *in natura* (Chagas et al., 2016).

Os teores de sólidos solúveis variaram entre 11 e 13 °Brix (Tabela 5), valores superiores aos encontrados por Souza et al. (2012) para *P. cincinnata*, que foi de 10,2 °Brix, e Oliveira Junior (2008), que observaram 8,6 °Brix no suco de frutos dessa mesma espécie. Isso mostra que os frutos de maracujazeiro do mato possuem alta variação em suas características, confirmando a caracterização de fruto silvestre polimorfo, com vasta variedade de sabores (Oliveira & Ruggiero, 2005).

O teor de vitamina C variou entre 28 e 46 mg de ácido ascórbico 100 mL⁻¹ do suco de fruto, resultado semelhante ao encontrado em *P. setacea* (Ribeiro et al., 2014) assim como em *P. edulis* (Alves et al., 2012). No Brasil, a ingestão diária recomendada (IDR) de vitamina C, para adultos, é de 45 mg (ANVISA, 2005), mostrando que, apesar de não ser uma fruta considerada referência em fornecimento de vitamina C, sua incorporação na dieta pode suprir a quantidade necessária de consumo diário.

Tabela 6. Acidez titulável (g de ácido cítrico 100 mL⁻¹), sólidos solúveis (°Brix) e vitamina C (mg de ácido ascórbico 100mL⁻¹ de suco) dos frutos de maracujazeiro do mato (*Passiflora cincinnata*) nos diferentes tratamentos de inoculação de fungo micorrízico arbuscular, consórcio com feijão-caupi e inoculação de bactéria fixadora de nitrogênio em diferentes ciclos de produção.

Acidez titulável						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Ciclo 1	3,87 (±0,81)	3,21 (±1,18)	3,45 (±0,75)	3,71 (±1,47)	3,22 (±0,87)	3,42 (± 1,08)
Ciclo 2	3,82 (±2,21)	4,05 (±1,69)	3,98 (±1,13)	3,66 (±2,32)	3,69 (±0,87)	3,48 (± 1,38)
Sólidos Solúveis						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Ciclo 1	12,07 (±0,33)	12,05 (±0,68)	11,40 (±0,49)	11,32 (±0,55)	13,25 (±0,55)	12,80 (±0,42)
Ciclo 2	12,20 (±0,81)	11,55 (±0,34)	12,10 (±0,37)	12,23 (±0,20)	12,75 (±0,64)	12,85 (±0,58)
Vitamina C						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Ciclo 1	35,32 (±13,68)	38,04 (± 13,20)	32,61 (±13,49)	38,04 (±14,64)	46,19 (±10,83)	36,68 (±8,42)
Ciclo 2	30,95 (±04,12)	39,28 (± 07,14)	28,57 (±00,00)	30,95 (±08,25)	37,50 (±10,71)	42,85 (±5,83)

T1 – Não micorrizado; T2 – Micorrizado; T3 – Não micorrizado + caupi; T4 – Não micorrizado + caupi + BFN; T5 – Micorrizado + caupi; T6 – Micorrizado + caupi + BFN, ciclo 1: dezembro de 2014 e ciclo 2: outubro de 2015.

A cor da casca dos frutos apresentou valores semelhantes entre todos os tratamentos testados (Tabela 7). A luminosidade variou entre 45 e 50, mostrando valores medianos já que aqueles próximos de zero indicam corpos pretos e 100 corresponde a superfícies totalmente brancas (McGuire, 1992). Entre os ciclos de produção, houve diferença para a intensidade de cor (C) e ângulo de cor (H) (Tabela 6). O ângulo H variou entre tons de verde amarelado, sendo que os frutos do primeiro ciclo apresentaram maior tonalidade de verde e no segundo ciclo mais amarelado. Quanto ao chroma, maiores valores foram

encontrados no primeiro ciclo de produção, mostrando que os frutos possuíam maior intensidade de cor e que essa intensidade diminuiu com o passar do tempo. Apesar da mudança de cor ser uma característica importante para *P. edulis* (Beltrame, 2012), em *P. cincinnata*, não há muita variação de cor como indicador de maturidade do fruto. Assim, o fruto permanece esverdeado mesmo maduro, tendo como principal pigmento a clorofila. A perda da intensidade e tonalidade verde da casca do fruto deve-se à degradação da clorofila (Taiz & Zeiger, 2013). Maior degradação da clorofila pode ter ocorrido com a maior exposição do fruto à radiação solar, com a diminuição da quantidade de folhas durante o segundo ciclo com o ataque do fungo patógeno de solo.

Tabela 7. Cor da casca dos frutos de maracujá do mato (*Passiflora cincinnata*) nos diferentes ciclos de produção.

	L	C	H
Ciclo 1	48,70 (\pm 2,10) a	29,42 (\pm 2,49) a	121,48 (\pm 2,84) a
Ciclo 2	48,63 (\pm 2,30) a	26,26 (\pm 2,94) b	115,42 (\pm 5,83) b

Luminosidade (L), intensidade de cor - chroma (C) e ângulo de cor - hue (H). Letras minúsculas comparam médias entre os ciclos de produção segundo de Duncan ($p=0,05$).

4.5. CONCLUSÕES

A inoculação micorrízica e o uso de consórcio com feijão-caupi em associação com bactérias fixadoras de nitrogênio proporciona melhorias na produção de frutos em campo, com frutos com padrão desejável ao mercado. Além disso, o consórcio permite o uso eficiente do solo, pois além de contribuir para a produção de maracujá do mato, o produtor também poderá alcançar produção de feijão-caupi, tendo uma segunda cultura na mesma área.

4.6. AGRADECIMENTOS

À Embrapa, pelo auxílio na realização do experimento. À Facepe, pela concessão da bolsa de mestrado (IBPG-0248-5.01/14) e auxílio financeiro (APQ-1265-2.03/10).

4.7. REFERÊNCIAS

ALVES, R.R.; SALOMÃO, L.C.C.; DE SIQUEIRA, D.L.; CECON, P.R.; SILVA, D.F.P. da. Desenvolvimento do maracujá doce em Viçosa, Minas Gerais. **Ceres**, v.60, p. 127-133, 2012.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. O "regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (idr) de proteína, vitaminas e minerais". Resolução de diretoria colegiada de 23 de setembro de 2005.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis. 11th ed. Washington, 1992. 1115p.

BELTRAME, A.E. de G. **Fisiologia do amadurecimento de maracujá-amarelo e goiaba 'Pedro Sato' ligados ou não às plantas**. 2012. 113p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz. Piracicaba -SP

BORGES, A.J.S.; TRINDADE, A.V.; MATOS, A.P. de; PEIXOTO, M.D.F. da S. Redução do mal-do-panamá em bananeira-maçã por inoculação de fungo micorrízico arbuscular. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.**, v.42, p.35-4, 2007.

CAVICHIOLO, J.C.; RUGGIERO, C.; VOLPE, C.A. Caracterização físico-química de frutos de maracujazeiro-amarelo submetidos à iluminação artificial, irrigação e sombreamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, p.649-656, 2008.

CERVI, A.C. **Passifloraceae do Brasil**. Estudo do gênero *Passiflora* L., subgênero *Passiflora*. Fontqueria XLV. Madrid, 1997. 93p.

CHAGAS, K.; ALEXANDRE, R.S.; SCHMILDT, E.R.; BRUCKNER, C.H.; FALEIRO, F. G. Divergência genética em genótipos de maracujazeiro azedo, com base em características físicas e químicas dos frutos. **Revista Ciência Agronômica**, v.47, p.524-531, 2016.

FALEIRO, F.G., JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. Pesquisa e desenvolvimento do maracujá. *Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas*, v. 1, p. 411-416, 2008.

FARIAS, J.F.; SILVA, L.J.B. da; ARAÚJO NETO, S.E.; MENDONÇA, V. Qualidade do maracujá-amarelo comercializado em Rio Branco, Acre. **Revista Caatinga**, v.20, p.196-202, 2007.

FREIRE, J.L. de O.; CAVALCANTE, L.F.; REBEQUI, A.M.; DIAS, T.J.; NUNES, J.C.; CAVALCANTE, Í.H.L. Atributos qualitativos do maracujá amarelo produzido com água salina, biofertilizante e cobertura morta no solo **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, p.102-110, 2010.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal - Culturas temporárias e permanentes. v.39, 2012.

JUNQUEIRA, N.T.V.J.; BRAGA, M.F.; FALEIRO, F.G.; PEIXOTO, J.R.; BERNACCI, L. C. Potencial de espécies silvestres de maracujazeiro como

fonte de resistência a doenças. FALEIRO, FG; JUNQUEIRA, NTV; BRAGA, MF **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2005. p. 81-106.

KLIEWER, W.M.; WOLPERT, J. A.; BENZ, M. Trellis and vine spacing effects on growth, canopy microclimate, yield and fruit composition of Cabernet Sauvignon. In: V **International Symposium on Grapevine Physiology**, 1997. p. 21-32.

McGUIRE, R.G. Reporting of objective colour measurements. **Hort Science**, Alexandria, v.27, p.1254-1255, 1992.

MELETTI, L.M.M.; MAIA, M.L. **Maracujá: produção e comercialização**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1999. 62 p. Boletim técnico, v. 181.

MENEZES, KM, SILVA, DK, QUEIROZ, MA, FÉLIX, WP e YANO-MELO, AM. Arbuscular mycorrhizal fungal communities in buffelgrass pasture under intercropping and shading systems in Brazilian semiarid conditions. **Agriculture, Ecosystem & Environments**, v.230, p.55-67, 2016.

MIRANDA, E.M de; SAGGIN JUNIOR, O. J.; SILVA, E.M.R da. Seleção de fungos micorrízicos arbusculares para o amendoim forrageiro consorciado com braquiária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 1185-1191, 2008.

NOGUEIRA FILHO, G.C.; RONCATTO, G.; RUGGIERO, C.; OLIVEIRA, J.C. DE; MALHEIROS, E.B. Florescimento e produção de maracujazeiro-amarelo obtido por enxertia hipocotiledonar em jaboticabal-sp e araguari-mg. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, p.227-236, 2011.

OLIVEIRA JÚNIOR, M.X.D. **Caracterização dos frutos do maracujazeiro do mato (*Passiflora cincinnata* Mast.) e superação de dormência de sementes**. 2008. 74p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Oeste da Bahia, Vitória da conquista - BA.

OLIVEIRA, J.C. de; RUGGIERO, C. Espécies de maracujá com potencial agrônomo. In: FALEIRO, F.G., JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Embrapa cerrados. v.1, 2005, 670p.

RIBEIRO, D.P.; SÃO JOSÉ, A.R.; BOMFIM, M.P.; JESUS, J.S. de; JESUS, J.S. de. Teor de carotenoides e características pós-colheita de frutos de *Passiflora setacea* D. C. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v.15, p.145-152, 2014.

RIBEIRO, D.; MACÊDO, D.; OLIVEIRA, L.; SARAIVA, M.; OLIVEIRA, S.; SOUZA, M.; MENEZES, I. Potencial terapêutico e uso de plantas medicinais em uma área de Caatinga no estado do Ceará, nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.16, p.912-930, 2014.

RIZZARDI, M.A.; FLECK, N. G.; VIDAL, R.A.; MEROTTO, A.; AGOSTINETTO, D. Competição por recursos do solo entre ervas daninhas e culturas. **Ciência Rural**, v.31, p.707-714, 2001.

RODRIGUES, G.B.; SÁ, M.E. de; VALÉRIO FILHO, W.V.; BUZETTI, S., BERTOLIN, D.C.; PINA, T.P. Matéria e nutrientes da parte aérea de adubos verdes em cultivos exclusivo e consorciado. **Revista Ceres**, Viçosa, v.59, p.380-385, 2012.

SILVA, E.M.; MELO, N.F. de, MENDES, A.M.S.; DE ARAÚJO, F.P.; MAIA, L.C.; YANO-MELO, A.M. Response of *Passiflora setacea* to Mycorrhization and Phosphate Fertilization in a Semiarid Region of Brazil. **Journal of Plant Nutrition**, v.38, p.431-442, 2015.

SANTOS, C. A. F. Cultivares de feijão-caupi para o Vale do São Francisco. Embrapa Semiárido. **Circular Técnica**, 2011.

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

SOUSA, L.B.D.; SILVA, E.M.; GOMES, R.L.F.; LOPES, Â.C.D.A.; SILVA, I.C.V. Characterization and genetic divergence of access of *Passiflora edulis* and *P. cincinnata* based on physical and chemical characteristics of fruits. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, p.832-839, 2012.

STROHECKER, R.; Heinz M.H. **Análisis de vitaminas**, métodos comprobados. 1967.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918p.

VANDRESEN, J.; NISHIDATE, F. R.; TOREZAN, J. M. D.; ZANGARO, W. Inoculação de fungos micorrízicos arbusculares e adubação na formação e pós-transplante de mudas de cinco espécies arbóreas nativas do sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 21, n. 4, p. 753-765, 2007.

VENKATESHWARAN, M.; VOLKENING, J.D.; SUSSMAN, M.R.; ANÉ, J.M. Symbiosis and the social network of higher plants. **Current Opinion in Plant Biology**, v.16, p.118-127, 2013.

VIERA, M.; SCHUMACHER, M.V.; LIBERALESSO, E.; CALDEIRA, M.V.W.; WATZLAWICK, L.F. Plantio Misto de Eucalyptus spp. com leguminosas arbóreas fixadoras de nitrogênio. **Floresta e Ambiente**, v.20, p.16-25, 2013.

Artigo 2

**IMPACTO DO CONSÓRCIO ENTRE MARACUJAZEIRO DO MATO E
FEIJÃO-CAUPI INOCULADOS COM BIOINSUMOS SOBRE A COMUNIDADE
MICORRÍZICA E ATIVIDADE MICROBIANA DO SOLO²**

² Trabalho a ser submetido na revista Anais da Academia Brasileira de Ciências.

5. IMPACTO DO CONSÓRCIO ENTRE MARACUJAZEIRO DO MATO E FEIJÃO-CAUPI INOCULADOS COM BIOINSUMOS SOBRE A COMUNIDADE MICORRÍZICA E ATIVIDADE MICROBIANA DO SOLO

5.1. RESUMO

Comunidades microbianas do solo podem sofrer alterações em decorrência do manejo utilizado no cultivo. Considerando que o consórcio com leguminosa e o uso de bioinsumos podem melhorar as propriedades biológicas solo, objetivou-se verificar a influência da aplicação de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e bactérias fixadoras de nitrogênio (BFN), e a implementação de consórcio com feijão-caupi sobre a estrutura e composição das comunidades de FMA e sobre a atividade microbiana do solo. As coletas de solo foram realizadas em área cultivada com maracujá do mato sob os seguintes tratamentos: maracujazeiro não micorrizado (T1); maracujazeiro micorrizado (T2); maracujazeiro não micorrizado + consórcio com feijão-caupi (T3); maracujazeiro não micorrizado + consórcio com feijão-caupi inoculado com BFN (T4); maracujazeiro micorrizado + consórcio com feijão-caupi (T5); maracujazeiro micorrizado + consórcio com feijão-caupi inoculado com BFN (T6). As coletas foram realizadas em quatro momentos: coleta 1 (período vegetativo) - 20 dias após a poda do maracujazeiro, coleta 2 (início do período de floração) - 45 dias após a semeadura do feijão-caupi, coleta 3 (período inicial de frutificação do maracujazeiro) - 25 dias após a colheita do feijão-caupi e coleta 4 - 60 dias após a colheita de maracujá. O carbono orgânico total (COT) não diferiu entre os tratamentos e coletas; enquanto que, o carbono da biomassa microbiana (C-BM) e o quociente microbiano (qmic) apresentaram redução na coleta 3, período que correspondeu ao término do consórcio com feijão-caupi. Ao todo, vinte e seis táxons de FMA foram identificados, Acaulospora e Cetraspora foram os gêneros com o maior número de espécies. Os tratamentos com os bioinsumos utilizados não resultaram em diferenças para a estrutura e composição das comunidades de FMA; no entanto, os períodos de coleta evidenciaram que o manejo adotado promove alterações na comunidade de FMA.

PALAVRAS-CHAVE: diversidade, *Passiflora*, Glomeromycota, semiárido e carbono

5.2. ABSTRACT

The soil microbial communities can change depending on the management used in cultivation, considering that multiple cropping with legumes and the uses of biological inputs can modify soil biological properties, this research aimed to verify how microbial inputs as AMF inoculation in passion fruit plants, NFB in cowpea and the multiple cropping of these species can influence the structure and composition of the AMF communities and soil microbial biomass. The soil was sampled in an area planted with passion fruit following these treatments: passion fruit plants (T1); passion fruit plants with AMF (T2); passion fruit plants + cowpea (T3); passion fruit plants + cowpea with NFB (T4); passion fruit plants with AMF + cowpea (T5); passion fruit plants with AMF + cowpea with NFB (T6). Soil samples were collected at four sampling times: time 1 - 20 days after prune the passion plants (growing period), sample time 2 - 45 days after sowing the cowpea (cowpea flowering), sample time 3 – 25 days after harvesting the cowpea (passion fruit plants flowering) and sample time 4 – 60 days after harvesting passion fruits plants. The Total organic carbon (COT) did not differ between the treatments and sample times; whereas microbial biomass carbon (C-BM) and the soil microbial biomass quotient (qmic) decreased at sample time 3, after finishing the multiple cropping with cowpea. Twenty-six AMF taxon were identified, *Acaulospora* and *Centraspora* were the genus with more species. Regarding to the structure and composition of the AMF communities however, the sample period affected these two parameters indicating that multiple cropping can modify AMF community.

KEY-WORDS: diversity, *Passiflora*, Glomeromycota, semiarid and carbon.

5.3. INTRODUÇÃO

O solo é considerado um dos componentes essenciais para a vida e a saúde da humanidade e de toda a vida no planeta, pois sustenta a produção de alimentos e a manutenção da qualidade ambiental (Bastida et al. 2006). Dessa forma, têm-se buscado alternativas tecnológicas de uso racional do solo que possibilitem o manejo correto e manutenção da qualidade do solo, propiciando

melhoria nas propriedades físicas, químicas e biológicas (Donagemma et al. 2010).

O manejo de sistemas consorciados consiste basicamente no desenho de combinações espaciais e temporais de culturas em uma área, com potencial de constituir-se em tecnologia bastante aplicável e acessível. Este tipo de sistema pode estabelecer-se como um sistema alternativo de cultivo, gerando incremento na produtividade das culturas e favorecendo o equilíbrio ecológico do sistema (Montezano e Peil 2006). Essas técnicas conservacionistas apresentam diversos benefícios como diminuição da erosão hídrica e perdas de água por escoamento superficial, melhorando as características físicas do solo (Lima et al. 2015). O uso de plantas da família Fabaceae (conhecidas genericamente como leguminosas) como cultura consorciada pode trazer ainda mais benefícios, tanto para o solo quanto à planta em consórcio, uma vez que o uso destas plantas associadas a bactérias fixadoras de nitrogênio (BFN) pode aumentar o aporte de nitrogênio no solo, disponibilizando esse elemento para a cultura consorciada (Rodrigues et al. 2012).

As características biológicas do solo são as primeiras a serem afetadas por processos degradativos. Neste sentido, a microbiota do solo mostra-se sensível aos manejos aplicados ao solo, uma vez que são diretamente afetados pela disponibilidade e qualidade da matéria orgânica presente no solo (Lobo et al. 2006). Cultivos consorciados apresentam vantagens em relação ao monocultivo, pois melhoram as características biológicas do solo devido ao maior aporte de matéria orgânica decorrente de alta taxa de decomposição de resíduos vegetais, os quais representam fonte de nutrientes e energia para os micro-organismos (Santos et al. 2015).

Indicadores biológicos de qualidade do solo são bastante utilizados para detectar mais rapidamente mudanças que venham ocorrer devido as práticas de manejo (Barreto et al. 2008). Entre os indicadores mais utilizados estão o carbono da biomassa microbiana do solo (C-BM), quociente microbiano (qmic) e o carbono orgânico total do solo (COT). Diversos organismos compõem a microbiota solo, dentre estes, os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) que podem ser considerados indicadores da qualidade do solo por desempenhar

importante papel na manutenção e funcionamento dos ecossistemas e consequentemente por serem afetados pelo manejo adotado.

Os FMA têm papel fundamental na sustentabilidade da produção agrícola, pois aumentam a absorção de água e nutrientes, principalmente o P. Em plantas do gênero *Passiflora*, o uso de FMA proporciona redução do tempo de produção de mudas (Cavalcante et al. 2002), redução do uso de adubação fosfatada (Silva et al. 2015), aumento no teor de nutrientes da parte aérea (Soares e Martins, 2000) e maior produção de compostos químicos (Riter Netto et al. 2014). A ação dos FMA pode ser potencializada com o uso de outros micro-organismos benéficos, muitas vezes, capazes de atuarem sinergicamente.

Diversos estudos têm mostrado efeito sinérgico entre bactérias e FMA, os quais maximizam o crescimento das plantas (Armanda et al. 2014), como observado com a co-inoculação de *Glomus mosseae* (= *Funneliformis mosseae*) + *Bacillus subtilis* no aumento da produção de biomassa de *Artemisia annua*; assim como um efeito indireto das bactérias diazotróficas no aumento da colonização micorrízica, decorrente da liberação de exsudatos que estimulam o crescimento micelial do FMA (Balota et al. 1995).

O manejo do solo pode afetar as comunidades de FMA, tais como o cultivo intensivo, com uso de arado, e o conservacionista, com uso de cobertura morta (Alguacil et al. 2014). Dentre os manejos, o orgânico aumenta a diversidade de FMA quando comparado ao cultivo convencional (Verbruggen et al. 2010). Isso evidencia que o monocultivo e a agricultura convencional, diminuem a riqueza de espécies de FMA (Voríšková et al. 2016). A diminuição na riqueza deve-se principalmente ao fato que a natureza uniforme destas práticas, selecionam fortemente algumas espécies de FMA dominantes (Verbruggen e Kiers 2010). Embora observado por Oehl et al. (2009) que o cultivo em consórcio proporciona um aumento da diversidade de FMA, o cultivo em consórcio entre gramínea, *Cenchrus ciliaries* e leguminosa, *Clitoria ternatea* no semiárido, não influenciou a riqueza e diversidade das espécies de FMA (Menezes et al. 2016), indicando que a escolha das espécies em policultivo pode modular a estrutura e composição da comunidade de FMA (Hage-Ahmed et al. 2013).

Considerando os benefícios proporcionados pela inoculação micorrízica em plantas de *Passiflora cincinnata* e a importância do feijão-caupi para a região semiárida, utilizou-se o consórcio como alternativa de manejo sustentável de baixo custo para pequenos produtores rurais, com o objetivo de elevar a eficiência do uso do solo. Uma vez que a inoculação do feijão-caupi com BFN pode aumentar a disponibilidade de N ao solo e à planta consorciada, e que os FMA proporcionam maior absorção de P para o vegetal, o uso de cultivo em consórcio pode contribuir para a redução do uso de fertilizantes. Neste sentido, testou-se a hipótese de que o uso de inoculantes microbianos incrementa a atividade microbiana do solo e influencia positivamente a comunidade de FMA em plantios de maracujazeiro do mato consorciados com feijão-caupi.

Assim, o objetivo deste trabalho foi verificar a influência da aplicação de bioinsumos microbianos, inoculação de FMA no maracujá e BFN no feijão-caupi, e a implementação de consórcio com feijão-caupi na produção do maracujazeiro do mato em campo, sobre a estrutura e composição das comunidades de FMA e a biomassa microbiana do solo.

5.4. MATERIAL E MÉTODOS

5.4.1. Descrição da Área de Estudo

O experimento foi realizado no Campo Experimental da Caatinga localizado na Embrapa Semiárido (40°19'24"W, 09°04'18"S; 380 m de altitude), no município de Petrolina, PE. O clima da região é denominado como tipo BSh, segundo a classificação de Köppen, caracterizado como semiárido quente, com maior parte do ano seco e alta taxa de evapotranspiração. Durante os meses de coleta, a temperatura variou entre 20 e 35 °C, e a precipitação não ultrapassou 36 mm/mês (Figura 1).

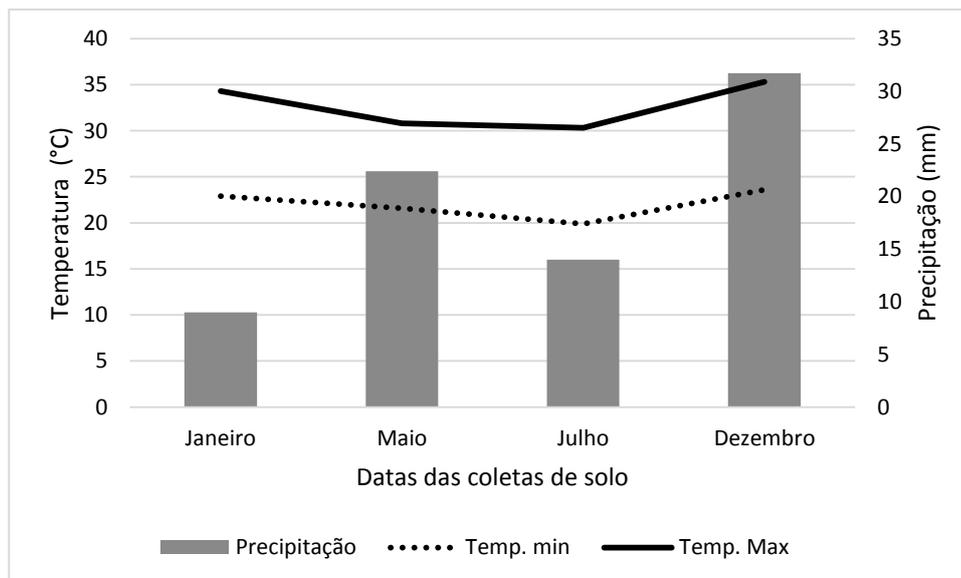


Figura 1. Dados meteorológicos (temperatura máxima, mínima e precipitação) durante o ano de 2015, destacando-se os meses das coletas de solo (janeiro, maio, julho e dezembro).

5.4.2. Implantação do experimento e delineamento experimental

Antes da instalação do experimento, a área possuía vegetação nativa de Caatinga. O solo da área de estudo é do tipo Argissolo Vermelho Amarelo, textura arenosa (areia 65%; silte 35% e argila 5%). Essa área foi desmatada em agosto de 2011, permanecendo em descanso com cobertura de plantas pioneiras até setembro de 2013 quando foi iniciado o preparo convencional do solo com adubação recomendada para maracujazeiro amarelo (IPA. 2008). Em outubro de 2013, as plantas de maracujazeiro do mato foram transplantadas e foram mantidas em monocultivo até introdução do feijão-caupi por dois ciclos de cultivo, o primeiro em fevereiro de 2014 e o segundo em janeiro de 2015, a análise das variáveis deste trabalho foram iniciadas no segundo ciclo de cultivo.

As mudas de maracujazeiro do mato que receberam o tratamento de inoculação de FMA foram inoculadas com *Claroideoglossum etunicatum* (Univasf 06) na forma de solo inóculo, contendo cerca de 200 glomerosporos e transplantadas ao campo quando atingiram pelo menos 30 cm de altura. Todas as mudas foram transplantadas no mesmo dia e possuíam a mesma idade. Em relação ao consórcio, a semeadura do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* [L.] Walp

cv. BRS Guariba), inoculado ou não com estirpe de rizóbio BR 3267, foi realizada durante o estágio vegetativo do maracujazeiro, sendo cultivado por 90 dias em ambos os ciclos de produção de maracujá. O experimento foi mantido por dois ciclos de produção, com o início do segundo ciclo considerado após a poda de limpeza dos maracujazeiros.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com os seguintes tratamentos: T1 – maracujazeiro não micorrizado; T2 – maracujazeiro micorrizado; T3 - maracujazeiro não micorrizado + consórcio com feijão-caupi; T4 - maracujazeiro não micorrizado + consórcio com feijão-caupi inoculado com BFN; T5 - maracujazeiro micorrizado + consórcio com feijão-caupi; T6 - maracujazeiro micorrizado + consórcio com feijão-caupi inoculado com BFN, dispostos em quatro blocos, com três plantas em cada parcela. A bordadura de cada bloco foi formada por fileiras simples com plantas de maracujá amarelo. A área total do experimento era de 1008 m², constituída de nove fileiras com 14 plantas de maracujazeiro do mato cada, espaçadas em 4 m entre plantas e 2 m na fileira, totalizando 126 plantas, conduzidas em sistema de espaldeira com um fio (nº 12), a 1,8 m do solo. A irrigação foi realizada utilizando-se dois gotejadores para cada planta espaçados 20 cm entre si, de forma homogênea. Também foram instalados microaspersores para dar suporte ao cultivo do feijão, sendo este semeado em quatro covas equidistantes em volta do maracujazeiro do mato nas parcelas consorciadas. Foram realizadas adubação de lastro e de cobertura no início de cada ciclo com NPK, seguindo recomendação para maracujá amarelo.

5.4.3. Amostragem

As coletas foram realizadas em janeiro/2015, maio/2015, julho/2015 e dezembro/2015. Correspondendo respectivamente aos períodos de: coleta 1 - 20 dias após a poda do maracujazeiro (período vegetativo), coleta 2 - 45 dias após a semeadura do feijão-caupi (início do período de floração do feijão), coleta 3 - 25 dias após a colheita do feijão-caupi (período inicial de frutificação do maracujazeiro) e a coleta 4 - 60 dias após a colheita de maracujá. Em cada período de coleta, amostras compostas de três subamostras de solo foram coletadas na rizosfera do maracujazeiro do mato na profundidade de 0 a 20 cm, totalizando 24 amostras compostas por coleta (96 amostras totais). As

amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e levadas ao laboratório sob refrigeração e mantidas a 4 °C até a avaliação da biomassa microbiana.

5.4.4. Análises químicas do solo

As análises físicas e químicas do solo foram realizadas no Laboratório de Análise de Solo e de Plantas da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE. A determinação dos parâmetros físicos e químicos foi feita de acordo com os métodos descritos em Silva et al. (1999): O pH do solo foi avaliado em solução de solo/água destilada (1:2,5 peso/volume) em potenciômetro, Ca²⁺ e Mg²⁺ foram extraídos com KCl e determinados por absorção atômica; K⁺, Na⁺, P, Cu, Zn e Mn foram extraídos com o reagente de Mehlich 1 (HCl + H₂SO₄). O K⁺ e Na⁺ foram determinados em fotômetro de chama, o P por colorimetria e o Cu, Zn, Mn e Fe por espectrofotometria de absorção atômica; a matéria orgânica do solo foi avaliada pelo método de oxidação em dicromato de potássio e titulação do excesso de dicromato de potássio pelo sulfato ferroso amoniacal; H⁺ e Al³⁺ foram determinados pelo método do acetato de cálcio e titulação alcalimétrica do extrato; SB é a soma das bases (Na⁺, K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺); CTC é a capacidade de troca de cátions (SB + acidez potencial que é Al + H); V é a saturação de bases (percentagem de SB/CTC). A temperatura do solo foi mensurada no momento da coleta utilizando um termômetro de solo com sonda acoplada. A umidade do solo foi determinada gravimetricamente após secagem de 2 g de solo em estufa (105 °C/24h) e os valores expressos em percentual de umidade presente no solo (Debosz et al., 1999).

5.4.5. Indicadores de qualidade do solo analisados

Para determinação do carbono orgânico do solo (COT), as amostras de solo foram secas ao ar, destorroadas, homogeneizadas e passadas em peneira de malha de 2 mm para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA). As amostras de TFSA foram trituradas e passadas em peneira de 100 mesh (0,149 mm) para determinação do COT, pelo método de oxidação via úmida com aquecimento externo (Yeomans e Bremner, 1988). O carbono da biomassa microbiana (C-BM) do solo foi extraído com K₂SO₄ (Sulfato de potássio) concentrado, utilizando o método de fumigação-extração com clorofórmio e determinado por dicromatometria, a partir de amostras fumigadas e não fumigadas [Vance et al. (1987) modificado por De-Polli e Guerra (1997)]. O

Quociente microbiano (q_{mic}) foi determinado pela razão (C-BM/COT) x 100 (Powlson et al. 1997).

A avaliação do número mais provável (NMP) de propágulos infectivos de FMA no solo foi realizada seguindo-se a metodologia descrita em Feldmann e Idzack (1994). Nessa técnica, o solo do campo é submetido a diluições sucessivas (0, 1:10, 1:100, 1:1000), utilizando-se areia esterilizada como diluente e o milho (*Zea mays* L.) como hospedeiro. Após 30 dias, as raízes foram lavadas, coradas e avaliadas quanto a presença/ausência de colonização micorrízica, e os resultados expressos em propágulos cm^{-3} solo.

5.4.6. Identificação das espécies de fma

Os glomerosporos foram extraídos pela técnica de peneiramento úmido em malhas de 840 μm e 45 μm (Gerdemann e Nicolson, 1963) e centrifugados em água e sacarose a 40% (Jenkins, 1964, adaptado), sendo quantificados em placa canaletada com o auxílio de estereomicroscópio. Para identificação das espécies de FMA, os glomerosporos extraídos foram montados entre lâmina e lamínula contendo PVLG (álcool polivinílico em lactoglicerol) e PVLG + reagente de Melzer (1:1 v/v). As lâminas foram observadas com o auxílio de microscópio óptico e as espécies identificadas a partir da observação das características morfológicas dos glomerosporos, com o auxílio do Manual de identificação de FMA (Schenck e Pérez, 1990; Blaszkowski, 2012), e consultas as descrições recentes. A classificação adotada nesse trabalho é a proposta por Oehl et al. (2011) e atualizações (Goto et al. 2012; Blaszkowski e Chwat, 2013; Marinho et al. 2014; Blaszkowski et al. 2015).

5.4.7. Índices ecológicos

Para analisar a comunidade de FMA, foram determinados os índices ecológicos em cada amostra: índice de diversidade de Margalef (D) e Shannon (H'), índice de equitabilidade de Pielou (J'), a riqueza das espécies (S) e a dominância (λ) por amostra coletada. O índice de Margalef combina o número registrado de espécies (S) com o número total de indivíduos (N) e é calculado pela seguinte equação: $D = (S-1) / \ln N$; o índice de diversidade de Shannon (H') foi calculado de acordo com a equação: $-\sum (P_i \ln [P_i])$; onde $P_i = n_i/N$, n_i = número de indivíduos (esporos) da espécie i , e N = número total de indivíduos

(esporos) de todas as espécies; o índice de equitabilidade de Pielou (J') foi obtido pela equação $J' = H'/\text{Log}(S)$ em que H' é o valor obtido pelo índice de Shannon e S é o número total de espécies. O índice de dominância de Simpson (C) foi calculado pela equação $C = \sum (n_i (n_i - 1) / N(N - 1))$. A riqueza de espécies foi determinada pelo número total de espécies identificadas em cada área.

5.4.8. Análise estatística

Os dados (C-BM, qmic, COT, NG e índices ecológicos) foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk, e quando necessário foram transformados antes da realização da análise de variância. Os dados foram submetidos à análise de variância, e quando significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Duncan (5%), utilizando-se o programa Statistica 7.0.

Os dados de abundância relativa das comunidades de FMA foram utilizados para as análises de espécie indicadora e para as análises multivariadas. A espécie indicadora foi determinada para tratamentos e coletas, sendo uma espécie considerada indicadora quando $IV \geq 25\%$ e $p < 0,05$ (teste de Monte Carlo a 5% de probabilidade) (Dufrêne and Legendre, 1997). A análise de permutação multivariada (Permanova) foi realizada para tratamentos e coletas, e os tratamentos e/ou coletas foram considerados significativamente diferentes quando $p < 0,008$, seguindo a correção de Bonferroni para comparações múltiplas. Os dados de composição da comunidade também foram utilizados para a análise de escalonamento multidimensional não-métrico (MDS). As análises de espécie indicadora e Permanova foram realizadas usando o programa PC-ORD 5.0 (McCune and Mefford, 2006), e a análise de MDS foi realizada com o auxílio do programa Primer 5.0 (Clarke and Gorley, 2006).

5.5. RESULTADOS

As propriedades químicas do solo apresentaram diferença significativa apenas entre as coletas ($p < 0,05$), não havendo diferença entre os tratamentos testados ($p > 0,05$). Apenas cálcio (Ca) e matéria orgânica (MO) não

apresentaram diferença estatística entre as coletas de solo. Os valores de pH do solo oscilaram em torno de 6,5, sendo mais alcalino nas últimas coletas (Tabela 1). A condutividade elétrica (CE) alcançou maiores valores no início e no final do ciclo (primeira e última coleta). Similarmente, o fósforo (P) e a acidez potencial (Al + H) apresentaram maiores valores na segunda coleta, quando as duas culturas estavam em consórcio. Capacidade de troca catiônica (CTC), soma de bases (SB), sódio (Na), potássio (K) e magnésio (Mg), apresentaram maiores valores no final do ciclo (quarta coleta).

Tabela 1. Caracterização química do solo, considerando as diferentes coletas e os tratamentos de inoculação e consócio em área cultivada com maracujá do mato (*Passiflora cincinnata*).

	pH	CE	MO	P	Na	K	Ca	Mg	CTC	SB	Al + H	V
		dS/m	%	mg/dm ³				cmol _c /dm ³				%
Coletas												
Coleta 1	6,50 ab	1,66 a	12,67	56,07 b	0,12 b	0,23 b	4,46	1,60 ab	7,01 b	6,42 b	0,58 c	91,33 a
Coleta 2	6,30 b	1,15 b	12,85	123,59 a	0,08 c	0,26 b	4,20	1,50 b	7,18 b	6,05 b	1,12 a	83,85 c
Coleta 3	6,80 a	0,46 c	15,49	75,98 b	0,06 c	0,19 b	4,17	1,74 a	7,10 b	6,17 b	0,91 b	86,71 b
Coleta 4	6,87 a	1,79 a	13,79	58,40 b	0,21 a	1,19 a	4,34	1,76 a	8,23 a	7,52 a	0,73 bc	90,59 ab
p	0,000**	0,000**	0,08ns	0,000*	0,000**	0,000**	0,855ns	0,040*	0,034*	0,010*	0,000**	0,000**
Tratamentos												
T1	6,53	1,25	14,08	92,34	0,11	0,48	4,73	1,75	7,86	7,08	0,79	89,21
T2	6,56	1,22	14,97	105,33	0,12	0,42	4,32	1,63	7,45	6,49	0,93	87,03
T3	6,69	1,13	14,13	53,94	0,10	0,47	4,04	1,68	7,23	6,31	0,92	86,89
T4	6,73	1,37	14,49	69,93	0,12	0,49	4,23	1,66	7,24	6,50	0,73	89,36
T5	6,53	1,39	12,42	80,59	0,13	0,50	4,48	1,61	7,64	6,73	0,93	87,53
T6	6,68	1,25	12,10	68,95	0,11	0,47	3,98	1,59	6,88	6,16	0,74	88,74
p	0,647ns	0,651ns	0,283ns	0,059ns	0,655ns	0,876ns	0,603ns	0,835ns	0,600ns	0,672ns	0,300ns	0,608ns

*significativo a 5% de probabilidade, **significativo a 1% de probabilidade, ns não significativo. Médias seguidas de mesma não diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade. T1 – maracujazeiro não micorrizado; T2 – maracujazeiro micorrizado; T3 - maracujazeiro não micorrizado + consórcio com feijão-caupi; T4 - maracujazeiro não micorrizado + consórcio com feijão-caupi inoculado com BFN; T5 - maracujazeiro micorrizado + consórcio com feijão-caupi; T6 - maracujazeiro micorrizado + consórcio com feijão-caupi inoculado com BFN. Coleta 1 - 20 dias após a poda do maracujazeiro, coleta 2 - 45 dias após a semeadura do feijão-caupi, coleta 3 - 25 dias após a colheita do feijão-caupi e a coleta 4 - 60 dias após a colheita de maracujá.

O número de glomerosporos apresentou diferença significativa apenas entre as coletas de solo, e os maiores valores foram obtidos na segunda coleta quando comparada com a primeira e a quarta coleta ($p < 0,05$) (Tabela 2), mostrando que houve aumento da esporulação com o cultivo em consórcio com a leguminosa, e que após um período sem o cultivo de feijão esse número diminuiu. O número de propágulos infectivos variou bastante durante o experimento, e assim como o número de glomerosporos, também apresentou maior média na segunda e terceira coletas. Em relação aos tratamentos, os maiores números de propágulos infectivos foram observados nos tratamentos T2, T4 e T5 (Tabela 4), indicando que a presença de apenas um dos micro-organismos testados faz com que ocorra aumento do número de propágulos. No entanto, a presença dos dois micro-organismos, como no tratamento T6 (maracujazeiro inoculado com FMA + consórcio com caupi inoculado com BFN), proporcionou diminuição no número dos propágulos infectivos, sendo os valores observados em T6 menores que os obtidos no T1 (controle).

O COT não apresentou nenhuma variação significativa durante o experimento; enquanto que, o C-BM apresentou redução na coleta 3, período que correspondeu ao término do consórcio com feijão-caupi, na última coleta houve aumento do C-BM com valores próximos aos observados nas primeiras coletas. O quociente microbiano teve comportamento semelhante ao carbono da biomassa microbiana e variou entre 1,13 e 2,06 % entre os tratamentos de uso de bioinsumos microbianos e consórcio (Tabela 2).

Tabela 2. Número de glomerosporos (NG), carbono da biomassa microbiana do solo (C-BM), carbono orgânico total (COT) e quociente microbiano (q_{mic}) nas diferentes coletas de solo e tratamentos de consórcio com feijão-caupi em área de maracujá do mato (*Passiflora cincinnata*).

Análise de variância				
	NG	CBM ($\mu\text{g de C g}^{-1}$ de solo)	COT (g/kg)	q_{mic} (%)
Coletas	0,0002**	0,0004**	0,8057 ^{ns}	0,004**
Tratamentos	0,2495 ^{ns}	0,0159*	0,4408 ^{ns}	0,069 ^{ns}
Tratamentos x Coletas	0,32986 ^{ns}	0,0651 ^{ns}	0,6842 ^{ns}	0,128 ^{ns}
Coletas				

Coleta 1	162,33 c	223,31 a	11,55	1,99 a
Coleta 2	265,25 a	171,77 a	11,53	1,68 a
Coleta 3	225,25 ab	95,37 b	11,38	0,89 b
Coleta 4	191,25 bc	192,80 a	10,69	1,89 a
Tratamentos				
T1	175,18	141,38 b	10,58	1,37
T2	216,37	226,77 a	12,17	2,07
T3	195,00	225,79 a	11,63	2,10
T4	238,50	126,58 b	11,48	1,14
T5	230,50	139,05 b	11,93	1,30
T6	210,56	165,31 ab	9,93	1,72

*significativo a 5% de probabilidade, **significativo a 1% de probabilidade, ^{ns} não significativo. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si entre linhas pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade. T1 – maracujazeiro não micorrizado; T2 – maracujazeiro micorrizado; T3 - maracujazeiro não micorrizado + consórcio com feijão-caupi; T4 - maracujazeiro não micorrizado + consórcio com feijão-caupi inoculado com BFN; T5 - maracujazeiro micorrizado + consórcio com feijão-caupi; T6 - maracujazeiro micorrizado + consórcio com feijão-caupi inoculado com BFN. Coleta 1 - 20 dias após a poda do maracujazeiro, coleta 2 - 45 dias após a semeadura do feijão-caupi, coleta 3 - 25 dias após a colheita do feijão-caupi e a coleta 4 - 60 dias após a colheita de maracujá.

Houve correlação apenas entre quociente microbiano e o carbono da biomassa microbiana e carbono total do solo, reforçando a relação entre esses atributos, no caso entre q_{mic} e C-BM houve correlação positiva mostrando que quanto maior o carbono da biomassa microbiana maior o quociente microbiano e conseqüente maior a atividade da microbiota do solo, o inverso acontece com a correlação entre q_{mic} e COT, indicando que quanto maior o COT, menor é o q_{mic} , evidenciando que a maior parte do carbono orgânico é composta por matéria orgânica morta (Tabela 3).

Tabela 3. Coeficiente de correlação entre número de glomerosporos (NG), carbono da biomassa microbiana do solo (C-BM), carbono orgânico total (COT) e quociente microbiano (q_{mic}).

	NG	C-BM	COT	q_{mic}
NG	1,00	-0,13 ^{ns}	-0,03 ^{ns}	-0,13 ^{ns}
CBM		1,00	0,04 ^{ns}	0,89**

COT	1,00	-0,33**
q_{mic}		1,00

*significativo a 5% de probabilidade, **significativo a 1% de probabilidade, ^{ns} não significativo.

Tabela 4. Número de propágulos infectivos (propágulos cm^{-3} solo) nas diferentes coletas de solo e tratamentos de consórcio com feijão-caupi em área de maracujá do mato (*Passiflora cincinnata*).

	Número de propágulos infectivos (propágulos cm^{-3})				
	Coleta 1	Coleta 2	Coleta 3	Coleta 4	Média
T1	140	14	11	14	44,75
T2	47	79	140	28	73,5
T3	19	79	40	24	40,5
T4	24	79	170	28	75,25
T5	33	46	33	180	73
T6	28	79	14	24	36,25
Média	48,5	62,6667	68	49,66667	

T1 – maracujazeiro não micorrizado; T2 – maracujazeiro micorrizado; T3 - maracujazeiro não micorrizado + consórcio com feijão-caupi; T4 - maracujazeiro não micorrizado + consórcio com feijão-caupi inoculado com BFN; T5 - maracujazeiro micorrizado + consórcio com feijão-caupi; T6 - maracujazeiro micorrizado + consórcio com feijão-caupi inoculado com BFN. Coleta 1 - 20 dias após a poda do maracujazeiro, coleta 2 - 45 dias após a semeadura do feijão-caupi, coleta 3 - 25 dias após a colheita do feijão-caupi e a coleta 4 - 60 dias após a colheita de maracujá.

Foram identificados 26 táxons de FMA, pertencentes a sete famílias (Ambisporaceae, Acaulosporaceae, Glomeraceae, Gigasporaceae, Racocetraceae, Paraglomeraceae e Intraornatosporaceae) e 10 gêneros. *Acaulospora* foi o gênero com o maior número de espécies (10), seguido por *Cetraspora* (quatro espécies), *Gigaspora* (três espécies) e *Glomus* e *Racocetra* (duas espécies). Os demais gêneros foram representados por uma espécie cada (Tabela 5).

Acaulospora scrobiculata, *Glomus macrocarpum* e *Glomus* sp. foram encontradas em todos os tratamentos e em todas as coletas, mostrando ser comum na área de cultivo de maracujazeiro do mato. De modo geral, a abundância de *G. macrocarpum* aumentou ao longo do tempo, enquanto que a abundância de *A. scrobiculata* e *Glomus* sp. permaneceram estáveis (Tabela

5). No entanto, algumas espécies ocorreram apenas em uma coleta, como: *Acaulospora spinosa*, *Cetraspora gilmorei*, *Dominikia* sp. e *Paraglomus* sp. ocorrendo apenas na primeira coleta, *Acaulospora spinosissima* na segunda coleta, *Racocetra* sp. e *Gigaspora gigantea* foram exclusivas da terceira coleta, não houve nenhuma espécie exclusiva da última coleta (Tabela 5). *Acaulospora spinosissima* e *Racocetra coralloidea* foram registradas apenas no tratamento T4, *Gigaspora gigantea* e *Paraglomus* sp. foram exclusivas do tratamento T3 e *Gigaspora decipiens* foi registrada apenas no tratamento T5 (Tabela 5).

Tabela 5. Abundância relativa (AR) das espécies de FMA encontradas nas diferentes coletas de solo e tratamentos de plantio de maracujá do mato (*Passiflora cincinnata*) consorciado com feijão-caupi.

Espécies	Coleta 1						Coleta 2						Coleta 3						Coleta 4					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	AR(%)																							
<i>Acaulospora mellea</i> Spain & N.C. Schenck			0,03	0,07	0,01	0,01	0,06	0,34	0,12	0,07	0,01	0,04	0,01	0	0,02	0,22	0	0,02	0,03	0,01				
<i>Acaulospora morrowiae</i> Spain & N.C. Schenck	0,04	0,01	0,01	0,01		0,15	0,02	0,03	0,02		0,08	0,03	0,07		0,01	0,09	0,01		0,17	0,07	0,09	0,18	0,2	
<i>Acaulospora rehmsii</i> Sieverd. & S. Toro			0,01			0,01										0,04								
<i>Acaulospora reducta</i> Oehl, B.T. Goto & C.M.R. Pereira			0,26				0,01	0,03			0,02	0,01		0,01		0,16	0,07	0,02	0,01					
<i>Acaulospora scrobiculata</i> Trappe	0,46	0,02	0,34	0,46	0,29	0,56	0,15	0,18	0,22	0,47	0,08	1,05	0,42	0,18	0,18	0,78	0,11	0,41	0,32	0,16	0,01	0,32	0,06	0,27
<i>Acaulospora spinosa</i> C. Walker & Trappe				0,01																				
<i>Acaulospora spinosissima</i> Oehl, Palenz., Sánchez-Castro, Tchabi, Hount. & G. A. Silva										0,01														
<i>Acaulospora excavata</i> Ingleby & C. Walker			0,02	0,01	0,01	0,09								0,01					0,03					

<i>Glomus macrocarpum</i> Tul. & C. Tul.	1,39	2,57	1,73	1,82	3,96	1,53	2,59	4,18	4,76	5,32	5,64	4,88	2,89	3,14	3,5	3,66	3,18	3,37	4,4	2,74	1,65	4,67	3,15	2,97
<i>Glomus</i> sp.	0,31	0,25	0,52	0,18	0,17	0,15	0,67	0,59	0,35	0,36	0,54	0,16	0,11	0,69	0,27	0,15	0,39	0,21	0,15	0,28	0,21	0,38	0,27	0,26
<i>Intraornatospora intraornata</i> (B.T. Goto & Oehl) B.T. Goto, Oehl & G.A. Silva																								0,01
<i>Sclerocystis sinuosa</i> Gerd. & B.K. Bakshi							0,01	0,01					0,01	0,05		0,03	0,04	0,03			0,02			0,01
<i>Paraglomus</i> sp.			0,02																					
<i>Racocetra coralloidea</i> (Trappe, Gerd. & I. Ho) Oehl, F.A. de Souza & Sieverd.				0,01					0,01															
<i>Racocetra</i> sp.														0,01	0,01									
Total de espécies			19						11						18									11

T1 – maracujazeiro não micorrizado; T2 – maracujazeiro micorrizado; T3 - maracujazeiro não micorrizado + consórcio com feijão-caupi; T4 - maracujazeiro não micorrizado + consórcio com feijão-caupi inoculado com BFN; T5 - maracujazeiro micorrizado + consórcio com feijão-caupi; T6 - maracujazeiro micorrizado + consórcio com feijão-caupi inoculado com BFN. Coleta 1 - 20 dias após a poda do maracujazeiro, coleta 2 - 45 dias após a semeadura do feijão-caupi, coleta 3 - 25 dias após a colheita do feijão-caupi e a coleta 4 - 60 dias após a colheita de maracujá.

Não foi observada diferença significativa entre os tratamentos para os índices ecológicos. O índice de equitabilidade de Pielou apresentou diferença estatística apenas entre as coletas, com a coleta 1 (apenas o maracujá em estágio vegetativo) apresentando a maior equitabilidade quando comparada a coleta 2 (após a semeadura do feijão) (Tabela 6).

Tabela 6. Riqueza das espécies (S), índice de Margalef (D), equitabilidade de Pielou (J'), índice de diversidade de Shannon (H') e dominância (λ) por amostra em área de cultivo de maracujazeiro do mato em consórcio ou não com feijão-caupi.

Significância (p valor)					
	S	D	J'	H'	λ
Coletas	0,3505 ^{ns}	0,3505 ^{ns}	0,0168*	0,1576 ^{ns}	0,0642 ^{ns}
Tratamentos	0,1740 ^{ns}	0,1740 ^{ns}	0,6417 ^{ns}	0,4223 ^{ns}	0,5442 ^{ns}
Tratamentos x Coletas	0,9421 ^{ns}	0,9421 ^{ns}	0,1913 ^{ns}	0,2519 ^{ns}	0,2761 ^{ns}
Coletas					
Coleta 1	4,4166	0,7419	0,5535 a	0,7678	0,5885
Coleta 2	4,5416	0,7691	0,4074 b	0,5893	0,7036
Coleta 3	4,8750	0,8414	0,4340 ab	0,651	0,6718
Coleta 4	4,0000	0,6514	0,4393 ab	0,5916	0,6994
Tratamentos					
T1	3,9375	0,6378	0,4906	0,6365	0,6617
T2	3,7500	0,5971	0,4345	0,5516	0,7058
T3	4,7500	0,8143	0,4943	0,7155	0,6383
T4	4,8750	0,8415	0,4651	0,7045	0,6367
T5	4,3750	0,73286	0,404	0,5674	0,7177
T6	5,0625	0,8821	0,4627	0,7242	0,6346

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre linhas pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade. T1 – maracujazeiro não micorrizado; T2 – maracujazeiro micorrizado; T3 - maracujazeiro não micorrizado + consórcio com feijão-caupi; T4 - maracujazeiro não micorrizado + consórcio com feijão-caupi inoculado com BFN; T5 - maracujazeiro micorrizado + consórcio com feijão-caupi; T6 - maracujazeiro micorrizado + consórcio com feijão-caupi inoculado com BFN. Coleta 1 - 20 dias após a poda do maracujazeiro, coleta 2 - 45 dias após a semeadura do feijão-caupi, coleta 3 - 25 dias após a colheita do feijão-caupi e a coleta 4 - 60 dias após a colheita de maracujá.

Nenhuma espécie de FMA foi considerada indicadora para os tratamentos estudados ($p > 0,05$), mas foi possível detectar duas espécies indicadoras para as coletas ($p < 0,05$): *Sclerocystis sinuosa* foi selecionada como espécie indicadora da coleta 3 (após o fim do consórcio) e *Ambispora appendicula* foi indicadora para a coleta 4 (final do experimento, após a colheita do maracujá) (Tabela 7).

Tabela 7. Espécie de FMA indicadora nas diferentes coletas de solo e tratamentos de uso de bioinsumos e consórcio com leguminosa.

	Tratamentos			Coletas		
		IV	p		IV	p
<i>Acaulospora mellea</i> Spain & N.C. Schenck	T4	11,4	0,503	Coleta 2	24,7	0,019
<i>Acaulospora morrowiae</i> Spain & N.C. Schenck	T6	13,5	0,309	Coleta 4	18,5	0,129
<i>Acaulospora rehmi</i> Sieverd. & S. Toro	T4	10,4	0,137	Coleta 3	6,9	0,288
<i>Acaulospora reducta</i> Oehl, B.T. Goto & C.M.R. Pereira	T3	14,6	0,287	Coleta 3	9,3	0,65
<i>Acaulospora scrobiculata</i> Trappe	T6	26	0,116	Coleta 1	32,2	0,142
<i>Acaulospora spinosa</i> C. Walker & Trappe	T4	6,2	1	Coleta 1	4,2	1
<i>Acaulospora spinosissima</i> Oehl, Palenz., Sánchez-Castro, Tchabi, Hount. & G. A. Silva	T4	6,2	1	Coleta 2	4,2	1
<i>Acaulospora excavata</i> Ingleby & C. Walker	T6	7,3	0,557	Coleta 1	22,3	0,002
<i>Acaulospora herrerae</i> Furrázola, B.T.Goto, G.A.Silva, Sieverd. & Oehl	T6	6	0,57	Coleta 3	7,4	0,286
<i>Acaulospora</i> sp.	T5	7,4	0,426	Coleta 3	4,9	0,612
<i>Ambispora appendicula</i> (Spain, Sieverd. & N.C. Schenck) C. Walker	T3	18,1	0,251	Coleta 4	30,3	0,019

<i>Cetraspora</i> sp.	T4	7,6	0,492	Coleta 3	7,7	0,461
<i>Cetraspora gilmorei</i> (Trappe & Gerd.) Oehl, F.A. de Souza & Sieverd.	T6	5	1	Coleta 1	12,5	0
<i>Cetraspora pellucida</i> (T.H. Nicolson & N.C. Schenck) Oehl, F.A. de Souza & Sieverd.	T1	5,1	1	Coleta 1	3,4	1
<i>Cetraspora</i> sp2.	T6	6,2	1	Coleta 1	4,2	1
<i>Dominikia</i> sp.	T5	6,2	1	Coleta 1	4,2	1
<i>Gigaspora gigantea</i> (T.H. Nicholson & Gerd.) Gerd. & Trappe	T3	6,2	1	Coleta 3	4,2	1
<i>Gigaspora</i> sp.	T6	8,8	0,171	Coleta 1	5,5	0,43
<i>Gigaspora decipiens</i> I.R. Hall & L.K. Abbott	T5	6,2	1	Coleta 1	4,2	1
<i>Glomus macrocarpum</i> Tul. & C. Tul.	T5	17,9	0,304	Coleta 4	26,5	0,169
<i>Glomus</i> sp.	T2	20,6	0,513	Coleta 1	31,5	0,146
<i>Intraornatospora intraornata</i> (B.T. Goto & Oehl) B.T. Goto, Oehl & G.A. Silva	T3	6,2	1	Coleta 3	4,2	1
<i>Sclerocystis sinuosa</i> Gerd. & B.K. Bakshi	T2	5,1	0,88	Coleta 3	28,1	0,0004
<i>Paraglomus</i> sp.	T3	6,2	1	Coleta 1	4,2	1
<i>Racocetra coralloidea</i> (Trappe, Gerd. & I. Ho) Oehl, F.A. de Souza & Sieverd.	T4	12,5	0,152	Coleta 1	2,3	1
<i>Racocetra</i> sp.	T2	3,5	1	Coleta 3	8,3	0,2419

Espécies consideradas indicadoras foram destacadas em negrito ($p < 0,05$; $IV \geq 25\%$). T1 – maracujazeiro não micorrizado; T2 – maracujazeiro micorrizado; T3 - maracujazeiro não micorrizado + consórcio com feijão-caupi; T4 - maracujazeiro não micorrizado + consórcio com feijão-caupi inoculado com BFN; T5 - maracujazeiro micorrizado + consórcio com feijão-caupi; T6 - maracujazeiro micorrizado + consórcio com feijão-caupi inoculado com BFN. Coleta 1 - 20 dias após a poda do maracujazeiro, coleta 2 - 45 dias após a semeadura do feijão-caupi, coleta 3 - 25 dias após a colheita do feijão-caupi e a coleta 4 - 60 dias após a colheita de maracujá.

A análise de MDS baseada nos dados de composição da comunidade mostrou que não houve separação entre os tratamentos (Figura 2a); no entanto, foi possível observar separação da coleta 1, que ficou mais distante da coleta 4 (Figura 2b). Neste sentido, a análise de Permanova baseada nos dados de composição da comunidade revelou que a composição das comunidades não diferiu quanto aos tratamentos analisados ($F=1,408$; $p>0,05$). Por outro lado, a Permanova revelou diferenças na composição da comunidade entre as coletas ($F=2,949$; $p<0,05$), com a primeira coleta diferindo da última.

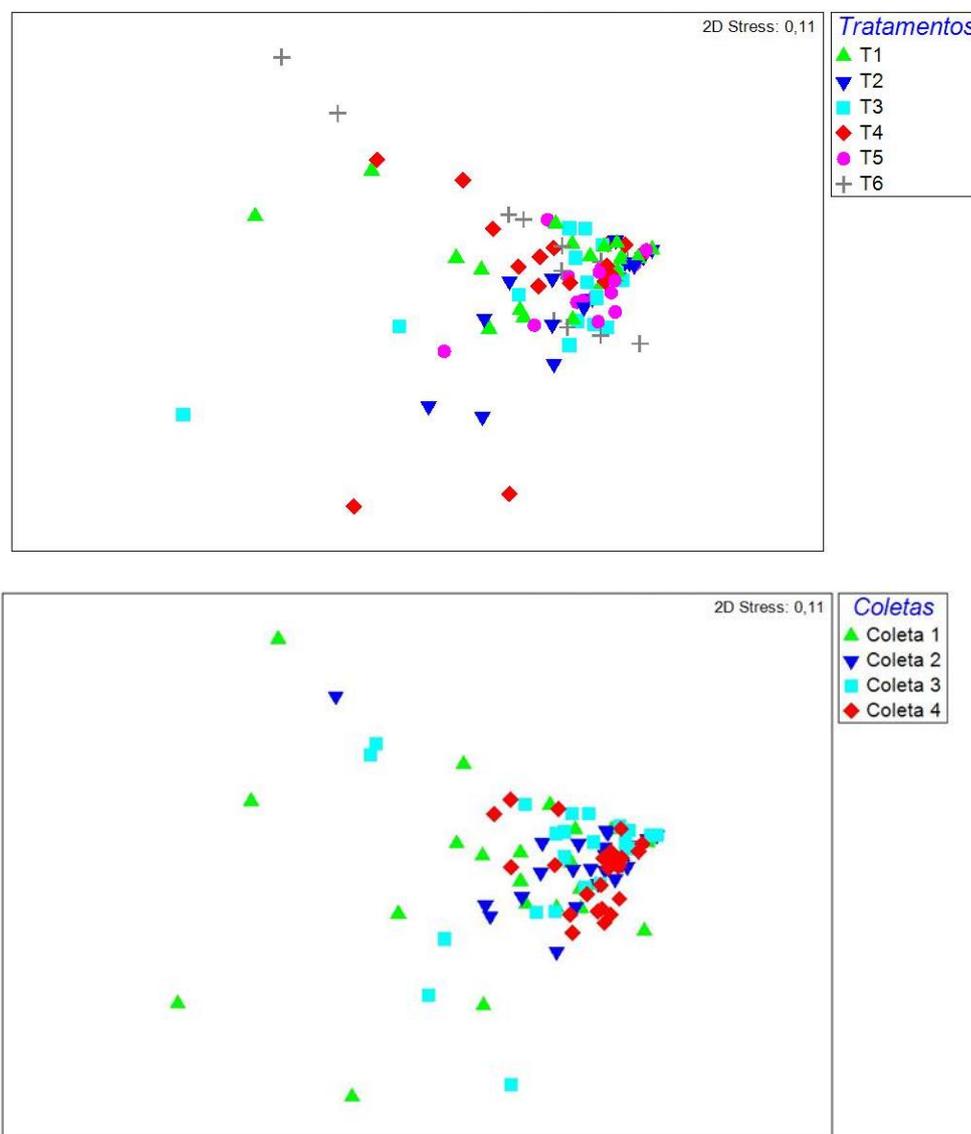


Figura 2. Análise de escalonamento multidimensional (NMS) baseada nos dados de composição da comunidade de FMA (abundância relativa) nos diferentes tratamentos de uso de bioinsumos e consórcio com leguminosa (A),

e nas diferentes coletas de solo (B). T1 – maracujazeiro não micorrizado; T2 – maracujazeiro micorrizado; T3 - maracujazeiro não micorrizado + consórcio com feijão-caupi; T4 - maracujazeiro não micorrizado + consórcio com feijão-caupi inoculado com BFN; T5 - maracujazeiro micorrizado + consórcio com feijão-caupi; T6 - maracujazeiro micorrizado + consórcio com feijão-caupi inoculado com BFN. Coleta 1 - 20 dias após a poda do maracujazeiro, coleta 2 - 45 dias após a semeadura do feijão-caupi, coleta 3 - 25 dias após a colheita do feijão-caupi e a coleta 4 - 60 dias após a colheita de maracujá.

5.6. DISCUSSÃO

Maiores valores de CTC, SB, Na, K, Mg e pH registrados nas últimas coletas podem estar relacionados ao tempo de cultivo, em virtude da maior mineralização de matéria orgânica e estabilização das propriedades do solo. Segundo Souza et al. (2010), o pH do solo rizosférico, argiloso e arenoso, tende a aumentar de forma significativa e positiva com a idade da planta, começando a ter esse efeito aos 40 dias após a emergência. Rocha et al. (2004) também registraram elevação do pH em cultivo de *Eucalyptus grandis* e afirmam que a diminuição do efeito tamponante do C orgânico, a medida que ocorre decomposição de resíduos é um possível motivo para que o aumento do pH ocorra com um período maior de tempo. O consórcio entre o maracujazeiro do mato e feijão-caupi proporcionou maior valor de P e de acidez potencial, o que pode estar relacionado ao manejo do consórcio, o qual faz com que ocorram melhorias na matéria orgânica do solo, levando a otimização do uso do P pelas plantas. A acidez potencial, assim como o fósforo tendem a ficar estáveis com práticas de manejo que possibilitem melhorias para o solo, como, por exemplo, o consórcio, o plantio direto e a rotação de culturas (milho, soja e algodão) (Bottega et al., 2013).

A implantação do consórcio entre maracujazeiro do mato e feijão-caupi, na segunda coleta, proporcionou a elevação do número de glomerosporos e dos propágulos. Esse aumento da esporulação e dos propágulos infectivos pode ser devido a maior quantidade de raízes presente no solo que cria um ambiente favorável para o fungo. Um maior número de glomerosporos também foi encontrado no consórcio de *Cenchrus ciliaries* e *Clitoria ternatea* (Menezes

et al., 2016), isso evidencia a hipótese de que quanto mais plantas presentes maior a quantidade de fungo.

No presente estudo, o COT não foi influenciado pelos tratamentos e períodos de cultivo analisados. Neste sentido, Souza et al. (2006) afirmam que o COT é um indicador de qualidade do solo de baixa sensibilidade, e não é considerado um bom indicador de qualidade do solo em curto prazo. Os estudos avaliando o COT mostram resultados contrastantes, Souza et al. (2006) avaliando o efeito do uso do solo com diferentes manejos e intensidades de pastejo, não encontraram variação no COT, mesmo após seis ciclos; enquanto que, Santos et al. (2004) observaram diminuição do COT do solo em plantio de arroz sob sistema tradicional quando comparado a sistemas de rotação de cultura e plantio direto. Esses resultados mostram que esse atributo de qualidade do solo não se mostra muito sensível as rápidas variações nas propriedades do solo.

Como observado entre as coletas, o C-BM diminuiu com o fim do consórcio e também foi afetado pelo uso de bioinsumos, apresentando maior valor nos tratamentos com FMA ou maracujazeiro do mato consorciado com feijão-caupi ou a combinação entre uso de FMA, BFN e consórcio. Esses resultados mostram que a utilização de algum desses bioinsumos microbianos, juntamente com o consórcio com leguminosa, aumenta o C-BM. O aumento do C-BM nos tratamentos inoculados ou consorciados pode estar relacionado a maior quantidade de plantas e conseqüentemente de raízes, que promove maior presença de seres vivos no solo e conseqüentemente maior atividade microbiana. Isso evidencia o fato de que o manejo baseado na promoção de qualidade biológica do solo como o uso de FMA e BFN promove melhoria na atividade microbiana do solo.

O qmic fornece informações sobre a qualidade da matéria orgânica (Powlson et al., 1997) e esse apresentou menores valores no fim do consórcio com leguminosa (coleta 3). Segundo Cunha et al. (2011) a planta de cobertura tem efeito sobre o qmic, dentre estas, as plantas leguminosas proporcionam maiores valores deste atributo quando comparado ao solo sem cobertura. Isso explicaria a razão de termos encontrado menores valores após o fim do

consórcio, já que a partir da terceira coleta não existia mais nodulação com BFN nas raízes do feijão-caupi.

Acaulospora é o segundo gênero em número de espécies descritas, sendo frequentemente mencionado como mais representativo em número de espécies em diversos ecossistemas e agroecossistemas, como em plantios de sapoti, seringueira, mogno, eucalipto e rotação de cultura com mandioca (Pereira, 2013) e em áreas de cultivo de abacaxizeiro e sapoti (Dantas et al., 2015).

Acaulospora scrobiculata, *Glomus macrocarpum* e *Glomus* sp., encontradas em todos os tratamentos e em todas as coletas, mostraram comportamento diferenciado em relação à abundância: a abundância de *G. macrocarpum* aumentou ao longo do tempo, enquanto *A. scrobiculata* e *Glomus* sp. não foram afetadas. Essas mesmas espécies também foram encontradas como as mais abundantes por Assis et al. (2014) em área com diferentes épocas de intervenção agrícola, assim como na rizosfera de *Araucaria angustifolia*, mesmo em elevadas doses de P no solo (Moreira et al., 2012) e florestas de Pinus (*Pinus elliottii*) e Eucalipto (*Eucalyptus grandis*) (Silva et al., 2008). Isso mostra a ampla distribuição dessas espécies, estando sempre presentes nos mais diversos ambientes.

O fato de algumas espécies apresentarem ocorrência apenas na primeira coleta indica que os manejos adotados podem alterar a composição das mesmas espécies, levando a perda de espécies mais sensíveis. No presente estudo, *Acaulospora spinosa*, *Cetraspora gilmorei*, *Dominikia* sp. e *Paraglomus* sp. só estavam presentes na primeira coleta (antes do início do consórcio com feijão-caupi). Indicando que o maior uso do solo reduziu a esporulação dessas espécies.

Os índices ecológicos não apresentaram variação nos tratamentos e coletas analisados, com exceção da equitabilidade de Pielou que foi maior na primeira coleta e diminuiu com o início do consórcio com o feijão (coleta 2). A diminuição da equitabilidade indica que alguma espécie está aumentando sua dominância, como por exemplo, *Glomus macrocarpum* que apresentou aumento de sua dominância após o início do consórcio com o feijão. Os resultados obtidos, indicam que apesar de não ter sido detectada diferenças na

diversidade, a sutil mudança na equitabilidade em relação as coletas sugerem que o manejo adotado ao longo do tempo tende a diminuir a diversidade. Em áreas de *Cenchrus ciliaris* consorciadas com *Clitoria ternatea* foi observada a diminuição da diversidade ao longo do tempo, apesar de não ter sido observado efeito sobre a riqueza de espécies (Menezes et al., 2016). Isto pode indicar a seleção de espécies de FMA mais relacionadas à condição de manejo adotada (Verbruggen e Kiers 2010), entretanto, estudos devem ser conduzidos para avaliar se estas espécies seriam funcionais e trariam benefícios à produtividade.

Sclerocystis sinuosa e *Ambispora appendicula* foram indicadoras da terceira e quarta coleta, respectivamente. *Sclerocystis sinuosa* tem sido frequentemente referida como ocorrente em estágios mais tardios, após um período maior de tempo de coleta, o que está relacionado às características de esporulação dessa espécie. A identificação de *S. sinuosa* como indicadora das amostragens mais tardias, fato que sugere que esta espécie leva um tempo maior para esporular (Menezes et al., 2016).

5.7. CONCLUSÕES

O consórcio entre maracujazeiro do mato e feijão-caupi proporciona melhoria na atividade biológica do solo, aumentando o número de glomerosporos e de propágulos infectivos de FMA. A comunidade micorrízica sofre alteração com o manejo de consórcio e uso de bioinsumos ao longo do tempo de cultivo, recomendando-se a manutenção do consorcio com feijão-caupi visando o aumento da diversidade de FMA.

5.8. REFERÊNCIAS

ALGUACIL, MM, TORRES, MP, TORRECILLAS, E, DÍAZ, G e ROLDÁN, A. 2011. Plant type differently promote the arbuscular mycorrhizal fungi biodiversity in the rhizosphere after revegetation of a degraded, semiarid land. *Soil Biology and Biochemistry*, 43:167-173.

ASSIS, PCR, SAGGIN JÚNIOR, OJ, PAULINO, HB, STÜRMER, SLS, SIQUEIRA, JO E CARNEIRO, MAC. 2014. Fungos micorrízicos arbusculares em campos de murundus após a conversão para sistemas agrícolas no cerrado. R. Bras. Ci. Solo, 38:1703-1711.

BALOTA, EL, LOPES, E, HUNGRIA, M e DOBEREINER, J. 1995. Interações e efeitos fisiológicos de bactérias diazotróficas e fungos micorrízicos arbusculares na mandioca. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 30: 1335-1345,

BARRETO, AC, FREIRE, MBGDS, NACIF, PGS, ARAÚJO, QR, FREIRE, F. J e INÁCIO, EDSB. 2008. Fracionamento químico e físico do carbono orgânico total em um solo de mata submetido a diferentes usos. R. Bras. Ci. Solo, 32:1471-1478.

BASTIDA, F, MORENO, JL, HERNÁNDEZ, TE GARCÍA, C. 2006. Microbial degradation index of soils in a semiarid climate. Soil Biology and Biochemistry, 38: 3463-3473.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. de A.; SILVA, L.S. da; CANELLAS, L.P.; CAMARGO, F.A. de O. (Ed.). Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. 2.ed. rev. atual. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p.7-18.

BERBARA, R.L.L.; SOUZA, F. A.; FONSECA, H. M.A.C. III - Fungos micorrízicos arbusculares: muito além da nutrição. In: FERNANDES, M.S. Nutrição Mineral de Plantas, SBCS, Viçosa, 2006. 432p.

BLASZKOWSKI, J e CHWAT, G. 2013. *Septoglomus deserticola* emended and new combinations in the emended definition of the family Diversisporaceae. Acta Mycologica, 48: 89-103.

BLASZKOWSKI, J, CHWAT, G, GÓRALSKA, A, RYSZKA, P e KOVÁCS, GM. 2015. Two new genera, *Dominikia* and *Kamienskia*, and *D. disticha* sp. nov. in Glomeromycota. Nova Hedwigia, 100: 225-238.

BLASZKOWSKI, J., 2012. Glomeromycota. Krakow: W. Szafer Institute of Botany. Polish Academy of Sciences, 300 p.

BOTTEGA, EL, QUEIROZ, DM, PINTO, FAC, e SOUZA, CMA. 2013. Variabilidade espacial de atributos do solo em sistema de semeadura direta com rotação de culturas no cerrado brasileiro. *Rev Ciênc Agron*, 44: 1-9.

CAVALCANTE, UMT. MAIA, LC, COSTA, CMC, CAVALCANTE AT e SANTOS, VF. 2002. Influência da densidade de fungos micorrízicos arbusculares na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. *Pesq Agrop Bras*, 37: 643-649.

CLARKE, K.R., GORLEY, R.N., 2006. PRIMER v6: User Manual/Tutorial. PRIMER-E, Plymouth

CUNHA, EQ., STONE, LF, DE BRITO FERREIRA, EP, DIDONET, AD, MOREIRA, JAA, E LEANDRO, WM. 2011. Sistemas de preparo do solo e culturas de cobertura na produção orgânica de feijão e milho. II-Atributos biológicos do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 35(2): 603-611.

DANTAS, BL, WEBER, OB, NETO, JPM, ROSSETTI, AG, e PAGANO, MC. 2015. Diversidade de fungos micorrízicos arbusculares em pomar orgânico no semiárido cearense. *Ciênc rural*, 45: 1480-1486.

DEBOSZ, K, RAMUSSEN, PH e PEDERSEN, AB. 1999. Temporal variations in microbial biomass C and cellulolytic enzyme activity in arable soils: effects of organic matter input. *Ap Soil Ecol* 13: 209-218.

DE-POLLI, H e GUERRA, JGM. Determinação do carbono da biomassa microbiana do solo: método da fumigação-extração. Seropédica, Embrapa-CNPAB, 1997. 10p. (Embrapa-CNPAB. Documentos, 37).

DONAGEMMA, G.K., CHAER, G.M., BALIEIRO, F.C., PRADO, R.B., ANDRADE, A.G., FERNANDES, M.F., COUTINHO, H.L.C., CORREIA, E. 2010. Indicadores de qualidade do solo: descrição, uso e integração para fins de estudos em agroecossistemas. In: Ferreira J.M.L et al., ed indicadores de sustentabilidade em sistemas de produção agrícola. Belo Horizonte-MG. p. 143-201.

DUFRÊNE, M., LEGENDRE, P., 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecol. Monogr.* 67, 345–366

FELDMANN, F e IDCZAK, E. 1994. Inoculum production of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for use in tropical nurseries. Pp.799-817. In: Norris, JR; read, D & Varma, AK. (eds.). Techniques for Mycorrhizal Research. Methods in Microbiology. Great Britain: Academic Press.

GERDEMANN, JW E NICOLSON, TH. 1963. Spores of mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. Trans. Br. Mycol. Soc. 46: 235–244.

GOTO, BT, SILVA, GA., ASSIS, D., SILVA, D. K., SOUZA, R. G., FERREIRA, A. C., VIEIRA, HEE., MAIA, LC. E OEHL, F. 2012. Intraornatosporaceae (Gigasporales), a new family with two new genera and two new species. Mycotaxon, 119: 117-132.

HAGE-AHMED, K, KRAMMER, J e STEINKELLNER, S. 2013. The intercropping partner affects arbuscular mycorrhizal fungi and Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici interactions in tomato. Mycorrhiza, 23(7): 543-550.

HODGE, A.; FITTER, A. H. Microbial mediation of plant competition and community structure. Funct Ecol, v. 27, n. 4, p. 865-875, 2013.

IPA – Instituto de Pesquisa Agropecuária, IEP. 2008. Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco. Recife, 2ª aproximação, 2.

JENKINS, WR. 1964. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. Plant Dis. Rep. 48, 692.

JUNQUEIRA, NTV, BRAGA, MF, FALEIRO, FG, PEIXOTO, JR, BERNACCI, LC. 2005. Potencial de espécies silvestres de maracujazeiro como fonte de resistência a doenças. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (Ed.). Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina: Embrapa Cerrados, 4: 81-107.

LIMA, CA, MONTENEGRO, AAA, SANTOS, TEM, ANDRADE EM e MONTEIRO ALN. 2015. Práticas agrícolas no cultivo da mandioca e suas relações com o escoamento superficial, perdas de solo e água. Rev. Ciênc. Agron.,46: 697-706.

LOBO, M.C., SASTRE AND VICENTE, M.A. 2006. Enzymes as a measurement of environmental impact on soils. Instituto Madrileño de investigación agrarian y alimentaria. Madri.

MCCUNE, B e MEFFORD, MJ. 2006. PC-ORD Multivariate Analysis of Ecological Data, Version 5. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, USA.

MENEZES, KM, SILVA, DK, QUEIROZ, MA, FÉLIX, WP e YANO-MELO, AM. 2016. Arbuscular mycorrhizal fungal communities in buffelgrass pasture under intercropping and shading systems in Brazilian semiarid conditions. *Agric, Ecos & Env*, 230: 55-67.

MONTEZANO, EM e PEIL, RMN. 2006. Sistemas de consórcio na produção de hortaliças. *Revista Brasileira de Agrociência*, 12: 129 -132.

MOREIRA, M, BARETTA, D, CARDOSO, NOGUEIRA, EJB. 2012. Doses de fósforo determinam a prevalência de fungos micorrízicos arbusculares em *Araucaria angustifolia*. *Ciênc Florest*, 22:813-820.

OEHL, F, SIEVERDING, E, INEICHEN, K, MAEDER, P, WIEMKEN, A e BOLLER, T. 2009. Distinct sporulation dynamics of arbuscular mycorrhizal fungal communities from different agroecosystems in long-term microcosms. *Agriculture, ecosystems & environment*, 134(3): 257-268.

OEHL, F, SILVA, GAD, PALENZUELA, J, SÁNCHEZ-CASTRO, I, CASTILLO, C, e SIEVERDING, E. 2011. *Acaulospora punctata*, a new fungal species in the Glomeromycetes from mountainous altitudes of the Swiss Alps and Chilean Andes. *Nova Hedwigia*, 93: 353-362.

PEREIRA, CMR. Diversidade de fungos micorrízicos arbusculares em área de Mata Atlântica sob diferentes usos do solo. 2013. Dissertação (mestrado) Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Ciências Biológicas. Pós-graduação em Biologia de Fungos.

POWLSON, DS, BROOKES, PC e CHRISTENSEN, BT. 1997. Measurement of soil microbial biomass provides an early indication of changes in total soil organic matter due to straw incorporation. *Soil Biology and Biochemistry*, 19:159-164,

RITER NETTO, AF, FREITAS, MSM, MARTINS, MA, CARVALHO, AJC e VITORAZI FILHO, JA. 2014. Efeito de fungos micorrízicos arbusculares na bioprodução de fenóis totais e no crescimento de *Passiflora alata* Curtis. Rev. bras. plant med, 16: 1-9.

RODRIGUES, GB, SÁ, ME, VALÉRIO FILHO, WV, BUZETTI, S, BERTOLIN, DC, e PINA, T. P. 2012. Matéria e nutrientes da parte aérea de adubos verdes em cultivos exclusivo e consorciado. Revista Ceres, 59: 380-385.

SANTOS, FL, PAULINO, HB, CARNEIRO, MAC, CAETANO, JO, MELO BENITES, V e SOUZA, ED. 2015. Atributos bioquímicos do solo sob diferentes sistemas de produção no sudoeste goiano. Global science and technology, 8: 74 – 86.

SANTOS, RS dos, SCORIZA, RN e FERREIRA, JS. 2013. Arbuscular mycorrhizal fungi in different forest covers in Vitória da Conquista, Bahia state, Brazil. Floresta e Ambiente, 20: 344-350.

SCHENCK, N.C., PÉREZ, Y. 1990. Manual for the identification of VA mycorrhizal fungi. 3rd edition. Gainesville, Florida, Synergistic Publ.

SCHLOTTER, M, DILLY, O, MUNCH, JC. 2003. Indicators for evaluating soil quality. Agriculture, Ecosystems and Environment, 98: 255-262.

SILVA, EM, MELO, NF, MENDES, AMS, ARAÚJO, FP, MAIA, LC e YANO-MELO, AM. 2015. Response of *Passiflora setacea* to Mycorrhization and Phosphate Fertilization in a Semiarid Region of Brazil. Journal of Plant Nutrition. 38: 431-442.

SILVA, RFD, ANTONIOLLI, ZI, ANDREAZZA, R, e KAMINSKI, J. 2008. Comunidade de fungos micorrízicos arbusculares em solo cultivado com eucalipto, pinus e campo nativo em solo arenoso, São Francisco de Assis, RS. Ciência florestal, 18:353-361.

SOARES, ACF e MARTINS, MA. 2000. Influência de fungos micorrízicos arbusculares, associada à adição de compostos fenólicos, no crescimento de mudas de maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpus*). Revista brasileira de ciência do solo, 24: 731-740,

SOUZA, DJ de, e STÜRMER, SL. 2007. Caracterização de comunidades de FMAs em áreas de mata ciliar e pastagem. *Revista Brasileira de Biociências*, 5: 795-797.

SOUZA, LH, NOVAIS, RF, ALVAREZ, V, HUGO, V e VILLANI, EMDA. 2010. Efeito do pH do solo rizosférico e não rizosférico de plantas de soja inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* na absorção de boro, cobre, ferro, manganês e zinco. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*.

SOUZA, RF, FAQUIN, V, ROGÉRIO, P, TORRES, F e BALIZA, DP. 2006. Calagem e adubação orgânica: influência na adsorção de fósforo em solos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 30: 975-983.

SOUZA, E. D., CARNEIRO, M. A. C., PAULINO, H. B., SILVA, C. A., e BUZETTI, S. 2006. Frações do carbono orgânico, biomassa e atividade microbiana em um Latossolo Vermelho sob cerrado submetido a diferentes sistemas de manejos e usos do solo. *Acta Scientiarum: Agronomy*, 28: 323-329.

VANCE E, BROOKES P, JENKINSON D. 1987. An extraction method for measuring soil microbial biomass carbon. *Soil Biology and Biochemistry*, 19:703-707.

VERBRUGGEN, E, TOBY KIERS, E. 2010. Evolutionary ecology of mycorrhizal functional diversity in agricultural systems. *Evolutionary Applications*, 3(5-6), 547-560.

VERBRUGGEN, E, RÖLING, WF, GAMPER, HA, KOWALCHUK, GA VERHOEF, HA e VAN DER HEIJDEN, MG. 2010. Positive effects of organic farming on below-ground mutualists: large-scale comparison of mycorrhizal fungal communities in agricultural soils. *New Phytologist*, 186: 968-979.

VOŘÍŠKOVÁ, A, JANOUŠKOVÁ, M, SLAVÍKOVÁ, R, PÁNKOVÁ, H, DANIEL, O, VAZAČOVÁ, K e MÜNZBERGOVÁ, Z. 2016. Effect of past agricultural use on the infectivity and composition of a community of arbuscular mycorrhizal fungi. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 221: 28-39.

YEOMANS, JC e BREMNER, JM. 1988. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. *Comm. Soil. Sci. Plant Anal.*, 13:1467-1476.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A introdução de consórcio com feijão-caupi, juntamente com o uso de bioinsumos, em área de cultivo de maracujá do mato promove melhorias na qualidade dos frutos de maracujá e na atividade micorrízica, permitindo, respectivamente, a obtenção de frutos maiores e aumento no número de propágulos infectivos de FMA.

O uso de consórcio promove um mais eficiente uso do solo, uma vez que é possível manter duas culturas diferentes em mesma área de cultivo, não causando impacto negativo, *i.e.* competição entre plantas, na produção de maracujá e feijão-caupi, desde que os maracujazeiros estejam inoculados com FMA. Além disso, o uso de bioinsumos micorrízicos possibilitou à planta maior tolerância ao ataque do fungo *Fusarium solani*, confirmando a contribuição benéfica dos FMA em aspectos não nutricionais.

Em geral, não houve efeito do consórcio e uso de bioinsumos para carbono orgânico do solo, sugerindo-se a avaliação ao longo de um período maior de tempo, visando confirmar as alterações sofridas no carbono da biomassa microbiana e no quociente microbiano.

A diversidade das espécies de FMA diminuiu após a retirada do consórcio de feijão-caupi, salienta-se ainda, que ao contrário de outros estudos em que *Glomus* destaca-se por ser um dos mais representativos em número, neste estudo, além de *Acaulospora*, *Cetraspora* é um dos gêneros com o maior número de espécies encontradas na área.