



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PARÁ
CAMPUS CASTANHAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO RURAL E GESTÃO
DE EMPREENDIMENTOS AGROALIMENTARES

KELLY BORGES ANGELO

**FEIJÃO-CAUPI NA REGIÃO IMEDIATA DE BRAGANÇA, PARÁ: UMA
PROPOSTA DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL**

CASTANHAL-PARÁ
2020

KELLY BORGES ANGELO

**FEIJÃO-CAUPI NA REGIÃO IMEDIATA DE BRAGANÇA, PARÁ: UMA
PROPOSTA DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL**

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, como parte das exigências do Curso de Mestrado Profissional em Desenvolvimento Rural e Gestão de Empreendimentos Agroalimentares, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. João Tavares Nascimento

CASTANHAL-PARÁ
2020

KELLY BORGES ANGELO

Dados para catalogação na fonte Setor de Processamento Técnico Biblioteca
IFPA - Campus Castanhal

A584f Angelo, Kelly Borges

Feijão-Caupi na região imediata de Bragança, Pará: uma proposta
de produção sustentável / Kelly Borges Angelo. — 2020.
89 f.

Impresso por computador (fotocópia).

Orientador: Prof. Dr. João Tavares Nascimento.

Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural e Gestão de
Empreendimentos Agroalimentares) — Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Pará – IFPA, 2020.

1. Adubação verde – Bragança (PA). 2. Feijão-caupi – Bragança
(PA). 3. Fungos – Bragança (PA). I. Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Pará. II. Título.

CDD: 631.874

KELLY BORGES ANGELO

**FEIJÃO-CAUPI NA REGIÃO IMEDIATA DE BRAGANÇA, PARÁ: UMA
PROPOSTA DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL**

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, como parte das exigências do Curso de Mestrado Profissional em Desenvolvimento Rural e Gestão de Empreendimentos Agroalimentares, para obtenção do título de Mestre.

Data da defesa: 09/07/2020

Conceito: Aprovado

Orientador: Prof. Dr. João Tavares Nascimento
Instituto Federal do Pará – IFPA/Campus Castanhal

Prof. Dr. Cícero Paulo Ferreira
Instituto Federal do Pará – IFPA/Campus Castanhal

Prof. Dr. José Gilberto Sousa Medeiros
Instituto Federal do Pará – IFPA/Campus Castanhal

CASTANHAL-PARÁ
2020

“Das águas salgadas de Iemanjá me purifico desnudo minha alma entrego-me, encanto com as cores e sons quando em mim ecoa seu choro, dos meus olhos suas águas transbordam. E do seu canto, não resisto, danço, minha mãe das águas o porto seguro para meu coração.”

(Mirian Lewel)

AGRADECIMENTOS

Vodun paun nadeji a rainha da minha vida, aquela que habita nas profundezas do mar, cujo seus filhos são peixes, meu amor pela senhora é imenso como o seu mar *Azli Togbosse*.

Agradeço pela paciência e imenso carinho meu filho Leonardo Gabriel, faço tudo para ver seu lindo sorriso.

Obrigada ao meu amor, marido Flávio Ledo por todos esses anos me acompanhando e me dando força na minha trajetória acadêmica, e na vida.

Quero também agradecer a minha mãe Maria Nilza por me proporcionar educação na infância e hoje eu ter me tornado amante da educação.

Meu muito obrigada aos meus sogros, Nonata Ledo e Jorge Ledo por me incentivarem e cuidar do meu bem mais precioso, meu filho.

Ao meu orientador João Tavares Nascimento, sou muito grata por confiar em mim e apostar no meu conhecimento e na minha competência, obrigada por ser tão excelente orientador.

Minha amiga Kellen Cristina obrigada, você sempre tão incentivadora, seu jeito doce de dar conselhos nas horas mais difíceis e árduas, foi de muita valia o que mais me deixa feliz é lembrar as horas de conversas e risadas juntas.

Obrigada ao servidor Domingos Sávio Marques por ceder as sementes de feijão-caupi vindo a ajudar na implantação do experimento.

Aos professores do PPDRGEA e colegas de sala de aula, foi gratificante a troca de conhecimentos, a multidisciplinariedade foi incrível.

Aos agricultores entrevistados dos municípios da Região Imediata de Bragança, obrigada pela confiança em ceder as informações pedidas.

RESUMO

A produção de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) na Região Imediata de Bragança no Nordeste Paraense, composta pelos municípios Bragança, Viseu, Santa Luzia do Pará, Tracuateua, Augusto Corrêa e Cachoeira do Piriá, vêm enfrentando dificuldades por diversos fatores, e dentre eles destacam-se, o ambiental com a degradação das áreas de cultivos e a ausência de políticas públicas que atuem na implementação de novas biotecnologias que com sua viabilidade, possam vir a melhorar a produtividade. Atentando para esses problemas locais, foi implementado este estudo objetivando levantar informações juntos aos agricultores familiares sobre as problemáticas produtivas do feijão-caupi local, e a proposição de práticas alternativas sustentáveis para a melhoria da sua produtividade na região. O primeiro capítulo trata de um levantamento bibliográfico sobre os aspectos gerais do feijão-caupi, suas interações com os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e com os sistemas conservacionistas que beneficiam esses microrganismos do solo, com a adubação orgânica e os processos de inoculação com fungos micorrízicos nativos. Já, o segundo capítulo trata da conjuntura atual da produção do feijão-caupi obtidos pelos agricultores familiares na Região Imediata de Bragança no Estado do Pará, concentrando-se nos aspectos socioeconômicos, buscando entender suas dificuldades para a obtenção da melhoria da qualidade de vida no campo. O terceiro capítulo, por sua vez, traz uma análise do desempenho do feijão-caupi sob interação da adubação orgânica e inoculação micorrízica com fungo nativo, a partir do solo inóculo da planta-armadilha braquiária, como proposta de prática alternativa sustentável para otimização da produtividade do feijão-caupi na região. O uso de inoculantes à base de microrganismos benéficos como os de FMA nativos, podem contribuir para a construção de uma agricultura sustentável pelos agricultores familiares subsidiando a sócio economia da região, como a indução de emprego e renda para essas famílias de agricultores, capaz de influenciar a retomada da produção do feijão-caupi que é uma cultura de grande valor econômico e cultural, readquirindo a sua identidade cultural local.

Palavras-chave: Adubação orgânica. Feijão-caupi. Fungos Micorrízicos Arbusculares.

ABSTRACT

The production of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) in the Immediate Region of Bragança in northeastern Pará, composed of the municipalities Bragança, Viseu, Santa Luzia do Pará, Tracuateua, Augusto Corrêa and Cachoeira do Piriá, have been facing difficulties due to several factors, and among them stand out, the environmental with the degradation of the cultivation areas and the absence of public policies that act in the implementation of new biotechnologies that with their viability, may improve productivity. Taking into account these local problems, this study was implemented with the aim of raising information together with family farmers about the productive problems of local cowpea, and the proposition of sustainable alternative practices to improve their productivity in the region. The first chapter deals with a bibliographic survey on the general aspects of cowpea, its interactions with arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) and with conservation systems that benefit these soil microorganisms, with organic fertilization and inoculation processes with native mycorrhizal fungi. On the other hand, the second chapter deals with the current conjuncture of cowpea production obtained by family farmers in the Immediate Region of Bragança in the State of Pará, focusing on socioeconomic aspects, seeking to understand their difficulties in obtaining the improvement of quality of life in the field. The third chapter, in turn, brings an analysis of cowpea performance under interaction of organic fertilization and mycorrhizal inoculation with native fungus, from the inoculum soil of the brachiaria trap plant, as a proposal of sustainable alternative practice for optimizing the productivity of the caupi bean in the region. The use of inoculants based on beneficial microorganisms such as native AMF, can contribute to the construction of sustainable agriculture by family farmers subsidizing the socio-economy of the region, such as the induction of employment and income for these families of farmers, capable of influencing the resumption of the production of cowpea which is a culture of great economic and cultural value, reacquiring its local cultural identity.

Key-words: Organic fertilization. Bean-cowpea. Arbuscular mycorrhizal fungi.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO I

Figuras 1: (a) e (b) Disposição de esporos de FMA em microscopia.	25
Figura: 2: Estruturas especializadas de FMA. arbúsculo (a); esporo (b) e raiz colonizada com vesículas (c e d)	26

CAPÍTULO II

Figura 1: Mapa da Região Imediata de Bragança.....	45
Gráfico 1: Produção anual de feijão-caupi (em Kg) nos municípios da Região Imediata de Bragança e do estado do Pará entre 1987 e 2018.	47
Gráfico 2: Área plantada com feijão-caupi (em ha) nos municípios da Região Imediata de Bragança e do estado do Pará entre 1987 e 2018.	48
Gráfico 3: Produtividade do feijão-caupi (em kg/ha) nos municípios da Região Imediata de Bragança e do estado do Pará entre 1987 e 2018.	49

CAPÍTULO III

Figura 1: Mapa de localização do IFPA Campus Castanhal, Pará	60
Figura 2: Plantas armadilhas em sementeira para uso em cultura monospórica: (a) Plântulas de <i>Brachiaria brizantha</i> , cv. Marandu; e (b) Plântulas de feijão-caupi, cv Sempre-Verde	61
Figura 3: Disposição dos vasos na casa de vegetação usados no cultivo das plantas armadilhas com solo autoclavado	62
Figura 4: Raízes de <i>Brachiaria brizantha</i> , cv. Marandu, sendo inoculadas com FMA (a) e (b).	63
Figura 5: Plantas armadilhas em desenvolvimento conduzidas em casa de vegetação, após a inoculação com FMA: (a) <i>Brachiaria brizantha</i> , cv. Marandu; (b) feijão-caupi, cv. Sempre-Verde	64
Figura 6: Vasos com feijão-caupi em desenvolvimento	65
Figura 7: Esquema representando a metodologia de avaliação do inoculante contendo FMA	66
Gráfico 1: Média de esporos por 100g de solo nas culturas avaliadas	69

Gráfico 2: Médias da presença ou ausência de adubação orgânica, presença ou ausência do inoculante e entre as variedades de feijão-caupi no parâmetro quantidade de folhas	72
Gráfico 3: Médias da presença ou ausência de adubação orgânica, presença ou ausência do inoculante e entre as variedades de feijão-caupi no parâmetro altura das plantas	73
Gráfico 4: Médias da presença ou ausência de adubação orgânica, presença ou ausência do inoculante e entre as variedades de feijão-caupi no acúmulo de massa seca	75

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1: Sub classes de feijão-caupi.....	18
Quadro1: Classes e sub classes comerciais de feijão-caupi em (a)	18
Quadro 2: Classes e sub classes comerciais de feijão-caupi em (b)	19

CAPÍTULO III

Tabela 1: Resultado da análise química do solo natural do campo agropecuário do IFPA- Campus Castanhal, Pará	61
Tabela 2: Resultado da caracterização química do vermicomposto utilizado no substrato	65
Tabela 3: Resultados da aplicação do teste de médias no parâmetro colonização micorrízica radicular do feijão-caupi, em função dos tratamentos adubação orgânica e variedade.	75

LISTA DE SIGLAS E ABREVIACÕES

MAPA-Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento
EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO-Food and Agriculture Organization
CONAB-Companhia Nacional de Abastecimento
FMA-Fungos Micorrízicos Arbusculares
DNPEA- Departamento Nacional de Pesquisa e Experimentação Agropecuária
CBF- Comissão Brasileira de Feijão
IPEANE-Pesquisa e Experimentação Agropecuária do Nordeste
IPEAN- Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária do Norte
IPEAL-Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária do Leste
CNPAP-Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão
IITA-International Institute of Tropical Agriculture
IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
EMATER- Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
SEMA-Secretaria Municipal de Meio Ambiente
SIDRA-Sistema IBGE de Recuperação Automática
ATER-Assistência Técnica e Extensão Rural
AMF-Arbuscular Michorryzal Fungi
FBN-Fixação Biológica de Nitrogênio
IFPA-Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
BIB-Banco de Inóculo Básico
DAP-Dias Após Plantio
KOH-Hidróxido de Potássio
HCl-Ácido Clorídrico
CTC-Capacidade de Troca Catiônica
PVLG-Polivinil-Lactoglicerol
MO-Matéria Orgânica
MST-Matéria Seca Total
MIP-Mycorrhizal Inoculum Potential

SUMÁRIO

1. CONTEXTUALIZAÇÃO	14
REFERÊNCIAS	16
CAPÍTULO I.....	17
REVISÃO DE LITERATURA	17
1. Feijão-caupi: aspectos gerais	17
Classificação botânica e características agrônomicas.....	17
Origem e histórico do feijão-caupi	21
Produção mundial e no Brasil.....	22
Manejos adotados na região Nordeste paraense no cultivo do feijão-caupi.....	23
2. Fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e suas especificidades	25
3. Relação entre o feijão-caupi e os fungos micorrízicos arbusculares	27
4. Sistemas conservacionistas que beneficiam os microrganismos do solo	28
5. Adubos orgânicos e FMA.....	30
6. Inoculantes de FMA	30
REFERÊNCIAS	33
CAPÍTULO II.....	41
FEIJÃO-CAUPI: A CONJUNTURA ATUAL DA PRODUÇÃO NA REGIÃO IMEDIATA DE BRAGANÇA, NO ESTADO DO PARÁ	41
1. INTRODUÇÃO.....	43
2. METODOLOGIA.....	45
Caracterização do espaço e tempo da pesquisa	45
Procedimentos metodológicos	46
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES	47
Caracterização do feijão-caupi na Região Imediata de Bragança.....	47
Sistemas de cultivo do feijão-caupi sob o olhar dos agricultores	50
Problemáticas nas políticas públicas de ATER	51

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
REFERÊNCIAS	54
CAPÍTULO III	56
DESEMPENHO DO FEIJÃO-CAUPI INOCULADO COM FUNGO MICORRÍZICO ARBUSCULAR NATIVO CULTIVADO COM ADUBAÇÃO ORGÂNICA	56
1. INTRODUÇÃO	58
2. METODOLOGIA	60
Natureza da pesquisa	60
Localização e caracterização do espaço da pesquisa	60
Produção de inoculante de fungo micorrízico arbuscular (FMA) nativo	61
Avaliação do inoculante e inoculação com FMA nativos no feijão-caupi	64
Preparação do substrato e plantio do feijão-caupi inoculados com FMA	64
Delineamento experimental e tratamentos	67
Avaliações das raízes infectadas por FMA e parte aérea do feijão-caupi	67
Avaliação da infectividade do inoculante de FMA nativos no feijão-caupi	67
Análises estatísticas	68
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES	69
Produção de solo-inóculo via plantas armadilhas com feijão-caupi, cv. Sempre-Verde e <i>Brachiaria brizantha</i> , cv. Marandu	69
Efeitos da inoculação micorrízica e da adubação orgânica no desempenho do feijão-caupi	71
Colonização radicular com FMA nativo no feijão-caupi e infectividade do inoculante	75
4. CONCLUSÕES	77
REFERÊNCIAS	78
CONSIDERAÇÕES FINAIS	83
APÊNDICES	84

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

O desenvolvimento rural ocasiona uma criação de novos produtos e novos serviços, associados a novos mercados, procura maneiras para a redução de custos, partindo de novas trajetórias tecnológicas, tenta reconstruir a agricultura não apenas no nível dos estabelecimentos, mas em termos regionais e da economia rural como um todo (KAGEYAMA, 2004).

O paradigma da modernização da agricultura que dominou a teoria, as práticas e as políticas públicas como a principal ferramenta para elevar a renda e o desenvolvimento das comunidades rurais, vem sendo trocado por um novo paradigma, o do “desenvolvimento rural”, no qual, se incluem a busca por um novo modelo para o setor agrícola com novos objetivos, a busca de sinergias com os ecossistemas locais, a valorização das economias de escopo em detrimento das economias de escala e a pluriatividade das famílias rurais (VAN DER PLOEG et al., 2000).

O cultivo do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) é uma alternativa para desempenhar o papel de desenvolver a agricultura familiar e obter resultados positivos em relação a uma agricultura sustentável. É importante fonte de emprego e renda principalmente para a agricultura familiar, visto que o sistema de produção neste caso exige muito trabalho manual, principalmente na colheita e na debulha dos grãos (MELO, 2018).

A comercialização de grãos do feijão-caupi é realizada em feiras livres, em mercearias, redes de supermercados, vendido à granel ou em embalagens, portanto demonstrando ser uma atividade de grande potencial para a agricultura familiar, considerado um ramo promissor com grande expectativa de expansão do consumo (FREIRE-FILHO et al., 2017; SILVA, et al., 2016).

A produção de feijão-caupi na Região Imediata de Bragança no Nordeste Paraense, vem enfrentando dificuldades por diversos fatores. Dentre eles, destaca-se a falta de políticas públicas voltadas à divulgação de novas biotecnologias para a cultura do caupi na região, que possam vir a melhorar a sua produtividade.

Por outro lado, o avanço da agricultura patronal e da pecuária de gado de corte, também são fatores limitantes para o plantio da cultura, devido ao avanço de grandes extensões de terra voltadas para a agropecuária, à concorrência com outros estados produtores, à degradação do solo e a falta de tecnologias sociais acessíveis.

A Região Imediata de Bragança composta por seis municípios como Bragança, Viseu, Santa Luzia do Pará, Tracuateua, Augusto Corrêa e Cachoeira do Piriá, são responsáveis e importantes por influenciar a produção de feijão-caupi no estado do Pará, visto que a oscilação

da produção, tanto no aumento quanto no decréscimo é acompanhada pelo Estado, demonstrando a importância da atuação destes municípios no mercado do feijão-caupi.

O feijão-caupi também é conhecido na região como feijão da colônia, feijão de corda, feijão macassar, e devido ao valor protéico, é utilizado na alimentação humana na forma de grãos secos ou verdes e como vagens, seus ramos e folhas também são utilizados na alimentação animal (SILVA; FREIRE FILHO, 1999). Essa leguminosa é largamente cultivada na região supracitada devido às características adaptativas a condições adversas, que consegue tolerar altas temperaturas, salinidade e baixa disponibilidade de água (SOUSA, 2006).

A abordagem do primeiro capítulo trata de uma revisão bibliográfica sobre o feijão-caupi, suas características botânicas, histórico de sua introdução no Brasil, produção mundial e no Brasil, manejos adotados na região Nordeste Paraense, expõe uma contextualização sobre os fungos micorrízicos arbusculares (FMA), a relação do feijão-caupi com as micorrizas, os sistemas conservacionistas que beneficiam os microrganismos do solo, a associação dos FMA com os adubos orgânicos, e o enfoque sobre inoculantes à base de fungos micorrízicos.

O segundo capítulo, por sua vez, aborda a questão socioeconômica do feijão-caupi para os agricultores familiares produtoras, no qual foram realizadas entrevistas com as famílias desses agricultores nos municípios evidentes da Região Imediata de Bragança, visando entender suas dificuldades em produzir o feijão e demonstrando em dados coletados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), como a produtividade do feijão-caupi encontra-se extremamente baixa na região alvo dessa pesquisa.

O terceiro capítulo desse estudo tratou de uma pesquisa quantitativa, na qual, foi realizado um experimento em casa de vegetação buscando entender como se decorre o comportamento do feijão-caupi inoculado com fungo micorrízico arbuscular nativo, cultivado sob níveis crescentes de adubo orgânico (húmus de minhoca).

O objetivo geral do estudo foi entender as atuais dificuldades dos agricultores no cultivo do feijão-caupi na Região Imediata de Bragança, e a partir destas informações propor uma forma de produção sustentável do feijão-caupi, através do uso de adubação orgânica aliada ao inoculante biológico composto por fungos micorrízicos arbusculares nativos.

REFERÊNCIAS

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; RODRIGUES, J.; VIEIRA, P. A cultura: aspectos socioeconômicos. **Feijão-caupi: do plantio à colheita**. Viçosa: Ed. Da UFV, p. 9-34, 2017.

KAGEYAMA, A. Desenvolvimento rural: conceito e medida. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, v. 21, n. 3, p. 379-408, 2004.

MALUSA, E.; VASSILEV, N. A. Contribution to set a legal framework for biofertilizers. **Applied Microbiology and Biotechnology**. V. 98, p.6599-6607 Skierniewice, Poland. 2014.

MELO, L. F. **Adaptabilidade, estabilidade e índice seletivo na recomendação de cultivares de feijão-caupi para produção de grãos verdes no estado do Ceará**. Tese apresentada ao curso de fitotecnia/agronomia da Universidade Federal do Ceará- UFC, Fortaleza-CE, 2018.

SILVA, K. J. D.; ROCHA, M. M.; JÚNIOR, A. J. M. Sócioeconomia. In: BASTOS, E. A. (Ed.) **A Cultura do Feijão-caupi no Brasil**. Teresina EMBRAPA Meio-Norte, p.6-12, 2016.

SILVA, S.M.S.; FREIRE FILHO, F.R. Proteínas de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp): caracterização e aplicação nutricional. **Embrapa Documentos** Número 44, Teresina, PI, 1999.

SOUSA, R A. **Efeitos da salinidade e da composição iônica da água de irrigação sobre o desenvolvimento de plantas de feijão-de-corda**. Dissertação apresentada ao curso de pós graduação em irrigação e drenagem da Universidade Federal do Ceará-UFC, Fortaleza-CE, 2006.

VAN DER PLOEG, J. D.; RENTING, H.; BRUNORI, G.; KNICKEL, K.; MANNION, J.; MARSDEN, T.; ROEST, K.; SEVILLA-GUZMÁN, E.; VENTURA, F. Rural development: from practices and policies towards theory. **Sociologia Ruralis**, Oxford, UK, v. 40, n. 4, p. 391-408, out. 2000.

CAPÍTULO I

REVISÃO DE LITERATURA

1. Feijão-caupi: aspectos gerais

Classificação botânica e características agrônomicas

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é uma leguminosa granífera, Dicotyledonea da ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Faboideae, tribo Phaseoleae, subtribo Phaseolina, gênero *Vigna*, seção Catiang (PADULOSI; NG, 1997).

Inicialmente foi classificado nos gêneros *Phaseolus* e *Dolichos*, até ser classificado no gênero *Vigna*, o qual foi estabelecido por Savi em 1894. De acordo com Padulosi; NG (1997), no Brasil são cultivados os cultigrupos *Unguiculata* para produção de grão seco e feijão-verde, e *Sesquipedalis*, comumente chamado de feijão-de-metro para produção de vagem.

Também é conhecido como feijão-macassar, feijão-de-corda, feijão-fradinho, feijão-verde, feijão-de-praia, feijão-de-estrada, feijão-miúdo, feijão-catador, feijão-da-colônia, entre outros nomes, que variam de acordo com a região e o estado onde é cultivado (MARRA et al, 2016). O caupi é uma planta herbácea, de ciclo anual, geralmente adaptada a zonas temperadas e tropicais (FREIRE FILHO et al., 1999).

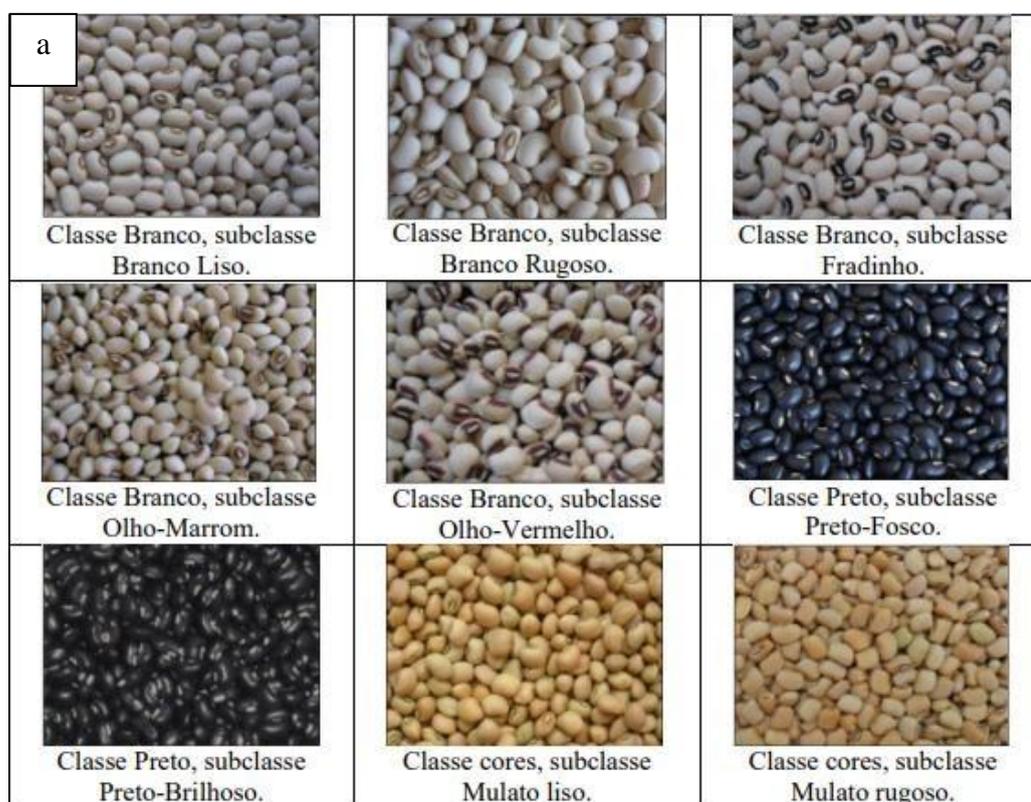
Nesse aspecto, considerando a grande variabilidade constatada nas características morfológicas das sementes do feijão-caupi, houve a necessidade de se criar uma padronização, o que foi instituída pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2008).

Os grãos do feijão-caupi podem ser definidos, a partir de seus requisitos de qualidade, considerando a coloração do tegumento (película) do grão e dos limites máximos de tolerância de defeitos estabelecidos pelo Regulamento Técnico (MAPA, 2011). Este regulamento técnico define, ainda que, de acordo com a coloração do tegumento do grão, o feijão-comum (Grupo I) e o feijão-caupi (Grupo II) serão classificados em quatro classes.

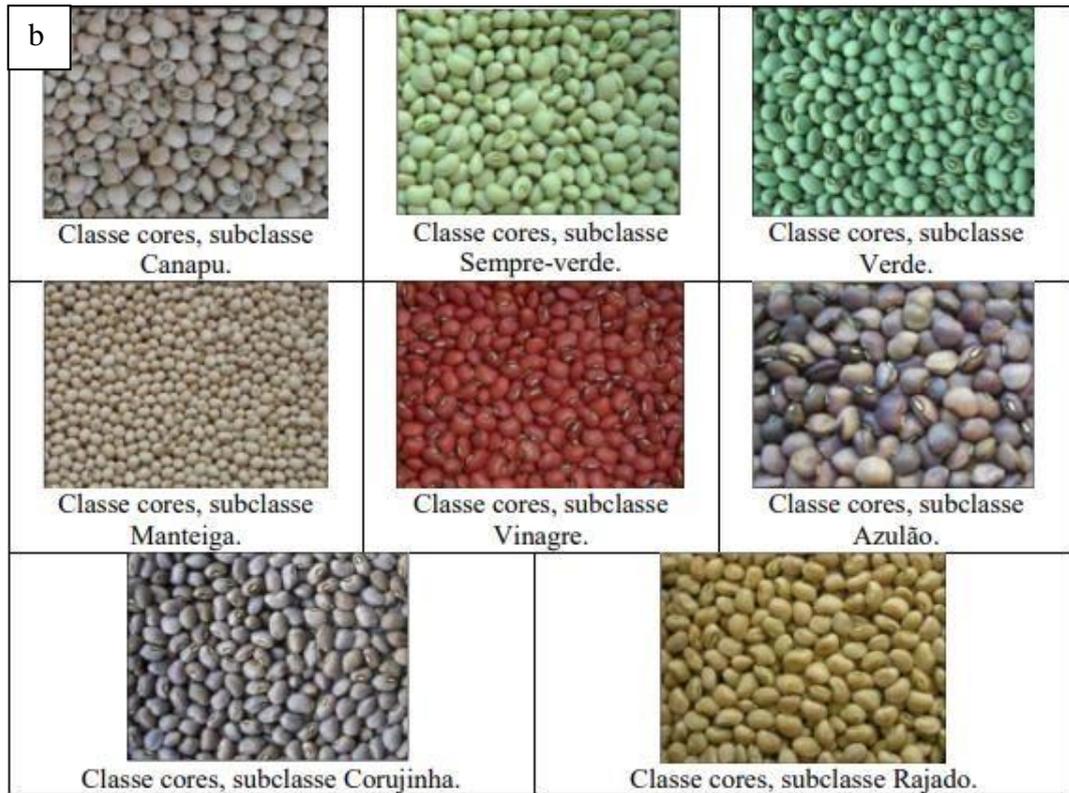
Porém, como se trata de pesquisas somente sobre o feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), este estudo abordará a classificação a partir do Grupo II, compondo as seguintes classes: a) Branco: produto que contém no mínimo 90% de grãos de coloração branca; b) Preto: produto que contém no mínimo 90% de grãos de coloração preta; c) Cores: produto que contém no mínimo 90% de grãos de classe cores, admitindo-se até 10% de outras cultivares da classe Cores, que apresentem contraste na cor ou no tamanho; d) Misturado: produto que não atende às especificações de nenhuma das classes anteriores (MAPA, 2008). Há, ainda, a classificação do feijão-caupi em subclasses de acordo com a Tabela 1 e o Quadro 1 (a e b).

Classe ⁽¹⁾	Subclasse ⁽²⁾	Característica dos grãos
a) Branco	Branco liso	Tegumento branco e liso
	Branco rugoso	Tegumento branco e rugoso
	Fradinho	Tegumento branco, rugoso com halo preto
	Olho-marrom	Tegumento branco, podendo ser liso ou rugoso com halo marrom
	Olho-vermelho	Tegumento branco, podendo ser liso ou rugoso com halo vermelho
b) Preto	Preto-fosco	Tegumento preto, liso e fosco
	Preto-brilhoso	Tegumento preto, liso e brilhoso
c) Cores	Mulato liso	Tegumento marrom e liso
	Mulato rugoso	Tegumento marrom e rugoso
	Canapu	Tegumento marrom-claro, liso, comprimidos nas extremidades
	Sempre-verde	Tegumento esverdeado-claro e liso
	Verde	Tegumento e/ou cotilédones verdes
	Manteiga	Tegumento creme-amarelado, liso ou levemente enrugado
	Vinagre	Tegumento vermelho e liso
	Azulão	Tegumento azulado e liso
	Cojinha	Tegumento mosqueado cinza ou azulado e liso
Rajado	Tegumento de cor marrom, liso, com rajas longitudinais mais escuras	
d) Misturado	Produto com grãos de diferentes classes e subclasses	

Tabela 1. Subclasses de feijão-caupi. Fonte: MAPA (2008), adaptado de Freire Filho et al. (2005).



Quadro 1: Classes e sub classes comerciais de feijão-caupi em (a). Fonte: Freire-Filho (2011); Freire-Filho et al. (2017). Adaptado de Barros (2019).



Quadro 2: Classes e sub classes comerciais de feijão-caupi em (b). Fonte: Freire-Filho (2011); Freire-Filho et al. (2017). Adaptado de Barros (2019).

De um modo geral, o feijão-caupi se desenvolve em solos com regular teor de matéria orgânica, soltos, leves e profundos, arejados e dotados de média a alta fertilidade. Entretanto, outros solos como Latossolos e Neossolos Quartzarênicos, com baixa fertilidade, podem ser utilizados mediante aplicações de fertilizantes químicos, e, ou, orgânicos (EMBRAPA, 2002).

Em relação a cultivares do feijão-caupi utilizadas na região, observa-se que há variações em função dos seus ciclos fenológicos. Nesse sentido, Freire Filho et al. (2017) estabelece os seguintes ciclos: super precoce (a maturação ocorre em até 60 dias); precoce (61-70 dias); médio (71-90 dias); médio-precoce (71-80 dias); médio-tardio (81-90 dias); e tardio (maturação acima de 90 dias). Ainda esse mesmo autor explica que a melhor época de plantio para as variedades de feijão-caupi de ciclo médio (de 71 a 90 dias) é a metade do período chuvoso de cada região. Para as variedades de ciclo super precoce (de 55 a 60 dias), o ideal é plantar dois meses antes do final do período chuvoso ou no início da sua estiagem, e com isto, evita-se que a colheita seja feita em períodos com maior chance de ocorrência de chuvas.

No que concerne aos tratos agrônômicos do feijão-caupi, seu plantio pode ocorrer em áreas preparadas, convencionalmente, onde comumente são utilizados arados e grades de diferentes tipos e dimensões, ou, em áreas preparadas sob cultivo mínimo reduzindo a utilização

do arado, apresentando vantagens sobre a anterior do ponto de vista conservacionista. O plantio direto, no geral, constitui-se num sistema de implantação de cultura em solo não revolvido e protegido por cobertura morta, proveniente de restos de culturas, coberturas vegetais plantadas com essa finalidade (CARDOSO et al., 2017).

Para os cultivos tradicionais, normalmente em pequenas áreas e em consórcio, a arquitetura não se faz tão importante, mas deve ser dada predileção por cultivares semi-prostradas, com ramos de tamanho médio a longo. Para cultivos de sequeiro mais tecnificados e cultivos irrigados, a arquitetura passa a obter mais importância, devendo ser dada a preferência por cultivares de porte mais compacto e mais ereto, de ramos curtos, que permitam, inclusive, a colheita mecânica (EMBRAPA, 2002).

Quanto aos procedimentos do plantio do feijão-caupi, Cardoso et al. (2017) relata que pode ser realizado de forma manual usando-se matracas ou enxadas, com tração animal no qual são utilizadas plantadeiras simples que contêm apenas os depósitos de sementes e de fertilizantes, possuindo dispositivos que permitem colocar o fertilizante em faixa, ao lado e abaixo da semente, e de forma motomecanizado.

Ainda de acordo com a EMBRAPA (2002), o espaçamento pode ser de 0,80 a 1,00 m entre linhas em variedades de porte ramador, para as variedades de porte moita o espaçamento mais indicado é o de 60 cm. A densidade de sementes na linha de plantio é de seis a oito sementes por metro, esses espaçamentos podem ser ajustados em função da textura do solo.

O feijão-caupi por ser uma planta leguminosa de alto conteúdo protéico, suas sementes são fontes de aminoácidos, tiamina e niacina, além de fibras dietéticas (FONSECA et al., 2010). A planta apresenta todos os aminoácidos essenciais, carboidratos (62%, em média), vitaminas e minerais, além de possuir elevada quantidade de fibras dietéticas, baixa quantidade de gordura, com teor de óleo de 2%, em média (ALMEIDA et al, 2010).

Além disso, também pode ser utilizado como forragem verde, feno, silagem, farinha para alimentação animal, e ainda como adubação verde e proteção do solo (ANDRADE JR., 2002). É uma planta extremamente rústica, tolerante a altas temperaturas, à seca, à baixa fertilidade do solo e possui a capacidade de se associar com bactérias fixadoras de nitrogênio (BFN), capturando maior parte do nitrogênio para seu completo desenvolvimento por processo simbiótico com estes microrganismos (MOREIRA; SIQUEIRA 2006).

Origem e histórico do feijão-caupi

O feijão-caupi é uma cultura de origem africana, a qual foi introduzida no Brasil na segunda metade do século XVI pelos colonizadores portugueses no Estado da Bahia (FREIRE FILHO, 1988). Gandavo (2002) relata que em 1.568, já havia a indicação da existência de muitos feijões no Brasil.

Souza (1974) menciona que em 1587 uma grande variedade de feijões e favas era cultivada na Bahia. Embora não se possa precisar quais feijões eram cultivados, as evidências de que o feijão-caupi era um deles são muito fortes, uma vez que, segundo Barraclough (1995), desde a fundação da Bahia como capital administrativa do Brasil, em 1549, o comércio com o Oeste da África, de Guiné a Angola, era muito intenso.

A partir da Bahia, o feijão-caupi foi disseminado por todo o País, no Piauí, um estado que foi colonizado do sertão para o litoral, certamente a comunicação e o comércio com o sertão eram mais difíceis, e encontra-se a citação do cultivo de feijão em 1697 (DIAS, 2008), fato que sugere que houve uma intensa disseminação da cultura, principalmente na região Nordeste e da região Nordeste para todo o País.

Eventualmente, em razão da grande variabilidade genética existente nas próprias espécies de feijão-caupi e nas espécies silvestres geneticamente mais próximas, houve um grande obstáculo para a classificação da espécie domesticada (DAVIS et al., 1991).

Caracterizada por ser uma leguminosa de alto conteúdo protéico, é uma boa opção para a melhoria da qualidade de vida, especialmente da população carente no meio rural e urbano (FONSECA et al., 2010). O feijão-caupi tem uma imensa relevância para alimentação humana sendo uma das principais fontes de proteína na dieta de populações pobres especialmente na América Latina e África (OLIVEIRA et al., 2015).

O melhoramento genético de feijão-caupi, propriamente dito, muito provavelmente, começou em 1925, quando Henrique Løbbe publicou um trabalho no qual avaliou 12 cultivares (LOBBE, 1925). Desse modo, pode-se dividir o melhoramento genético do feijão-caupi no Brasil em quatro fases, considerando as instituições envolvidas, o grau de interação entre elas e o nível de organização e planejamento dos trabalhos (FREIRE-FILHO, 2011):

1ª Fase: De 1925, tomando como marco o trabalho de Løbbe (1925), a 1963: Nesse período, os trabalhos eram realizados de forma isolada, não havendo articulação nem continuidade nas pesquisas.

2ª Fase: De 1963, quando foi criada junto ao Departamento Nacional de Pesquisa e Experimentação Agropecuárias (DNPEA) a Comissão Brasileira de Feijão – CBF, até 1973: Nessa fase, após a criação da CBF, o DNPEA, por meio de seus institutos regionais: Instituto

de Pesquisa e Experimentação Agropecuárias do Nordeste (IPEANE), Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuárias do Norte (IPEAN) e Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuárias do Leste (IPEAL), passou a articular de forma mais participativa as ações de pesquisas com melhoramento genético em feijão-caupi.

3ª Fase: De 1973, quando foi criada a Embrapa, até 1991: A Embrapa absorveu as funções do Departamento Nacional de Pesquisa e Experimentação Agropecuárias (DNPEA). Desse modo, as unidades descentralizadas da Embrapa absorveram as funções dos institutos regionais. Em 1974 foi criado o Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP), em Santo Antônio de Goiás, a partir do qual, em 1977, foi formalizado um convênio entre a Embrapa e o International Institute of Tropical Agriculture (IITA), localizado em Ibadan, Nigéria, que vigorou de 1977 a 1986 (WATT et al., 1987). A partir desse convênio, foi montada uma equipe de pesquisa só para o feijão-caupi e articulada uma rede nacional de pesquisa para a cultura (GUAZZELLI, 1988). Logo depois, foi estruturado o Programa Nacional de Pesquisa de Feijão, que incluía o feijão-comum e o feijão-caupi com os programas de melhoramento de ambas as culturas, sendo coordenados pelo CNPAP (EMBRAPA, 1981).

4ª Fase: De 1991, quando a coordenação do Programa Nacional de Feijão-caupi passou para Embrapa Meio-Norte, até o presente.

Produção mundial e no Brasil

Os maiores produtores de feijão em ordem são Myanmar, Índia, Brasil, Estados Unidos, México e Tanzânia, responsáveis por 56,99% do total produzido no mundo, ou 15,3 milhões de toneladas (FAO, 2018). A safra nacional 2018/19 obteve produção total de 701,1 mil toneladas de feijão-caupi, chegando a uma produtividade de 623 kg/ha (CONAB, 2020).

O feijão-caupi possui adaptação à diferentes condições ambientais e sistemas de produção. A literatura indica que o feijão-caupi é cultivado em regiões tropicais e subtropicais da África, Ásia, América, Europa e Oceania (SINGH et al., 2016; FREIRE FILHO et al., 2005; FREIRE FILHO, 2011).

As regiões Norte e Nordeste do Brasil concentravam a maior produção de feijão-caupi, mas com a chegada de novas tecnologias que permitem o seu cultivo totalmente mecanizado, a área plantada, produtividade e produção da região Centro-Oeste vem crescendo neste segmento, com destaque para o estado de Mato Grosso (DAMASCENO-SILVA; ROCHA; MENEZES JÚNIOR, 2016).

Os estados que apresentam as maiores produções em ordem decrescente são Mato Grosso (225,9 mil toneladas), Ceará (118,1 mil toneladas), Bahia (102,1 mil toneladas) e Piauí (66,2 mil toneladas) (CONAB, 2020). Estima-se que 70% do feijão produzido no território brasileiro sejam do feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) e 30% do feijão-caupi. Contudo, esses dados não descrevem a realidade dos Estados das regiões Norte e Nordeste, cuja produção é quase que exclusiva de feijão-caupi (FILGUEIRAS et al., 2009).

No Brasil, a depender da região de cultivo pode-se conseguir três safras, a primeira safra a das águas, a segunda safra da seca e a 3ª safra inverno/irrigada. Na região Nordeste é cultivada a maior área de feijão-caupi na primeira safra (BARROS, 2019). O Piauí é o Estado brasileiro que dispõe de maior área para plantação dessa cultura durante essa safra (SALVADOR, 2017; CONAB, 2020).

Manejos adotados na região Nordeste paraense no cultivo do feijão-caupi

Entre os pequenos agricultores não é comum haver o uso de tecnologias de preparo de área antes do plantio, sendo amplamente utilizado o fogo para preparação e aberturas de novas áreas. É comum essa prática na pecuária nacional, principalmente, na Amazônia Legal havendo queimadas nas áreas com pastagens, objetivando renová-las ou recuperá-las, eliminando plantas naturais e adicionando nutrientes ao solo, provenientes do material vegetal queimado (SILVA, et al., 2018).

Uma das áreas mais antigas de exploração agrícola na Amazônia é a Mesorregião Nordeste Paraense. Nessa região, é comum o cultivo de feijão-caupi conduzido por agricultores familiares no sistema solteiro com aproveitamento da área somente no período de maio a setembro, ficando a área, após a colheita, abandonada e infestada por plantas nativas, o que dificulta e encarece o preparo da área para o plantio no ano seguinte. Além do mais, os agricultores utilizam o sistema de derruba e queima da vegetação, que gera elevado impacto ambiental (MODESTO JÚNIOR et al., 2014).

Silva (2018) cita ainda que, a princípio, a pastagem rebrota com mais vigor. Todavia, com o passar dos anos e a repetição da prática, acontece a degradação físico-química e biológica do solo, acarretando uma série de prejuízos ao meio ambiente.

O nível tecnológico empregado no cultivo do feijão-caupi é baixo. Nas etapas iniciais do plantio, são poucos os agricultores que realizam a análise de solo para identificação das

necessidades de adubação e calagem. Há, também, aqueles agricultores que não fazem qualquer tipo de seleção das sementes para o plantio (BARBOSA et al., 2010).

É essencial para o aumento da produtividade que a melhoria do nível tecnológico no cultivo do feijão-caupi esteja relacionada ao emprego de sementes de alta qualidade (TEIXEIRA et al., 2010). Para Marcos Filho (2005), a utilização de sementes de boa qualidade fisiológica é fator importante no estabelecimento de qualquer lavoura. Sementes de baixa qualidade, isto é, de potencial de germinação e vigor reduzidos, originam lavouras com baixa população de plantas, e, em consequência com população inadequada, acarreta sérios prejuízos econômicos.

Barbosa et al. (2010) explica que foram identificados quatro sistemas de cultivo distintos: o primeiro envolve o preparo mecanizado do solo e utilização de adubação química, no segundo sistema, realiza-se preparo mecanizado do solo, porém não é feita adubação química, o sistema três faz uso do preparo manual do solo com adubação química, destacando-se, assim, a dificuldade de acesso ao uso de trator na época de plantio, e o quarto sistema de cultivo é o tradicional que envolve o preparo manual da área e não faz uso de adubação química. Como alternativa para solucionar o nível baixo de tecnologia supracitado, foi desenvolvida a tecnologia denominada de Sistema Bragantino, que se baseia na correção da fertilidade do solo, em espaçamentos diferenciados das culturas e na adaptação da prática do plantio direto, possibilitando o cultivo contínuo durante todo o ano, em rotação e em consórcio, das culturas de maior expressão socioeconômica na região: mandioca, milho ou arroz e feijão-caupi (MODESTO JÚNIOR et al., 2014).

Esse sistema é um método de cultivo e produção agrícola inovador, que engloba rotação e consórcio, das culturas de milho ou arroz, de mandioca e feijão-caupi, fazendo o uso de técnicas de plantio direto (SILVA, 2018). Além disso, o modelo é mais rentável ao produtor e menos danoso ao ambiente do que o sistema de derruba e queima, pois permite manter a área protegida durante o ano todo, o aproveitamento dos resíduos da adubação e os restos culturais da cultura anterior, o aumento da produtividade das culturas, a oferta de emprego no meio rural e o aumento de renda dos produtores, dentro dos padrões de sustentabilidade (CRAVO et al., 2005). Esse sistema tem como princípio fundamental, a recuperação da fertilidade do solo em áreas degradadas, com base em resultados das análises químicas do solo, visando também o aumento da produtividade das culturas, e, consequentemente, a melhoria da qualidade de vida do agricultor e a preservação ambiental (SILVA, 2018).

2. Fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e suas especificidades

Micorrizas arbusculares são associações simbióticas formadas entre fungos da ordem Glomales e raízes da maioria das plantas vasculares. O termo arbuscular decorre da formação no interior do córtex radicular, de uma estrutura fúngica altamente dicotômica denominada arbúsculo, sítio de troca entre o fungo e a planta (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

Esses fungos formam estruturas reprodutivas típicas de natureza assexual, denominadas glomerosporos, que se constituem de alta diversidade estrutural, relacionadas diretamente com a parede, que geralmente varia em espessura, cor e números de camadas (MORTON, 1988). Os esporos (Figura 1 a e b), são formas de resistência dos fungos, sendo, geralmente, formados nas extremidades das hifas mais espessas do micélio externo, os quais podem sobreviver por muitos anos no solo (CARDOZO-JUNIOR, 2010).

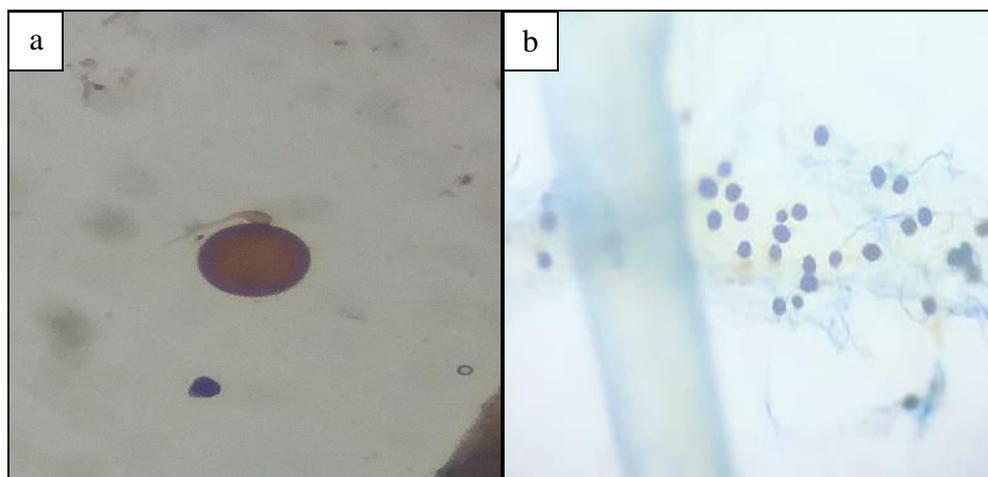


Figura 1: Disposição de esporos de FMA em microscopia em (a) e (b) Fonte: A autora.

As endomicorrizas asseptadas, recebem essa denominação devido à estrutura chamada de arbúsculo (Figura 3 em a), que se forma simbioticamente no interior de plantas do grupo das Gimnospermas, Angiospermas, Pteridófitas, Briófitas. Atualmente são descritos cerca de 19 gêneros e 220 espécies de FMA (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006; GOTO et al., 2010).

O processo de infecção do sistema radicular inicia-se com a germinação do esporo (Figura 3, em b) em contato com a superfície da raiz, através da ação mecânica e enzimática, o FMA consegue penetrar o córtex radicular inter e depois intracelularmente, estabelecendo assim, a relação mutualística entre planta e fungo. As vesículas têm função de armazenar os nutrientes fornecidos pela planta (Figura 3 em c e d). A colonização externa ocorre na região da epiderme e parênquima cortical, enquanto o cilindro central e regiões meristemáticas não são colonizados (BONFANTE-FASOLO, 1984).

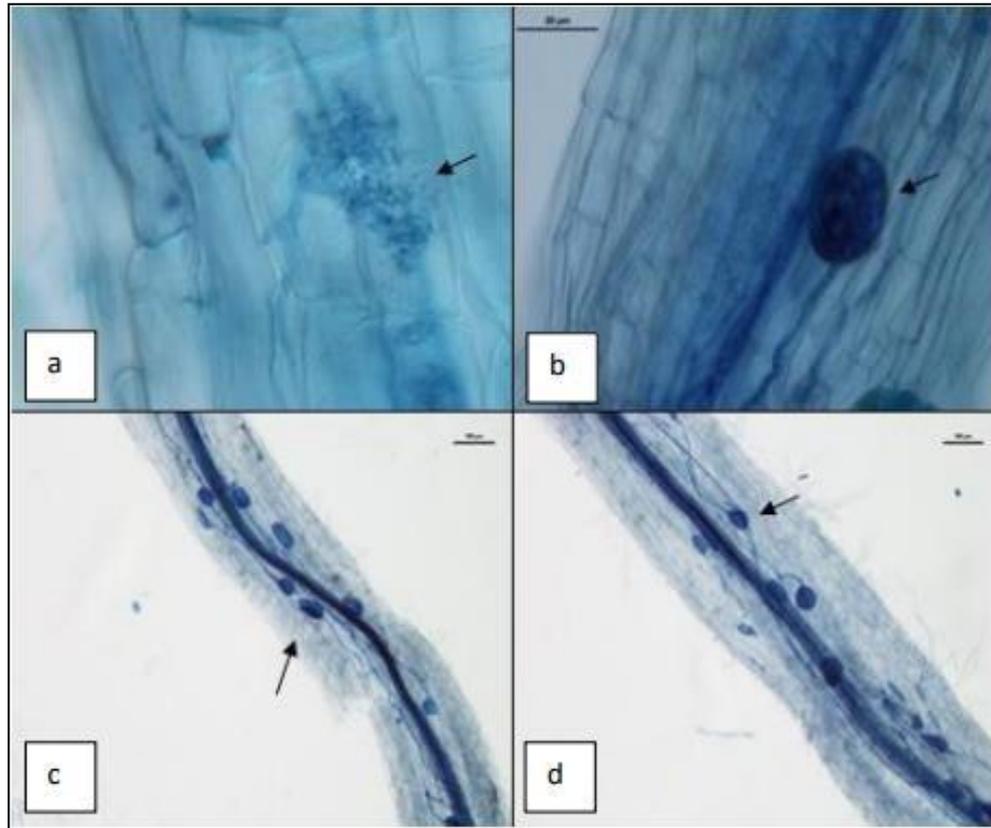


Figura 2: Estruturas especializadas de FMA. Arbúsculo (a); esporo (b) e raiz colonizada com vesículas (c e d). Fonte: Araeska Carena (2019).

Os fungos micorrízicos podem ser classificados em dois grupos: ecto e endomicorrizas, no primeiro grupo ocorre desenvolvimento apenas superficialmente no córtex, já no segundo grupo, o fungo desenvolve-se tanto inter quanto intracelularmente no córtex das raízes absorventes, formando unidades estruturais específicas (CARDOZO-JÚNIOR, 2010).

Porém, são reconhecidos seis tipos diferentes de associações micorrízicas, sendo algumas delas muito específicas, encontradas em apenas algumas famílias de plantas terrestres: Arbuscular-, Arbutóide-, Ericóide-, Ecto-, Monotropóide- e Orquidóide (SIQUEIRA, 1994).

As micorrizas ocorrem de forma natural no solo e são compostos de filamentos (hifas) que penetram nas raízes e estendem-se no solo, passando a funcionar como um sistema radicular adicional, ocupando espaços não alcançados pelas raízes. Isso é especialmente importante para a absorção de nutrientes com baixa mobilidade no solo, como o fósforo (MIRANDA, 2008).

Esses microrganismos associam-se as raízes por serem incapazes de realizar fotossíntese, e assim, obtêm carbono e outros nutrientes da planta hospedeira (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). Os FMA estimulam o crescimento vegetal como consequência do efeito sobre a nutrição das plantas, principalmente na absorção de fósforo. Todavia, outros nutrientes,

como cálcio, enxofre, zinco e cobre, também podem ser favorecidos (TAVARES; FRANCO; SILVA, 2016).

A distribuição das espécies fúngicas bem como a eficiência das mesmas são bastante variáveis e desuniformes, refletindo a ampla diversidade destes simbioses e suas relações com as plantas hospedeiras e com o ambiente edáfico (GOMIDE, 2010). Em termos práticos, a eficiência é caracterizada pela capacidade do fungo em colonizar amplamente e precocemente vários hospedeiros, favorecer a absorção de nutrientes do solo e transferi-los à planta, estimulando assim seu crescimento, desenvolvimento e produção (ABBOTT et al., 1992).

A ocorrência dos FMA nos solos é natural com abrangência cosmopolita, podendo ser encontrados em diversos agroecossistemas. Realizam simbiose com o vegetal hospedeiro, recebendo mais de 10% dos fotoassimilados por ele produzido. Em troca, o fungo fornece para a planta nutrientes absorvidos por suas hifas na interface com o solo. Dentre os benefícios proporcionados ao hospedeiro pode ser destacada a melhoria do estado nutricional, aumento da biomassa, além da sobrevivência em condições de estresses biótico e abiótico (CAVALCANTE et al., 2009; FERNANDES, 2011).

Estudos com FMA são de difícil condução, por se tratar de um organismo simbiote obrigatório, as micorrizas não se desenvolvem em meio de cultura convencional como os outros microrganismos fitopatogênicos, por exemplo.

Embora haja dificuldades para mantê-los em meio artificial, as pesquisas relacionadas a este simbiote vem crescendo substancialmente, tanto no aspecto básico, o qual vem apresentando novas espécies e gerando mudanças constantes na classificação, quanto na sua aplicabilidade, tentando entender melhor a sua função nos ecossistemas e suas aptidões, e ainda no aspecto biotecnológico, como o crescimento da produtividade, diminuição de custos com insumos, e a fitossanidade das culturas de interesse econômico (GOTO, 2009).

Entretanto, essa eficiência pode ser afetada negativamente por certos sistemas de manejo do solo, como é o caso da adubação química, que pode reduzir drasticamente o percentual de colonização radicular e a densidade de esporos na cultura do feijão-caupi (SOUSA et al, 2017; LIMA et al, 2017).

3. Relação entre o feijão-caupi e os fungos micorrízicos arbusculares

A especificidade é conceituada como uma associação simbiótica entre um determinado microrganismo adaptado a uma determinada espécie ou grupo de plantas e tem se observado que varia muito entres cultivares, tipo de solo e níveis de fertilidade (BONETTI et al., 1988).

Pesquisas comparativas entre genótipos de feijão-caupi mostraram que a capacidade de fixação de N e colonização micorrízica (43 a 57 %) variaram entre diferentes genótipos de feijão-caupi e os autores sugeriram que o mais eficiente com relação à fixação biológica de nitrogênio e colonização micorrízica, deveriam ser recomendados para plantio em áreas com baixa disponibilidade de N e P solúveis no solo (FERNANDES et al., 2008).

Siqueira (1994) afirma que os FMA promovem o crescimento do feijão-caupi por facilitar a absorção de P do solo, reduzindo assim o déficit deste nutriente na planta. É considerada uma espécie que apresenta elevada suscetibilidade à colonização e resposta aos FMA (ISLAN; AYANABA, 1981; OLIVEIRA; BONETTI, 1983, ALMEIDA et al., 1985; HOWELER et al., 1987; RAPOSO, 1989).

A aplicação de fungos micorrízicos pode favorecer o desenvolvimento das plantas, resultando no incremento da produtividade em leguminosas, como o feijão-caupi (ZILLI et al., 2009). Estudos realizados com fungos micorrízicos arbusculares por Johnson et al., (2013), demonstraram que morfotipos pertencentes a família Glomeraceae dominaram o solo rizosférico do feijão-caupi chegando a um percentual de 92%.

Em cultivo de feijão-caupi, Silva et al. (2018) realizaram estudo envolvendo 23 espécies de FMA e observaram que os FMA propiciaram absorção de P, aumento da massa seca da parte aérea (MSPA) e do rendimento das plantas cultivadas em casa de vegetação. A otimização da absorção de P e sua transferência para a planta promovida pelos fungos pode indicar ao agricultor menor necessidade de fosfatação no solo, reduzindo consequentemente o custo de produção.

Os FMA são capazes de influenciar positivamente a concentração de clorofilas e carotenóides de plantas de feijão-caupi. Rocha et al. (2019) observaram também que em condições de estresse hídrico as plantas tiveram incremento nos teores de N e P e que quando associado a bactérias os FMA auxiliaram as plantas no ganho de MSPA.

Plantas de feijão-caupi quando submetidas a estresse salínico têm um decréscimo no crescimento, biomassa, teores de clorofila e água, mas quando associadas com FMA, a atividade de enzimas oxidantes pode ser maximizada, fortalecendo a defesa da planta contra o efeito negativo da salinidade (YOUNESI; MORADI, 2014).

4. Sistemas conservacionistas que beneficiam os microrganismos do solo

O solo é um importante recurso natural que exerce grande influência no equilíbrio do meio ambiente, na economia local, regional e mundial, e dele depende a sobrevivência e o bem estar da população mundial e de suas gerações futuras (GARDI et al., 2015). Ainda

corroborando com Gardi et al. (2015), a recuperação dos solos é muito lenta, devendo ser considerado um recurso não renovável e cada vez mais escasso, pela aceleração de sua destruição por processos naturais ou antrópicos.

O aumento de áreas degradadas em regiões, anteriormente produtivas, tem sido notado em diferentes regiões do Brasil, com a erosão retratada sob todas as suas formas (laminar, sulcos e voçorocas), levando solos, sementes, adubos e agrotóxicos para os lagos e rios, até chegar ao mar. Seus efeitos promovem, além da perda de produção e o empobrecimento dos agricultores, o assoreamento e a contaminação dos corpos hídricos e o desmatamento para abertura de novas áreas de produção, levando à redução da biodiversidade nos diferentes biomas brasileiros (ANDRADE et al., 2010).

A perda da qualidade dos solos está relacionada com o uso intenso dos recursos naturais, e ao uso incorreto das técnicas agrícolas que não levam em consideração a conservação ou a aptidão do solo, resultando na perda da produtividade (ALMEIDA et al., 2016). Andrade et al. (2010) cita que, para evitar esta degradação, é necessário planejar as atividades de produção agropecuária de acordo com a aptidão agrícola das terras, manejando o solo de acordo com suas fragilidades e potencialidades.

Nesse aspecto, define-se a agricultura conservacionista, como o conjunto de práticas que tem por objetivo conservar, melhorar e utilizar mais eficientemente os recursos naturais, mediante o manejo integrado do solo, da água e dos recursos biológicos disponíveis, bem como o uso de práticas agronômicas que combinem, harmonicamente, métodos de conservação do solo e da água, manejo integrado de pragas, doenças e plantas invasoras, e a visão holística da fertilidade do solo (FAO, 2002).

E dentre estes conjuntos de práticas conservacionistas, a matéria orgânica (MO) tem um papel fundamental na manutenção da vida no solo. É constituída por resíduos de origem vegetal ou animal, como esterco, restos de cultura, palhadas, folhas, cascas e galhos de árvores, raízes das plantas, e animais que vivem no solo, como cupins, formigas, besouros, fungos, bactérias e outros microrganismos (ALCÂNTARA, 2017).

É a matéria orgânica que promove a cor escura ao solo pela sua transformação em húmus, e sua presença certifica que ele se mantenha vivo, ou seja, abrigando uma diversidade de organismos que favorecem o desenvolvimento de processos de funcionamento da vida do solo (ALCÂNTARA; MADEIRA, 2007).

A adubação orgânica é uma atividade agrícola muito utilizada para a melhoria das propriedades do solo (SEVERINO et al., 2006), e representa uma importante técnica de manejo

induzindo, positivamente, as características físicas, químicas e biológicas do solo, ao favorecer inúmeros processos microbiológicos relacionados com a mineralização e a liberação de nutrientes às plantas (PIRES et al., 2008).

5. Adubos orgânicos e FMA

Os fungos micorrízicos arbusculares fazem associação com a maioria das plantas, podendo atuar como ferramenta biotecnológica importante na agricultura, pois a simbiose aumenta a área de absorção de nutrientes pela planta, conferindo ao vegetal maior crescimento (COSTA et al. 2005), e tolerância a estresses de origem biótica e abiótica (AZCÓN AGUILAR; BAREA, 1997). Além dos benefícios nutricionais para o hospedeiro, os FMA produzem no micélio externo uma glicoproteína a glomalina, que favorece a estabilidade de agregados no solo, ajudando para melhoria da qualidade edáfica (WRIGHT; UPADHYAYA 1998).

A necessidade de sistemas agrícolas sustentáveis tem impulsionado a busca por práticas agrícolas que, além de beneficiar a produtividade de culturas não comprometam a qualidade do solo; uma das alternativas é o uso de adubos orgânicos, que aumentam a fertilidade e a estruturação do solo (CARAVACA et al. 2002), e são amplamente empregados no substrato para formação de mudas. Quando aplicados em doses adequadas esses fertilizantes favorecem a microbiota do solo, benefício que pode ser evidenciado pela maior atividade respiratória e enzimática em solos adubados (MARSCHNER et al., 2003; ROLDÁN et al., 2003; GARCÍA-GIL et al., 2004).

Benefícios superiores no uso de adubos podem ser obtidos pelo emprego de FMA, sendo conhecido o efeito sinérgico da aplicação de resíduos orgânicos e da inoculação micorrízica no crescimento vegetal (CARAVACA et al. 2003). Por outro lado, a efetividade de fungos micorrízicos multiplicados em substratos orgânicos deve ser investigada, pois estes também podem criar alternativas de baixo custo para produção de inóculo micorrízico.

Sousa et al., (2012) avaliando a ocorrência de fungos micorrízicos após a adubação orgânica em sistemas consorciados de milho, feijão-caupi e algodão observaram que, a aplicação de fertilizantes orgânicos favoreceu a atividade e a diversidade de FMA na rizofera de milho e feijão-caupi quando comparado com o tratamento controle.

6. Inoculantes de FMA

A agricultura alimenta o mundo, mas depende dos recursos naturais vitais para produzir grandes quantidades, a fim de satisfazer sua demanda. Assim, é visível a importância de alcançar a sustentabilidade da agricultura, visto que as atividades agrícolas responsáveis pela

obtenção de alimento, sempre exerceram grande pressão sobre o meio ambiente (SANTOS; CANDIDO, 2013). O fato é que o uso indiscriminado dos recursos naturais, tem ocasionado intensa degradação ambiental e tem levado a degradação de hábitat e de espécies, potencialmente, úteis para a sobrevivência do planeta.

Para reverter a situação relatada acima, Caporal (2009a, b) enfatiza que é preciso desenvolver estilos de agricultura, que incorporem tecnologias de base ecológica. Para entender as relações entre as plantas e o meio ambiente é necessário conhecer e pesquisar a diversidade dos microrganismos presentes no solo e na rizosfera.

Dessa forma a especificidade das associações e interações entre os organismos que habitam o solo e a rizosfera é chave para o sucesso da inoculação e maximização dos benefícios na produção vegetal. O estudo das interações deve ser realizado para entender o funcionamento e planejar o uso destas biotecnologias a campo de forma correta (SEI, 2012).

O aumento da capacidade de absorção de nutrientes é promovida pela interação dos fungos micorrízicos com as espécies vegetais, proporcionando vários benefícios, além de aumentar a capacidade de sobrevivência das plantas no solo por meio da expansão do sistema radicular, causada pela simbiose dos fungos micorrízicos com as raízes (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006; BRAHMAPRAKASH; SAHU, 2012).

Segundo Sei (2012), pesquisas envolvendo as micorrizas têm, como objetivo prático, aumentar a produção, reduzir o uso de fertilizantes químicos e contribuir para alcançar um padrão de agricultura mais sustentável e menos dependente de insumos. O interesse na utilização de microrganismos na agricultura tem aumentado significativamente devido a uma maior conscientização sobre a preservação do meio ambiente, com a busca de alternativas para a redução do uso de insumos químicos.

Duan et al. (2011) citam que práticas agrícolas com mobilização reduzida e incorporação dos resíduos das culturas são benéficas para as relações de simbiose entre os FMA e as culturas beneficiando o crescimento.

Utilizar inoculante micorrízico de qualidade é muito importante para garantir uma colonização rápida das raízes da planta hospedeira e é por isso que o desenvolvimento de inoculantes contendo alta densidade de propágulos de FMA é considerado fundamental para o sucesso da inoculação em campo (SOUZA, 2011).

Estudos têm sido realizados ao longo da modernização da agricultura, utilizando a fertilização biológica, com base na inoculação (BRAHMAPRAKASH; SHU, 2012). A biotecnologia que utiliza inoculantes gera benefício socioeconômico e ambiental, por diminuir o uso de fertilizantes solúveis e reduzir os custos de produção (BARBOSA, 2013).

Melo (2019) cita que o uso dessa biotecnologia, enriquecido ou preparado com inóculos de microrganismos nativos, pode aumentar a diversidade microbiana do solo, melhorar a qualidade deste solo, das plantas, e, conseqüentemente, proporcionar maior produtividade.

REFERÊNCIAS

- ABBOTT, L. K.; ROBSON, A. D.; GAZEY, C. Selection Inoculant Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi. **Methods in Microbiology**, 24(1): 1-21, 1992.
- ALCÂNTARA, F. A.; MADEIRA, N. R. Manejo do solo. In: HENZ, G. P.; ALCÂNTARA, F. A.; RESENDE, F. V. (Ed.). **Produção orgânica de hortaliças: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. p. 79-98.
- ALCÂNTARA, F. A. **Manejo agroecológico do solo** - Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2017. 28 p. - (Documentos / Embrapa Arroz e Feijão).
- ALMEIDA, A. L. G.; ALCÂNTARA, R. M. C. M.; NÓBREGA, R. S. A.; NÓBREGA, J. C. A.; LEITE, L. F. C.; SILVA, J. A. L. Produtividade do feijão-caupi cv BR 17 Gurguéia inoculado com bactérias diazotróficas simbióticas no Piauí. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.5, n.3, p.364-369, 2010.
- ALMEIDA, R.T.; VASCONCELOS, I.; SABADIA, F.R.B. 1985. Efeito da infecção de fungos micorrízicos VA em feijão-de-corda, (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). **Ciência Agrônômica**, 16(1): 23-26, 1985.
- ALMEIDA, W. S., CARVALHO, D. F., PANACHUKI, E., VALIM, W.C., RODRIGUES, S. A.; VARELLA, C. A. AL. Erosão hídrica em diferentes sistemas de cultivo e níveis de cobertura do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n.9, p. 1110 – 1119, 2016.
- ANDRADE, A. G.; FREITAS, P. L.; LANDERS, J. Aspectos gerais do manejo e conservação do solo e da água e as mudanças ambientais p. 25-35. In: PRADO, R. B.; TURETTA, A. P. D.; ANDRADE, A. G. **Manejo e Conservação do Solo e da Água no Contexto das Mudanças Ambientais**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2010.
- AZCÓN-AGUILAR, C.; BAREA, J. M. Applying mycorrhiza biotechnology to horticulture: significance and potentials. **Scientia Horticulturae** 68: 1-24, 1997.
- BARRACLOUGH, G. (Ed.). **Atlas da história do mundo da Folha de São Paulo/Times**. 4. ed. rev. São Paulo: Folha da Manhã, 1995. p. 154-157.
- BARBOSA, M. S.; SANTOS, M. A. S.; SANTANA, A. C. Análise socioeconômica e tecnológica da produção de feijão-caupi no município de tracuateua, nordeste paraense. **Amazônia: Ci. & Desenv.**, Belém, v. 5, n. 10, jan./jun. 2010.
- BARBOSA, M. V. **Utilização de rizóbios e fungo micorrizico arbuscular na implantação de um sistema agroflorestal no semiárido pernambucano**. 2013. 77 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Serra Talhada – PE, 2013.
- BARROS, E. K. D. C. **Caracterização e divergência genética entre genótipos de feijão-caupi com base nos teores de proteínas, ferro e zinco e na qualidade de cocção**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Alimentos e Nutrição da Universidade Federal do Piauí, Teresina-PI, 2019.

- BONETTI, R. Fixação biológica de nitrogênio em caupi na região amazônica. In: ARAÚJO, J. P. P.; WATT, E. E.; **O caupi no Brasil**. IITA/EMBRAPA (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA), pag. 722, Brasília, 1988.
- BONFANTE-FASOLO, P. Anatomy and morphology of VA Mycorrhizae. In: POWELL, C. L.; BAGYARAJ, D. (eds). **V.A mycorrhiza**. CRC, Conway, p. 5-33, 1984.
- BRAHMAPRAKASH, G. P.; SAHU, P. K. Biofertilizers for sustainability. **Journal of the Indian Institute of Science**. v. 92, n. 1, p. 37-62, 2012.
- CAPORAL, F. R. **Agroecologia**: uma nova ciência para apoiar a transição a agriculturas mais sustentáveis. Brasília, DF, 30 p. 2009b.
- CAPORAL, F. R. **Em defesa de um plano nacional de transição agroecológica**: compromisso com as atuais e nosso legado para as futuras gerações. Brasília, DF, 36 p. 2009a.
- CARDOSO, M. J.; SILVA, P. H. S.; RIBEIRO, V. Q. **Cultivo de feijão-caupi**. EMBRAPA Meio Norte. Dados do sistema de produção, 2017.
- CARDOZOJÚNIOR, F. M. **Dinâmica e biodiversidade de fungos micorrízicos arbusculares em diferentes áreas sob influência do processo de desertificação em Gilbués/Brasil**. 2010. 52p. Dissertação apresentada curso de pós graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal do Piauí, PI, 2010.
- CARAVACA, F.; FIGUEROA, D.; AZCÓNAGUILAR, C.; BAREA, J.M.; ROLDÁN, A. Medium-terms effects of mycorrhizal inoculation and composted municipal waste addition on the establishment of two Mediterranean shrub species under semiarid field conditions. **Agriculture, Ecosystems and Environment** **97**: 95-105, 2003.
- CARAVACA, F.; HERNÁNDEZ, F.; GRACIA, C.; ROLDÁN, A. Improvement of rhizosphere aggregate stability of afforested semiarid plants species subjected to mycorrhizal inoculation and compost addition. **Geoderma****108**: 133-144, 2002.
- CAVALCANTE, U. M. T.; GOTO, B. T.; MAIA, L. C. Aspectos da simbiose micorrízica arbuscular. In: MOURA, R. M.; MENEZES, M.; MARIANO, R. L. R (Eds). **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**. Recife: UFPE, Imprensa Universitária, v.5 e 6, 2008-2009.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **9º Levantamento da safra brasileira de grãos 2019/2020**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 17/03/2020.
- COSTA, C.M.C.; CAVALCANTE, U.M.T.; GOTO, B.T.; SANTOS, V.F.; MAIA, L.C. Fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada em mudas de mangabeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** **40**: 225-232, 2005.
- CRAVO, M. S.; CORTELETTI, J.; NOGUEIRA, O. L.; SMYTH, T. J.; SOUZA, B. D. L. **Sistema bragantino**: agricultura sustentável para a Amazônia. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 93 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 218).

DAMASCENO-SILVA, K. J.; ROCHA, M. M.; MENEZES JUNIOR, J. A. N. Sócioeconomia. In: BASTOS, E. A. (Coord.). **A Cultura do feijão-caupi no Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte; Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Divisão de Análise de Risco de Pragas, 2016.

DAVIS, D. W.; OELKE, E. A.; OPLINGER, E. S.; DOLL, J. D.; C.V. HANSON, C.V.; PUTNAM, D. H. Cowpea. **University of Wisconsin-Madison**, 1991.

DIAS, C. C. **Paiuhy**: das origens a nova capital. Teresina: Nova Expressão, p. 324-333, 2008.

DUAN, T., FACCELIC, E., SMITHC, S. E., SMITHC, F. A., NANA, Z. Differential effects of soil disturbance and plant residue retention of arbuscular mycorrhizal (AM) symbioses are not reflected in colonization of roots or hyphal development in soil. **Soil Biology and Biochemistry**. v. 43, n. 3, p. 571-578, 2011.

EMBRAPA, Departamento técnico-científico. **Programa Nacional de Pesquisa do Feijão**. Brasília-DF. EMBRAPA-DID, p. 117, 1981.

FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION). **Crops**. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 17/03/2020.

FAO. **The conservation agriculture group activities 2000-2001**. Rome: FAO, 2002. 25 p.

FERNANDES, M.F.; BARRETO, A.C.; FERNANDES, R.P.M.; ARAÚJO, J.K.S. Fixação biológica do nitrogênio e colonização micorrízica em genótipos de caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) cultivados em solo de tabuleiros costeiros. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento** 35:1678-1961, 2008.

FERNANDES, S. G. **Fertilidade do solo e atividade micorrízica em áreas de agricultores familiares no norte de Minas Gerais**. 2011. Dissertação apresentada ao curso de pós graduação em Ciências Agrárias, área de concentração em Agroecologia Universidade Federal de Minas Gerais, 2011.

FILGUEIRAS, G. C.; SANTOS, M. A. S.; HOMMA, A. K. O.; REBELLO, F. K.; CRAVO, M. S. Aspectos socioeconômicos. In: ZILLI, J. E.; VILARINHO, A. A.; ALVES, J. M. A. **A cultura do feijão-caupi na Amazônia Brasileira**. Boa Vista. Embrapa Roraima, 2009. p. 23-58.

FONSECA, M. R.; FERNANDES, A. R.; SILVA, G. R.; BRASIL, E. C. Teor e acúmulo de nutrientes por plantas de feijão-caupi em função do fósforo e da saturação por bases. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 53, n. 2, p. 195-205, 2010.

FREIRE FILHO, F. R. (ed.) **Feijão-caupi no Brasil**: produção, melhoramento genético, avanços e desafios. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011. 84p

FREIRE FILHO, F. R. Origem, evolução e domesticação do caupi. In: ARAÚJO, J. P. P. de; WATT, E. E. (Org.). **O caupi no Brasil**. Brasília, DF: IITA: EMBRAPA, p.26-46 1988.

FREIRE FILHO, F R.; CRAVO, M.S.; RIBEIRO, V. Q.; MOURA, M. R.; CASTELO, E. O.; SANTOS, E. S.; SPONHOLZ, C. B.; MELO, M. I. S. BRS Milênio e BRS Urubuquara: cultivares de feijão-caupi para a região Bragantina do Pará. **Revista Ceres**, v. 56, n. 6, p. 749-752, 2009.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; BARRETO, P. D.; SANTOS, C. A. A. Melhoramento genético. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. de A.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2005. p. 29-92.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; BARRETO, P. D.; SANTOS, C. A. F. Melhoramento genético de Caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) na Região do Nordeste. In: QUEIROZ, M.A.; GOEDERT, C.O.; RAMOS, S.R.R. (Ed.). **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o nordeste brasileiro**. Petrolina: Embrapa CPATSA, Brasília, DF: Embrapa-Cenargen, 1999.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. M.; LOPES, A. C. A. Adaptabilidade e estabilidade produtiva de feijão-caupi. **Ciência Rural**, v. 35, n. 1, p. 24-30, 2005.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; RODRIGUES, J.; VIEIRA, P. A cultura: aspectos socioeconômicos. **Feijão-caupi: do plantio à colheita**. Viçosa: Ed. da UFV, p. 9-34, 2017.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. M.; SILVA, K. J. D.; NOGUEIRA, M. S. R.; RODRIGUES, E. V. Produção, melhoramento genético e potencialidades do feijão-caupi no Brasil. In: **Reunião de Biofortificação no Brasil**, 4., 2011. Teresina. Palestras e resumos. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos; Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011.

GANDAVO, P. de M. **Tratado da terra do Brasil. tratado segundo. das coisas que são gerais por toda costa do Brasil. capítulo quarto. dos mantimentos da terra**. Rio de Janeiro: Ministério da Cultura. Fundação Biblioteca Nacional. Departamento Nacional do Livro. Criado em: 10 jun. 2002. Disponível em: http://objdigital.bn.br/Acervo_digital/livros_eletronicos/tratado.pdf. Acesso em: 17/03/2020.

GARCÍA-GIL, J. C.; PLAZA, C.; BRUNETTI, G.; POLO, A. Effects of sewage sludge mendment on humic acid sand microbiological properties of a semiarid mediterranean soil. **Biology and Fertility of Soils** 39: 320-328, 2004.

GARDI, C.; ANGELINI, M.; BARCELÓ, S.; COMERMA, J.; CRUZ, G. C.; ENCINA ROJAS, A.; JONES, A.; KRASILNIKOV, P.; MENDONÇA-SANTOS, M. L.; MONTANARELLA, L.; MUÑIZ UGARTE, O.; SCHAD, P.; VARA RODRÍGUEZ, M. I.; VARGAS, R.; RAVINA S, M. (eds), 2015. **Atlas de solos de América Latina e do Caribe**, Comissão Europeia – Serviço das Publicações da União Europeia, L-2995 Luxembourg, 176 pp.

GUAZZELLI, R. J. Histórico das pesquisas com caupi no Brasil. In: ARAÚJO, J. P. P.; WATT, E. E. (Org.) **O Caupi no Brasil**. Brasília, DF: IITA, EMBRAPA, p.49-59, 1988.

GOMIDE, P. H. O. et al. Diversidade e função de fungos micorrízicos arbusculares em sucessão de espécies hospedeiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 11, p. 1483-1490, 2010.

GOTO, B. T.; SILVA, G. A.; YANO-MELO, A. M.; MAIA, L. C. Checklist of the arbuscular mycorrhizal fungi (Glomeromycota) in the Brazil in semiarid. **Mycotaxon**, v.113, p.251–254, 2010.

- GOTO, B. T.; **Taxonomia de glomeromycota**: revisão morfológica, chaves dicotômicas e descrição de novos táxons. (Tese de doutorado). Tese apresentada ao curso de pós graduação em biologia de fungos da Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, 2009.
- HOWELER, R.H.; SIEVERDING, E.; SAIF, S. Pratical aspects of mycorrhizal tecnology in some tropical crops and Pastures. **Plant and Soil**, 100(1-3): 249-283, 1987.
- ISLAN, R.; AYANABA, A.; SANDERS, F.E. Response of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) to inoculation with VA – mycorrhizal fungi and to rock phosphate fertilization in some unsterelized Nigerian soils. **Plant and Soil**, 54(1): 107-117, 1980.
- JOHNSON, J. M.; HOUNGNANDAN, P.; KANE, A.; SANON, K. B.; NEYRA, M. Diversity patterns of indigenous arbuscular mycorrhizal fungi associated with rhizosphere of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) in Benin, West Africa. **Pedobiologia**, v. 56, n. 3, p. 121-128, 2013.
- LEAL, P. L., STÜRMER, S. L.; SIQUEIRA, J. O. Occurrence and diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in trap cultures from soils under different land use systems in the Amazon, Brazil. **Brazilian Journal of Microbiology** 40:111-121, 2009.
- LIMA, M. H. R.; SOUSA, R. C.; ANGELO, K. B.; CARMO, A. P. M.; NASCIMENTO, J. T. Quantificação de FMA e rizobactérias em raízes de feijão-caupi em área de ILPF do IFPA Campus Castanhal. In: **Anais do XXVI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**. Belém, Pará, 2017.
- LOBBE, H. **Estudo sobre doze variedades de caupi**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio, 1925. 10 p.
- MARCOS FILHO. **Fisiologia de sementes de espécies cultivadas**. Jaboticabal: Funep, 2005. 546 p.
- MARRA, L. M. et al. Agricultura familiar e acesso à tecnologias. In: MOREIRA F. M. S., KASUYA, M. C. M. **Fertilidade e biologia do solo**: integração e tecnologia para todos. 1 ed.–Viçosa (MG) Sociedade Brasileira de Solos, p. 61-92, 2016.
- MARSCHNER, P.; KANDELER, E.; MARSCHNER, B. Structure and function of the soil microbial community in a long-term fertilizer experiment. **Soil Biology and Biochemistry** 35: 453-461, 2003.
- MELO, E. I.; SILVA, L.F.V.; FILHO, J. V.; BORTOLO, L. S. Biocerrado: troca de saberes agroecológicos na agricultura familiar. In: **Em Extensão**. Uberlândia, Minas Gerais- MG, v.18 n.1 p.9-33, 2019.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). CultivarWeb. **Cultivares registradas**. feijão-caupi/feijão-fradinho/ feijão-miúdo/feijão-decorda (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). Disponível em: http://extranet.agricultura.gov.br/php/proton/cultivarweb/detalhe_cultivar.php?codesr. Acesso em: 17/03/ 2020.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Instrução Normativa nº 12 de 28 mar. 2008. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 31 mar. 2008. Seção 1, p. 11-14.

MIRANDA, J. C. C. **Micorriza arbuscular**: ocorrência e manejo. Planaltina: Embrapa Cerrados, p. 169, 2008.

MODESTO JÚNIOR, M. S.; CRAVO, M. S.; ALVES, R. N. B.; Monitoramento da difusão da tecnologia Sistema Bragantino no nordeste do estado do Pará – Belém, PA: **Embrapa Amazônia Oriental-Documentos** (INFOTECA-E), 2014.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2a edição revisada e ampliada. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2006.

MORTON, J. B. Taxonomy of VA micorrihzal fungi: Classification, nomenclature, and identificacion. **Micotaxon** 32. 267-324, 1988.

OLIVEIRA, R. L. L.; MOREIRA, A. R.; COSTA, A. V. A.; SOUZA, L. C. S.; LIMA, L. G. S.; SILVA, T. L. Modelos de determinação não destrutiva de área foliar de feijão-caupi (*Vigna Unguiculata* (L.) Walp.) **Global Science and Technology**, v. 8, n. 2, p. 17-27, 2015.

PADULOSI, S.; Ng, N. Q. Origin taxonomy, and morphology of (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) In: SINGH, B. B.; MOHAN RAJ, D. R.; DASHIELL, K. E.; JACKAI, L. E. N. (Ed.). **Advances in cowpea research**. Ibadan: International Institute of Tropical Agriculture; Tsukuba: Japan International Research Center for Agricultural Sciences p. 1-12, 1997.

PIRES, A. A.; MONNERAT, H. P.; MARCIANO, C. R.; PINHO, L. G. R.; ZAMPIROLI, P. D.; ROSA, R. C.; MUNIZ, R. A. Efeito da adubação alternativa do maracujazeiro amarelo nas características químicas e físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 1997-2005, 2008.

RAPOSO, R.W.C. **Inoculação de fungos micorrízicos vesículo arbusculares e Bradyrhizobium spp. em caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp)**. Dissertação apresentada ao curso de pós graduação em Agronomia da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz-ESALQ, São Paulo-SP. 84pp, 1989.

RIBEIRO, V. Q. Cultivo do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). **Embrapa Meio-Norte-Sistema de Produção (INFOTECA-E)**, 2002.

ROCHA, I. M. A, Y.; VOSÁTKA, M.; FREITAS, H.; OLIVEIRA, R. S. Growth and nutrition of cowpea (*Vigna unguiculata*) under water deficit as influenced by microbial inoculation via seed coating. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 205, n. 5, p. 447-459, 2019.

ROCHA, M. M.; DAMASCENO-SILVA, K. J.; FREIRE FILHO, F. R.; FRANCO, L. J. D. Variabilidade genética de acessos de feijão-caupi para os teores de ferro, zinco e proteínas nos grãos. In: REUNIÃO DE BIOFORTIFICAÇÃO NO BRASIL, 4., Teresina, 2011. **Anais...** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011.

ROLDÁN, A.; CARAVACA, F.; HERNÁNDEZ, M. T.; GARCIA, C.; SÁNCHEZ-BRITO, C.; VELÁSQUEZ, M.; TISCAREÑO, M. No tillage, crop rotations, and legume corn cropping effects on soil quality characteristic sunder maize in Patzcuaro watershed (Mexico). **Soil and Tillage Research** 72: 65-73, 2003.

SALVADOR, C. A. **Feijão**: análise da conjuntura agropecuária, 2017. Disponível em: < http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/2018/_feijao_2017_18.pdf >. Acesso em: 17/03/2020.

SEI, F. B. **Diversidade de rizobactérias e coinoculação com fungos micorrízicos na nutrição fosfatada e expressão gênica no feijoeiro**. 2012. 117 f. Tese (Doutorado em Manejo do solo) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages - SC, 2012.

SEVERINO, L. S.; FERREIRA, G. B.; MORAES, C. R. A.; GONDIM, T. M. S.; CARDOSO, G. D.; VIRIATO, J. R.; BELTRÃO, N. E. M. Produtividade e crescimento da mamoneira em resposta à adubação orgânica e mineral. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 5, p. 879-882, 2006.

SILVA, G. A. E., SIQUEIRA, J. O., STÜRMER, S. L., & MOREIRA, F. Effectiveness of Arbuscular Mycorrhizal Fungal Isolates from the Land Uses of Amazon Region in Symbiosis with Cowpea. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 90, n. 1, p. 357- 371, 2018.

SILVA, L. M.; ANDRADE, D. L.; BARBOSA, K. L. S.; RODRIGUES, L. S.; MILHOMEM, A. L.; OLIVEIRA, J. S.; MELO, L. F. S. Sistema bragantino: um método inovador e alternativo de cultivo e produção agrícola que engloba rotação e consórcio de culturas com técnicas de plantio direto. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v. 1, n. 1, 2018.

SIQUEIRA, J. O. Micorrizas arbusculares. In: Araujo, R. S; Hungria, M. (Eds). **Microrganismos de Importância Agrícola**. EMBRAPA: SPI. p. 151-194, 1994.

SINGH, U.; PRAHARAJ, C. S.; CHATURVEDI, S. K.; BOHRA, A. Biofortification: introduction, approaches, limitations, and challenges. In: SINGH, U.; PRAHARAJ, C. S.; SINGH, S. S.; SINGH, N. P. **Biofortification of food crops**. Jobner: Springer. 492p, 2016.

SOUSA, C. S.; MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B.; OEHL, F.; MAIA, L. C.; GARRIDO, M. S.; LIMA, F. S. Occurrence of arbuscular mycorrhizal fungi after organic fertilization in maize, cowpea and cotton intercropping systems. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 34, n. 2, p. 149-156, 2012.

SOUSA, R. C.; ANGELO, K. B.; LIMA, M. H. R.; CARMO, A. P. M.; NASCIMENTO, J. T. Colonização radicular em feijoeiros submetidos a diferentes adubações. In: **Anais do XXVI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**. Belém, Pará, 2017.

SOUZA, F. A.; GOMES, E. A.; VASCONCELOS, M. J. V.; SOUSA, S. M. **Micorrizas arbusculares**: perspectivas para aumento da eficiência de aquisição de fósforo (P) em Poaceae (gramíneas). Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011.

SOUZA, G. Em que se apontam os legumes que se dão na Bahia. In: SOUZA, G. Notícias do Brasil. São Paulo: **Revista dos Tribunais**, p. 94-95, 1.974

TAVARES, S.; FRANCO, A.; SILVA, E. Produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth) noduladas e micorrizadas em diferentes substratos. **Holos**, vol. 32 (7) pag. 231-241, 2016.

TEIXEIRA, I. R.; SILVA, G. C.; OLIVEIRA, J. P. R.; SILVA, A. G.; PELÁ, A. Desempenho agrônomico e qualidade de sementes de cultivares de feijão-caupi na região do cerrado. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 2, p. 300-307, 2010.

YOUNESI, O.; MORADI, A. Effects of plant growth-promoting rhizobacterium (PGPR) and arbuscular mycorrhizal fungus (AMF) on antioxidant enzyme activities in salt-stressed bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Agriculture (Pol'nohospodárstvo)**, v. 60, n. 1, p. 10–21, 2014.

WATT, E. E.; ARAÚJO, J. P. P.; GUAZZELLI, R. J. Desenvolvimento de germoplasma de caupi. In: **Reunião Nacional de Pesquisa de Caupi**, 2., 1987, Goiânia. Resumos. Brasília, DF: EMBRAPA-CNPAF, 1987. p. 46. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 21)

WRIGHT, S. F.; UPADHYAYA, A. A survey of soils for aggregate stability and glomalin, a glycoprotein produced by hyphae of arbuscular mycorrhizal fungi. **Plant and Soil** 198: 97-107, 1998.

ZILLI, J. É.; MARSON, L. C.; MARSON, B. F.; RUMJANEK, N. G.; XAVIER, G. R. 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.

CAPÍTULO II

FEIJÃO-CAUPI: A CONJUNTURA ATUAL DA PRODUÇÃO NA REGIÃO IMEDIATA DE BRAGANÇA, NO ESTADO DO PARÁ

Resumo: O feijão-caupi (*Vigna unguiculata*, (L.) Walp) apresenta grande importância cultural, alimentar e socioeconômica na Região Imediata de Bragança, a qual é reflexo da colonização local por imigrantes nordestinos entre as décadas de 60 e 80, estimulados pelas políticas desenvolvimentistas dos governos militares. Contudo, na atual conjuntura, a produtividade dessa cultura na região é considerada extremamente baixa e continua decrescendo, devido, em parte, aos usos de manejos inadequados pelos agricultores familiares nos seus processos de cultivos. Nesse sentido, buscando-se alternativas para resolução desses problemas, presume-se que a aplicação de técnicas de produção de bases sustentáveis é uma alternativa viável para a retomada, manutenção e expansão da cultura do feijão-caupi nessa região, podendo contribuir para a redução dos impactos ambientais, sociais e econômicos e diferindo das práticas incompatíveis com as características edafoclimáticas locais, podendo assim, otimizar a produtividade dessa cultura, e de certa forma, compensar a perda da produção pela redução da área plantada. Este trabalho teve como objetivo avaliar a importância socioeconômica da produção do feijão-caupi junto aos agricultores familiares na Região Imediata de Bragança, assim como, compreender as características dessa cultura do ponto de vista dos agricultores familiares da região, e, propor alternativas viáveis ao desenvolvimento rural local. O presente estudo foi de natureza aplicada, apresentando no seu desenvolvimento uma abordagem de caráter qualitativo, no qual foram avaliadas as características socioeconômicas dos agricultores familiares de seis municípios da Região Geográfica Imediata de Bragança. Diante dos resultados, foi constatado que as atividades relativas à produção do feijão-caupi para os agricultores familiares da região estudada, é essencial, pois implica diretamente nas garantias das manutenções das suas propriedades, em virtude destas atividades, constituírem-se na principal fonte de renda e segurança alimentar, interferindo nas suas qualidades de vida. Assim, faz-se necessário assegurar que as instituições de ensino e pesquisa possam intensificar estudos locais alinhadas às tecnologias adequadas e sustentáveis, simples e de baixo custo, que visem atender as demandas dos agricultores e impulsionar as produções agrícolas regional. No segundo momento, incentivar os agricultores à participação em organizações sociais e políticas locais, visando interceder junto aos órgãos oficiais municipais e estaduais, responsáveis pelo desenvolvimento rural local. O estabelecimento e direcionamento de políticas públicas eficazes no sentido de apoiar os agricultores à retomada da produção agrícola e o trabalho, é capaz de estimular e garantir suas permanências e a autonomia na produção do feijão-caupi.

Palavras-chave: Agricultura familiar. Autonomia. Políticas públicas. Técnicas sustentáveis.

BEAN-COWPEA: THE CURRENT CONJUNCTURE OF PRODUCTION IN THE IMMEDIATE REGION OF BRAGANÇA, IN THE STATE OF PARÁ

Abstract: Cowpea (*Vigna unguiculata*, (L.) Walp) has great cultural, food and socioeconomic importance in the Immediate Region of Bragança, which is a reflection of local colonization by northeastern immigrants between the 1960 and 1980, stimulated by the developmental policies of military governments. However, in the current conjuncture, the productivity of this crop in the region is considered extremely low and continues to decreasing, due in part to the use of inadequate management by family farmers in their cultivation processes. In this sense, seeking alternatives to solve these problems, it is assumed that the application of techniques for the production of sustainable bases is a viable alternative for the resumption, maintenance and expansion of cowpea crop in this region, which can contribute to the reduction of environmental, social and economic impacts and differing from practices incompatible with local edaphoclimatic characteristics, thus being able to optimize the productivity of this crop, and to some extent compensate for the loss of production by reducing the planted area. This study aimed to evaluate the socioeconomic importance of cowpea production with family farmers in the Immediate Region of Bragança, as well as to understand the characteristics of this crop from the point of view of family farmers in the region, and to propose viable alternatives to local rural development. The present study was of an applied nature, presenting in its development a qualitative approach, in which the socioeconomic characteristics of family farmers from six municipalities of the Immediate Geographic Region of Bragança were evaluated. In view of the results, it was found that the activities related to cowpea production for family farmers in the studied region, it is essential, because it directly implies the guarantees of the maintenance of their properties, due to these activities, constitute the main source of income and food security, interfering in their quality of life. Thus, it is necessary to ensure that educational and research institutions can intensify local studies aligned with appropriate and sustainable technologies, simple and low cost, aimed at meeting the demands of farmers and boosting regional agricultural production. In the second moment, encourage farmers to participate in social organizations and local policies, aiming to intercede with the official municipal and state agencies, responsible for local rural development. The establishment and direction of effective public policies to support farmers in the resumption of agricultural production and work is capable of stimulating and guaranteeing their permanence and autonomy in cowpea production.

Key-words: Family farming. Autonomy. Public policies. Sustainable techniques.

1. INTRODUÇÃO

Conhecido, principalmente, como “Feijão-da-Colônia”, o feijão-caupi (*Vigna unguiculata*, (L.) Walp) apresenta grande importância cultural, alimentar e sócio econômica na Região Imediata de Bragança, a qual é reflexo da colonização local por imigrantes nordestinos nas décadas de 60 e 80, estimulados pelas políticas desenvolvimentistas dos governos militares (SOUZA et al., 2020).

Aos municípios da região acima citada, o feijão-caupi é parte integrante da alimentação diária, além de ser fonte de renda para a agricultura familiar (CORDEIRO; ARBAGE; SCHWARTZ, 2017). Devido à grande importância da produção do feijão-caupi para a região, fez com que, a Embrapa Amazônia Oriental na década de 90, lançasse as variedades “Bragança” classe comercial cores e subclasse manteiga e a “Tracuateua”, classe comercial branco e subclasse brancão, homenageando os dois municípios que mais se destacavam na sua produção (FREIRE FILHO et al., 2005).

Essas cultivares foram desenvolvidas visando a adaptação da planta às condições ecológicas da antiga Mesorregião Nordeste Paraense, hoje, Região Imediata de Bragança, para serem comercializadas no mercado local, e ainda exportadas para outros estados do Norte e Nordeste do Brasil. Pressionado pela agricultura empresarial e a pecuária de corte, o produtor de feijão-caupi vem reduzindo a sua área plantada a cada ano, refletindo assim, na redução acentuada da produção com o decorrer dos últimos anos (IBGE, 2020a).

Somando-se a esses fatos, tem-se ainda o desgaste dos solos da região, que desestimula ainda mais o agricultor familiar, acarretando na importação do produto de outros estados, principalmente do Piauí, que tem janela de produção anterior à do Pará, e quando inicia a colheita na região, o mercado local está abastecido com a produção importada (MOREIRA et al., 2017).

Segundo esses mesmos autores, a maioria dos agricultores faz uso de técnicas no preparo de área e plantio como, corte e queima, gradagem, adubação química e aplicação de defensivos sem orientação e acompanhamento por profissional habilitado para este fim, baseando-se apenas em conhecimentos empíricos, acarretando um desgaste dos atributos inerentes ao solo.

A implantação de técnicas de produção de bases sustentáveis, é uma alternativa viável para a retomada, manutenção e expansão da cultura do feijão-caupi na Região Imediata de Bragança, podendo-se dessa forma, contribuir para a redução dos impactos ambientais, sociais e econômicos, provenientes da adoção de práticas incompatíveis com as características edafoclimáticas da região, ao longo do tempo (HOMMA, 2015).

Este trabalho teve como objetivo avaliar a importância socioeconômica da produção do feijão-caupi, junto aos agricultores familiares na Região Imediata de Bragança, assim como, compreender as características dessa cultura do ponto de vista dos agricultores familiares da região.

2. METODOLOGIA

Caracterização do espaço e tempo da pesquisa

A pesquisa foi realizada no primeiro semestre de 2019, envolvendo a realização de 30 entrevistados, entre as famílias dos agricultores e moradores dos 06 municípios da Região Geográfica Imediata de Bragança (Figura 1). Os entrevistados atuavam em diversas áreas que conversavam com o tema da pesquisa, desde agricultores familiares vinculados a associações, integrantes da Rede Bragantina de Economia Solidária, representantes de órgãos e movimentos sociais que atuavam em parcerias com os agricultores familiares, como: Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER), sindicatos rurais, cooperativas, escolas agrícolas e grupos de pesquisas regionais, além de Secretarias Municipais de Agricultura e de Meio Ambiente (SEMA).

A Região Imediata de Bragança é composta por seis municípios: Bragança, Tracuateua, Santa Luzia do Pará, Viséu, Cachoeira do Piriá e Augusto Corrêa, conforme demonstra a Figura 1. Essa região foi criada em 2017, a partir da nova divisão regional do IBGE (2020b), que dividiu os municípios que antes compunham a região Nordeste Paraense em novas regiões, levando-se em conta as suas características socioeconômicas e culturais.

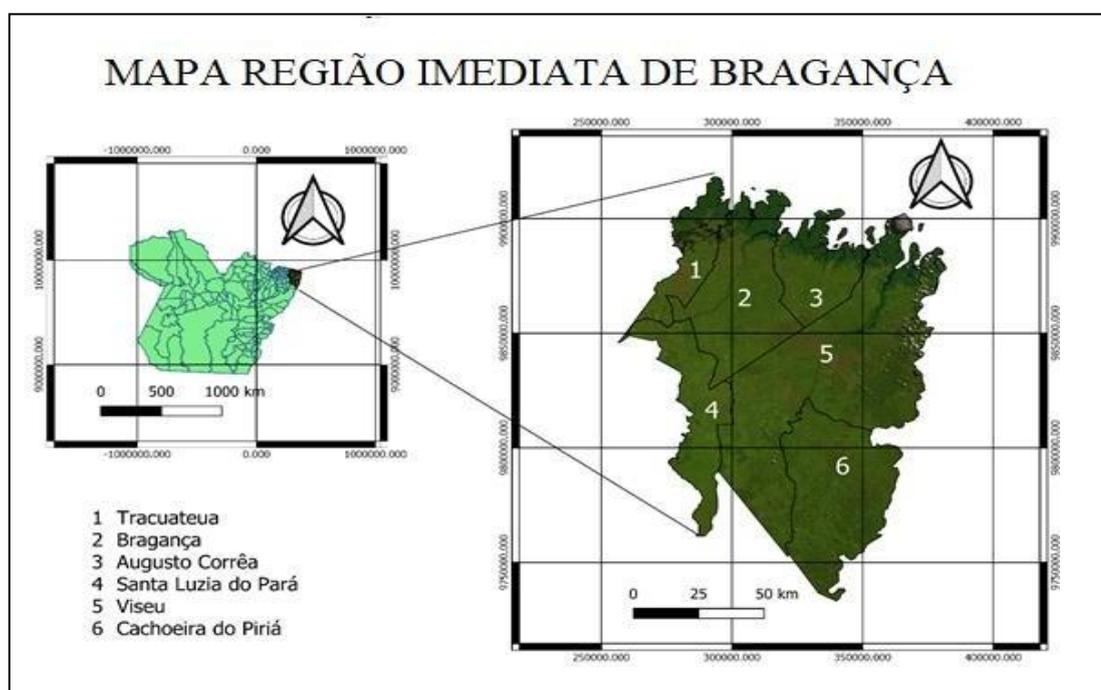


Figura 1: Mapa da Região Imediata de Bragança. Fonte: A autora

Procedimentos metodológicos

A pesquisa implementada no presente estudo foi de natureza aplicada, foram aplicados questionários semi-estruturados com perguntas semi-abertas aos produtores (MIRANDA; FREITAS, 2008), onde pretendeu-se, fazer um levantamento quantitativo de dados socioeconômicos relativos a produção, produtividade, preço ao produtor e preço ao consumidor, assim como informações sobre os sistemas de cultivos empregados, entre outros, apresentando no seu desenvolvimento uma abordagem de caráter qualitativo, no qual foram avaliadas as características socioeconômicas da conjuntura do feijão-caupi na região, e os sistemas de cultivos praticados.

Acrescentou-se ainda conversas informais para que os agricultores se sentissem mais à vontade para responder, e para que fossem coletados dados de perfil mais qualitativo, voltados ao sociocultural (AMOROZO; VIERTLER, 2010).

Foram ainda coletados dados de produção do feijão-caupi nos municípios da Região Imediata de Bragança entre os anos de 1987 e 2018, a partir do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA), e tratados na ferramenta Excel[®] para a montagem dos gráficos demonstrativos da produção do feijão-caupi, ao longo do tempo nos municípios estudados, visando demonstrar os registros da variação da produção de grãos desta cultura na região, como base para a discussão sobre esta pesquisa.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Caracterização do feijão-caupi na Região Imediata de Bragança

A Região Imediata de Bragança é composta por uma população descendente de nordestinos, mantendo parte da cultura alimentar dos seus antepassados, e um dos alimentos mais importantes dessa cultura é o feijão-caupi, conhecido com feijão-da-colônia, que por sua natureza, teve boa adaptação às condições edafoclimática dessa região.

Devido sua aceitação no mercado local e regional, seu cultivo, expandiu-se, extraordinariamente, ao ponto dessa região ser considerada um dos mais importantes pólos de produção do grão no país, tornando-se referência no cultivo desta leguminosa. No Gráfico 1 são observados dados do IBGE (2020a), que demonstram a evolução da produção, assim como, da área destinada ao plantio do feijão, destacando-se um crescimento considerável de produção, em anos anteriores, porém, a partir de 2006, observa-se uma tendência à redução desses dois parâmetros.

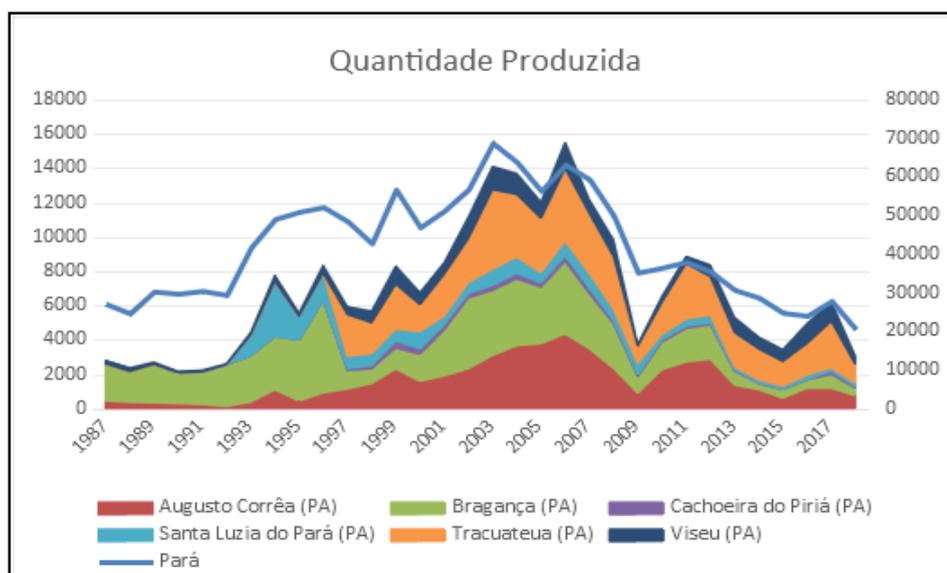


Gráfico 1: Produção anual de feijão-caupi (Kg) nos municípios da Região Imediata de Bragança e do estado do Pará, de 1987 a 2018. Fonte: IBGE (2020).

A quantidade de feijão produzida na Região Imediata de Bragança, influenciou diretamente na quantidade total produzida no estado do Pará, percebendo-se na sua evolução, tendências a aumentar ou diminuir a produção estadual do grão, variando de acordo com a produção desses municípios.

É importante ressaltar que esses números representam a produção que é apenas comercializada, ou, ao menos registrada. E, como os órgãos oficiais regionais não tem total controle da quantidade produzida local, é possível que haja uma produção maior, já que parte

do que é produzido, é destinada ao autoconsumo pelas próprias famílias, ou, utilizada para trocas em relações de reciprocidade, conforme relatado por Angelo et al. (2016). Portanto, o feijão-caupi é um produto importante para as famílias da região, pois, atua diretamente na segurança alimentar, na cultural, e na sócioeconomia local.

O Gráfico 2 mostra que, tanto para produção total de grãos, como para área plantada, o ano de 2006 foi o que apresentou os maiores valores. Desde então, observa-se que ocorreu uma redução drástica na área plantada com a cultura na região, o que estimulou o restante do estado a diminuir a quantidade total de terra dedicada ao cultivo do feijão-caupi, e, conseqüentemente, reduzindo a quantidade produzida.

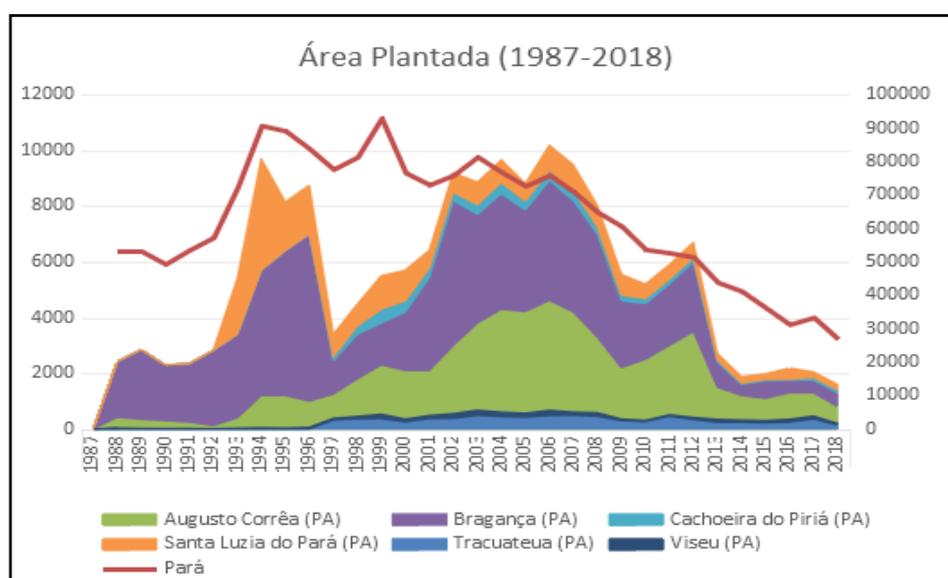


Gráfico 02. Área plantada com feijão-caupi (em ha) nos municípios da Região Imediata de Bragança e do estado do Pará entre 1987 e 2018. Fonte: IBGE (2020).

Moreira et al. (2017), afirma que essa redução na área plantada está correlacionada com a redução no preço da saca, que começou a reduzir conforme o estado do Pará começou a importar o grão de estados do Nordeste, que apresentam safra antecipada em relação aos municípios em questão.

A produtividade nos municípios assim como no estado do Pará, se manteve, praticamente, estável, ao longo dos anos, apresentando um leve acréscimo em 2017 como demonstrado no Gráfico 3. Cabe ressaltar que o município de Santa Luzia foi emancipado em 1992, enquanto Tracuateua e Cachoeira do Piriá, foram emancipados em 1996, portanto, as contagens para anos anteriores não existem para esses municípios.

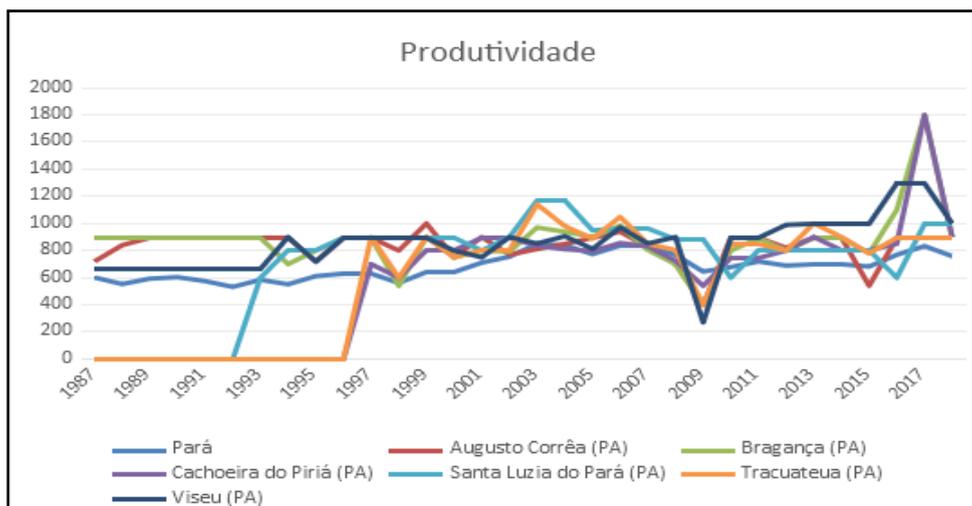


Gráfico 03. Produtividade do feijão-caupi (kg/ha) nos municípios da Região Imediata de Bragança e do estado do Pará, de 1987 a 2018. Fonte: IBGE (2020).

Os entrevistados relataram que em tempos passados a produção local era suficiente para suprir a demanda local, devido à quantidade de área plantada. Segundo o agricultor Antônio Nailton:

Na época que se produzia muito feijão da colônia nessa região (bragantina), era comum nos meses de plantio, ver na beira das estradas, todos os terrenos com imensos plantios de feijão, sendo uma prática normal, cada produtor mantinha parte da sua safra para a alimentação durante o ano, não necessitando trazer de outros estados, porque a “gente” produzia o suficiente.

Cada produtor tinha sua forma de armazenar e conservar os grãos, desde cinza e pimenta-do-reino, até produtos sintéticos que eram utilizados na conservação das sementes para o ano seguinte. E como forma de armazenamento, variava entre sacas de plástico e camburões metálicos.

Os agricultores, naquela época, utilizavam pouco serviços mecanizados, demandando grande mão-de-obra para a colheita, que podia ser realizada por meio de diárias, ou, na “meia”, que se baseava em dividir meio a meio o produto final negociado entre o produtor e o funcionário contratado. Schneider; Niederle (2008) relatam que essa prática é uma forma de relação que ocorre dentro da Economia Solidaria, onde as relações de trabalho ultrapassam o contexto familiar e econômico, onde a reciprocidade é um fator de muita importância e ocorre espontaneamente.

Sistemas de cultivo do feijão-caupi sob o olhar dos agricultores

Segundo os agricultores pesquisados, o plantio do feijão-caupi é iniciado no mês de maio, uma vez que é a época em que começa a reduzir a incidência de chuvas na região, e a cultura do feijão-caupi precisa que suas vagens sejam maturadas em um período mais seco, para que os grãos não percam qualidade e possam ser armazenados e consumidos. Mas, com o desenvolvimento de cultivares mais precoces, tem influenciado plantios cada vez mais tardio, retardado para os meses de junho e julho.

A respeito do ciclo de cultivo, o agricultor Valmir da Fonseca relata:

A colheita, começa no mês de agosto, e depende da variedade cultivada, o ciclo pode ser mais longo chegando a acabar lá para outubro. É normal que a colheita seja feita de duas a três partes, chamadas “panhas”. A primeira “panha” é a mais importante, onde se colhe mais da metade do feijão, e da segunda em diante, é menor a quantidade. Isso é “pra” aproveitar bem o feijão que não “madura” (amadurece) igual.

Muitos produtores se unem através de associações, cooperativas e sindicatos rurais para solicitar um implemento agrícola junto aos órgãos municipais, entretanto, as secretarias responsáveis não possuem maquinário suficiente para atender toda a demanda da população agrícola.

O feijão-caupi é classificado pelos agricultores em três grupos: Branco, Vermelho e Sempre-verde. Cada grupo engloba uma diversidade de variedades tradicionais ou melhoradas, sendo as mais conhecidas: Vinagrinho, folha de seda, manteiguinha, quebra cadeira, coquinho. O sempre-verde não é um grupo muito comum para a comercialização, seu cultivo é voltado quase exclusivamente para o autoconsumo das famílias.

As variedades mais tradicionais e apreciadas pela população local são de feijão vermelho e branco, sendo o branco o mais cultivado e o vermelho o mais importado atualmente. Esse fato se deve às variedades brancas terem maior produtividade, conforme explicado por Freire-Filho (2009).

A maioria dos problemas citados pelos entrevistados poderiam ser resolvidos por técnicas simples de manejo de solo, tais como, rotação de cultura, cobertura morta, cultivo mínimo, como já vem sendo feito em outros estados, há décadas. Mas, lhes faltam conhecimentos técnicos a respeito dessas práticas conservacionistas.

A importância econômica do feijão-caupi foi sendo cada vez mais relegada com a crescente expansão do açaí, que está se tornando a principal fonte de renda na região. Antes limitado pelo período de safra/entressafra, no caso do nativo, o açaí passou a ser cultivado em

terra firme sob regime de adubação e irrigação, alterando seu ciclo fenológico e permitindo sua produção durante quase todos os meses do ano.

Dada as tais circunstâncias, a grande maioria dos agricultores prefere investir no açaí e comprar o feijão do seu consumo, perdendo sua autonomia e descuidando-se da sua segurança alimentar. Cada vez menos agricultores cultivam o caupi, e ao mesmo tempo, cada vez mais agricultores estão comprando feijão nos supermercados, se tornando dependentes de um mercado convencional e perdendo a sua autonomia.

Para Van der Ploeg (2008), essa autonomia tende a se elevar conforme os sistemas de produção se distanciam dos mercados, em uma lógica de “recampesinação”, assim reduzindo os custos financeiros e reestruturando os processos de produção para formas mais resistentes e resilientes.

Problemáticas nas políticas públicas de ATER

A política de Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER) atualmente não supre as necessidades dos agricultores uma vez que, os órgãos competentes não disponibilizam de profissionais e recursos para a assistência dos agricultores. A atuação do poder público municipal em relação a produção de feijão se restringe a liberação do maquinário para o preparo inicial do solo, não havendo acompanhamento da produção, colheita, armazenamento e comercialização (RABANAL; ALMEIDA, 2018).

A secretaria de agricultura do município de Santa Luzia do Pará o qual é pertencente a Região Imediata de Bragança, afirma não possuir equipamentos, profissionais e recursos financeiros para atender as necessidades dos agricultores. A Empresa de Assistência e Extensão Rural (EMATER) encontra-se na mesma situação, não restando aos agricultores muitas opções.

Para Moreira et al. (2017), a falta de políticas públicas está causando essa redução na produção do feijão-caupi, uma vez que os produtores se sentem desamparados, em meio à concorrência com produtores de outros estados, que possuem áreas de terra maiores e melhor acesso à tecnologias e crédito rural.

Rebello; Santos; Homma (2011) afirmam que o nível tecnológico da região ainda é baixo, dificultando a evolução da agricultura no sentido de torná-la autossuficiente, quanto mais à nível de competir com a agricultura tecnificada dos outros estados do Brasil. Quando se trata da agricultura familiar, esse nível de tecnologia é mais baixo a ponto, de ainda, serem empregadas técnicas rudimentares na produção agrícola em lotes familiares.

Dessa forma, devido à ausência de políticas públicas e a ineficiência dos órgãos oficiais para o atendimento das comunidades rurais, fica apenas à cargo das organizações sociais, a responsabilidade de estimular os atores sociais do campo a formar parcerias para alavancar a produção do feijão, parcerias estas que se dão através de relações de interdependência entre os agricultores e essas organizações. Assim como exposto na fala do presidente da Cooperativa Mista dos Agricultores e Agricultoras Entre os Rios Caeté e Gurupi (COOMAR), Antônio Vrancineis da Silva Reis:

Os agricultores têm dificuldade em manter a sua produção, os órgãos que deveriam dar assistência não têm condições sequer de se manter, quanto mais de auxiliar os nossos sócios. Fica ruim para o agricultor, fica ruim para a cooperativa e fica ruim para o município. As pessoas acabam precisando comprar aquilo que poderiam produzir.

Um grupo que recentemente vem se destacando na região nesse âmbito, são os Guardiões da Socioagrobiodiversidade, grupo esse que trabalha visando o resgate e manutenção de sementes tradicionais e crioulas que vinham aos poucos sendo esquecidas e trocadas por variedades comerciais híbridas. O que esse grupo vem fazendo é uma tentativa de resgatar a tradição cultural e a soberania alimentar da agricultura familiar, produzindo o seu próprio alimento com qualidade e em quantidade adequada, não necessitando, assim, de comprar o feijão e mantendo a sua autonomia alimentar e financeira.

Para Dalmora et al. (2018), grupos de guardiões são importantes para o resgate de sementes crioulas e práticas tradicionais que estimulam a produção sustentável e a autonomia dentro dos sistemas, promovendo a diversidade em um contexto sócio-produtivo.

Mesmo assim, ainda, existem limitações que não podem ser rompidas apenas com a união dos agricultores e as organizações sociais. Cabe então às instituições públicas de pesquisa e assistência técnica desenvolverem e difundir formas de otimizar a produção agrícola tradicional visando a preservação dos valores e a modernização das técnicas de agrícolas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Anos atrás o feijão-caupi teve seu destaque como produto da agricultura familiar na Região Imediata de Bragança, com grandes expansões de terra voltadas para grandes áreas de plantio, chegando a exportar para outros estados brasileiros. Entretanto, devido a um conjunto de fatores, tal produção veio diminuindo nos últimos anos consideravelmente, causando certa preocupação à soberania alimentar da população futura.

A aplicação de técnicas tradicionais de cultivo atualmente não é suficiente, e as políticas públicas não são eficazes, para reestabelecer a produção do grão. Falta de interesse do setor público e de tecnologias acessíveis são as principais problemáticas observadas acerca dos obstáculos da produção do feijão-caupi.

Assim, restando às organizações sociais o trabalho de estimular os agricultores para que não abandonem a sua autonomia na produção de um dos principais componentes da alimentação local que é o feijão-caupi. Perante o exposto, fica evidenciado a necessidade de intervenção de instituições de pesquisa em busca de uma forma a otimizar a produção regional de feijão-caupi, visando desenvolver técnicas sustentáveis, simples e de baixo custo para o produtor.

REFERÊNCIAS

- AMOROZO, M. C. M.; VIERTLER, R. B. A abordagem qualitativa na coleta e análise de dados em etnobiologia e etnoecologia. In: **Métodos e técnicas na pesquisa etnobiológica e etnoecológica**, v. 1, p. 65-83, 2010.
- ANGELO, K. B.; SOUSA, R. C.; QUEIROZ, L. G. N.; LUZ, F. A. O.; NASCIMENTO, J. T. Populações Tradicionais: A Identidade de um Território Chamado Tipitinga. In: **Anais do IX Seminário Internacional de Desenvolvimento Rural Sustentável, Cooperativismo e Economia Solidária**, Castanhal - PA, 2016.
- CRAVO, M. S.; VIÉGAS, I. J. M.; BRASIL, E. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Pará**. Belém-PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. 262p.
- CORDEIRO, I. M. C. C.; ARBAGE, M. J. C.; SCHWARTZ, G. Nordeste do Pará: configuração atual e aspectos identitários. In: **Nordeste Paraense: panorama geral e uso sustentável das florestas secundárias**. Embrapa Amazônia Oriental, 2017.
- DALMORA, E.; CURADO, F. F.; SANTOS, A. S.; TAVARES, E. D. Diagnóstico participativo dos guardiões de sementes crioulas de Sergipe: intercâmbios, multiplicação e trocas de sementes e saberes. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1, 2018., 2018.
- FREIRE FILHO, F. R.; CRAVO, M. S.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. M.; CASTELO, E. O.; BRANDÃO, E. S.; BELMINO, C. S.; MELO, M. I. S. BRS Milênio e BRS Urubuquara: cultivares de feijão-caupi para a região Bragantina do Pará. **Revista Ceres**, v. 56, n. 6, p. 749-752, 2009.
- HOMMA, A. K. O. Amazônia: os avanços e os desafios da pesquisa agrícola. **Parcerias Estratégicas**, v. 18, n. 36, p. 33-54, 2015.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Produção Agrícola Municipal 2018**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pequisa/pan/tabelas>. Acesso em: 17/03/2020. (a)
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Geociências: divisão territorial brasileira 2017**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/divisao-regional.html>. Acesso em: 17/03/2020. (b)
- MIRANDA, E. M; FREITAS, D. A compreensão dos professores sobre as interações CTS evidenciadas pelo questionário VOSTS e entrevista. **Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia**, v. 1, n. 3, p. 79-99, 2008.
- MOREIRA, W. K. O.; OLIVEIRA, S. S.; ALVES, J. D. N.; RIBEIRO, R. A. R.; OLIVEIRA, I. A.; SOUSA, L. A. S. Evolução da produtividade do feijão-caupi para os principais produtores do nordeste paraense no período de 2000 a 2014. **Nucleus**, v. 14, n. 1, p. 341-350, 2017.
- RABANAL, Jorge Henrique et al. Dinâmicas da política de ATER nos marcos do cenário político no ano 2016 em Sergipe. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1, 2018.

REBELLO, F. K.; SANTOS, M. A. S.; HOMMA, A. K. O. Modernização da agricultura nos municípios do nordeste paraense: determinantes e hierarquização no ano de 2006. **Revista de Economia e Agronegócio-REA**, v. 9, n. 2, 2011.

SCHNEIDER, S.; NIEDERLE, P. A. Agricultura Familiar e Teoria Social: A diversidade das formas familiares na agricultura. In: **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade agronegócio e recursos naturais**. Planaltina-DF. Embrapa Cerrados, p 989-1014, 2008.

SOUZA, P. J. O. P.; FERREIRA, D. P.; SOUSA, D. P.; NUNES, H. G. G. C.; BARBOSA, A. V. C. Trocas Gasosas do Feijao-Caupi Cultivado no Nordeste Paraense em Resposta à Deficiência Hídrica Forçada Durante a Fase Reprodutiva. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 35, n. 1, 13 22, 2020.

VAN DER PLOEG, J. D. **Camponeses e impérios alimentares: lutas por autonomia e sustentabilidade na era da globalização**. Tradução Rita Pereira. Porto Alegre - RS. Editora da UFRGS, 2008.

CAPÍTULO III

DESEMPENHO DO FEIJÃO-CAUPI INOCULADO COM FUNGO MICORRÍZICO ARBUSCULAR NATIVO CULTIVADO COM ADUBAÇÃO ORGÂNICA

Resumo: Estudos diversos sobre feijão-caupi (*Vigna unguiculata*, (L.) Walp) associado com fungos micorrízicos arbusculares (FMA) vêm sendo realizados desde a década de 1970, evidenciando que esta cultura é altamente dependente da simbiose com estes fungos para otimizar sua nutrição. Entretanto, na Região Amazônica, estudos com FMA nativos e suas relações com plantas cultivadas, ainda, são incipientes, considerando a importância do seu conhecimento para a conservação ambiental, desenvolvimento regional e da Amazônia. Visando contribuir ao tema relatado foi realizado este trabalho com o objetivo de avaliar o desempenho do feijão-caupi submetido à inoculação com FMA nativo e à adubação orgânica, assim como, analisar o potencial desta cultura e da gramínea *Brachiaria brizantha*, cv. Marandu, na produção de esporos de FMA nativos para uso como inoculante micorrízico. O experimento foi realizado no ano de 2019 e conduzido em casa de vegetação no campo agropecuário do Campus Castanhal do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA), em Castanhal, Pará, em duas fases: na primeira, usando os esporos de FMA nativos isolados do solo rizosférico de um agroecossistema tradicional do município de Santa Luzia do Pará, ocorreu a produção dos inoculantes de FMA nativos por meio do estabelecimento de culturas-armadilhas com plântulas do feijão-caupi, variedade Sempre Verde, e da gramínea *Brachiaria brizantha*, cv. Marandu, aplicando-se a metodologia de cultura monospórica. Nos resultados, se constatou no solo-inóculo da gramínea *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, superioridade significativa na produção de esporos (150,77 esporos/100g de solo), destacando-se, em relação a do feijão-caupi (104,30 esporos/100g de solo), o que refletiu eficiência acima de 30% em número de esporos, demonstrando ser esta gramínea mais adequada para uso como cultura armadilha na produção de inoculantes de FMA nativos, nesta região. Na sequência, com o inoculante produzido e considerado adequado foi instalada a segunda fase experimental, com vista a avaliar sua infectividade na inoculação do feijão-caupi submetido à adubação orgânica. Nos resultados de desempenho do caupi, em função da inoculação micorrízica, adubação orgânica e variedade de feijão, se constatou efeito significativo isolado nos parâmetros de crescimento da planta: número de folhas, altura de plantas e massa seca total. O uso da adubação orgânica influenciou, com superioridade significativa, os parâmetros número de folhas, altura de plantas e massa seca total, enquanto o inoculante micorrízico, somente o parâmetro massa seca total, e, por sua vez, variedade de caupi, influenciou, significativamente, número de folhas e altura de plantas, destacando-se com superioridade, as variedades Sempre-Verde e Nova Era, respectivamente. A adubação orgânica e variedade de feijão-caupi, influenciou variações significativas na infecção radicular por FMA nativo, destacando-se as variedades: Potengi, na presença da adubação, com maior taxa de colonização de 34,44% (classificação média); e, a Nova-Era, com taxa de 30% (classificação média). O inoculante micorrízico com fungos nativos, produzido no presente estudo, é considerado infectivo, validando assim os outros parâmetros avaliados.

Palavras-Chave: Adubo orgânico. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Cultura-armadilha. Inoculante micorrízico.

PERFORMANCE OF COWPEA INOCULATED WITH NATIVE ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGUS CULTIVATED WITH ORGANIC FERTILIZATION

Abstract: Several studies on cowpea (*Vigna unguiculata*, (L.) Walp) associated with arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) have been carried out since the 1970, evidencing that this culture is highly dependent on symbiosis with these fungi to optimize their nutrition. However, in the Amazon Region, studies with native AMF and their relations with cultivated plants are still incipient, considering the importance of their knowledge for environmental conservation, regional development and the Amazon. In order to contribute to the reported theme, this work was carried out with the objective of evaluating the performance of cowpea submitted to inoculation with native AMF and organic fertilization, as well as to analyze the potential of this crop and *brachiaria brizantha* grass, cv. Marandu, in the production of native AMF spores for use as mycorrhizal inoculant. The experiment was carried out in 2019 and conducted in a greenhouse in the agricultural field of the Castanhal Campus of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Pará (IFPA), in Castanhal, Pará, in two phases: in the first, using the native AMF spores isolated from the rhizomepheric soil of a traditional agroecosystem of the municipality of Santa Luzia do Pará, the production of native AMF inoculants occurred through the establishment of trap crops with cowpea seedlings, variety Always Green, and the grass *Brachiaria brizantha*, cv. marandu, applying the monosporic culture methodology. In the results, *brachiaria brizantha* cv grass was found in the soil-inoculum. Marandu, significant superiority in the production of spores (150.77 spores/100g of soil), especially in relation to cowpea (104.30 spores/100g of soil), which reflected efficiency above 30% in number of spores, demonstrating that this grass is more suitable for use as a trap crop in the production of native AMF inoculants in this region. Next, with the inoculant produced and considered adequate, the second experimental phase was installed, in order to evaluate its infectivity in the inoculation of cowpea submitted to organic fertilization. In the results of cowpea performance, due to mycorrhizal inoculation, organic fertilization and bean variety, a significant effect isolated on plant growth parameters was found: number of leaves, plant height and total dry mass. The use of organic fertilization influenced, with significant superiority, the parameters number of leaves, plant height and total dry mass, while the inoculant mycorrhizal, only the total dry mass parameter, and, in turn, cowpea variety, significantly influenced the number of leaves and height of plants, especially the varieties Sempre-Verde and Nova Era, respectively. The organic fertilization and cowpea variety influenced significant variations in root infection by native AMF, especially the following varieties: Potengi, in the presence of fertilization, with a higher colonization rate of 34.44% (mean classification); and, the New Era, with a rate of 30% (average rating). The mycorrhizal inoculant with native fungi, produced in the present study, is considered infective, thus validating the other parameters evaluated.

Key-Word: Organic fertilizer. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Trap cultures. Mycorrhizal Inoculant.

1. INTRODUÇÃO

O cultivo do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) na Região Imediata de Bragança vem sendo realizado, principalmente, por agricultores familiares sob sistemas de consórcios com a mandioca e outras culturas regionais, e em menor número por médios agricultores em monocultivos (SOUSA, 2016).

Destaca-se nesse contexto que, tanto as áreas cultivadas por agricultores familiares quanto às por médios agricultores, são áreas já cultivadas constantemente ao longo do tempo e sem o emprego de práticas conservacionistas. Ocasionalmente solos extremamente degradados, com baixa qualidade física, química, biológica e com nível crítico de matéria orgânica, o que vem refletindo às baixas produtividades alcançadas nos últimos anos (ANGELO, 2016).

Diante desse contexto, surge a necessidade de desenvolver tecnologias apropriadas visando a recuperação dessas áreas, o aumento da produtividade das culturas na região, assim como, à conservação ambiental. Neste sentido pesquisas sobre o feijão-caupi e suas tecnologias de produção ainda são incipientes na região.

No entanto, sabe-se que é uma planta leguminosa e que, uma vez adaptada às condições edafoclimáticas da região, se beneficia de simbioses com microrganismos nativos do solo, como por exemplo, o de rizóbio-leguminosas que, capturam o nitrogênio atmosférico por meio de processo biológico e transforma-o em nutriente assimilável para o seu desenvolvimento, atribuindo-se à Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN).

Assim como a associação entre fungos micorrízicos arbusculares e leguminosas (FMA-leguminosas), que também favorece o feijão-caupi, por meio das hifas fúngicas que se comportam como extensões da raiz, capturando do solo nutrientes pouco móveis, como o Fósforo, por exemplo (OLIVEIRA JÚNIOR, 2014).

Estudos diversos com feijão-caupi e FMA, realizados desde a década de 1970, têm comprovado que a cultura é dependente destes fungos. Esses trabalhos demonstraram que a inoculação proporciona vários benefícios para as plantas de feijão-caupi tais como: melhor exploração do solo pelas hifas externas à raiz, maior absorção de nutrientes, principalmente Fósforo, e maior e melhor crescimento devido à melhor nutrição (PONTES, 2013).

Os FMA são organismos biotróficos e que conseguem interagir com o seu hospedeiro através de associação mútua, o que para a planta é muito importante pois, a ajuda na captura de nutrientes para o seu desenvolvimento e em troca dá ao fungo subvenções para a sua sobrevivência e ainda, podem ser estimulados por várias práticas inerentes ao solo como a adubação orgânica.

A utilização de adubos orgânicos beneficia a porção física do solo como, o aumento da porosidade, maior aeração e retenção de água, facilitando o crescimento das plantas (TEJADA et al., 2016), na porção química, melhora a fertilidade do solo e na porção biológica, aumenta a população e diversidade dos microrganismos que nele estão presentes (MARROCOS, 2012). Considerando todos os efeitos negativos do uso prolongado de fertilizantes químicos, a agricultura biológica surgiu como uma alternativa em termos de procura crescente por alimentos saudáveis, sustentabilidade a longo prazo e preocupações com a poluição (REDDY, 2013).

É cada dia mais evidente a importância que a natureza e os microrganismos têm em suas relações com o homem. Quando a agricultura tem a necessidade de adotar medidas conservacionistas os microrganismos utilizados como inoculantes biológicos tem papel fundamental, o desenvolvimento e uso destes se contempla como uma alternativa para a substituição parcial ou total dos fertilizantes minerais (CABRERA et al., 2012).

Em geral a agricultura pode ser beneficiada pelo uso de microrganismos nativos na forma de inoculantes para diversas culturas, por se adaptarem a diversas situações edáficas e contribuírem de forma positiva com o meio ambiente, endossando a sustentabilidade nos meios de produção agrícola, principalmente os praticados pela agricultura familiar.

Se faz necessário planejar sistemas agroalimentares mais sustentáveis, os quais devem equilibrar a produção de alimentos com a conservação dos recursos naturais, juntamente com a ampliação da inclusão social, segurança alimentar e autonomia dos agricultores (PRATES-JÚNIOR, 2014).

Este trabalho teve por objetivo avaliar o potencial do feijão-caupi, cultivar Sempre-Verde, como cultura armadilha para a captura de FMA nativos, relacionando-o com a gramínea *Brachiaria brizantha*, cv. Marandu, e de analisar o desempenho do feijão em relação a presença ou ausência de fungos micorrízicos, com e sem adubo orgânico, em três variedades de feijão-caupi, verde, vermelho e branco.

2.METODOLOGIA

Natureza da pesquisa

A abordagem desta pesquisa foi de caráter quantitativo, contando com aplicação de técnicas laboratoriais e dados numéricos.

Localização e caracterização do espaço da pesquisa

O experimento foi desenvolvido no ano de 2019 e instalado em casa de vegetação sob as coordenadas geográficas, à 01° 18' 16.8" LS e 047° 56' 54.9" LW, localizada no campo agropecuário do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA) Campus Castanhal, situado às margens da BR-316 km 61 (Figura 1).

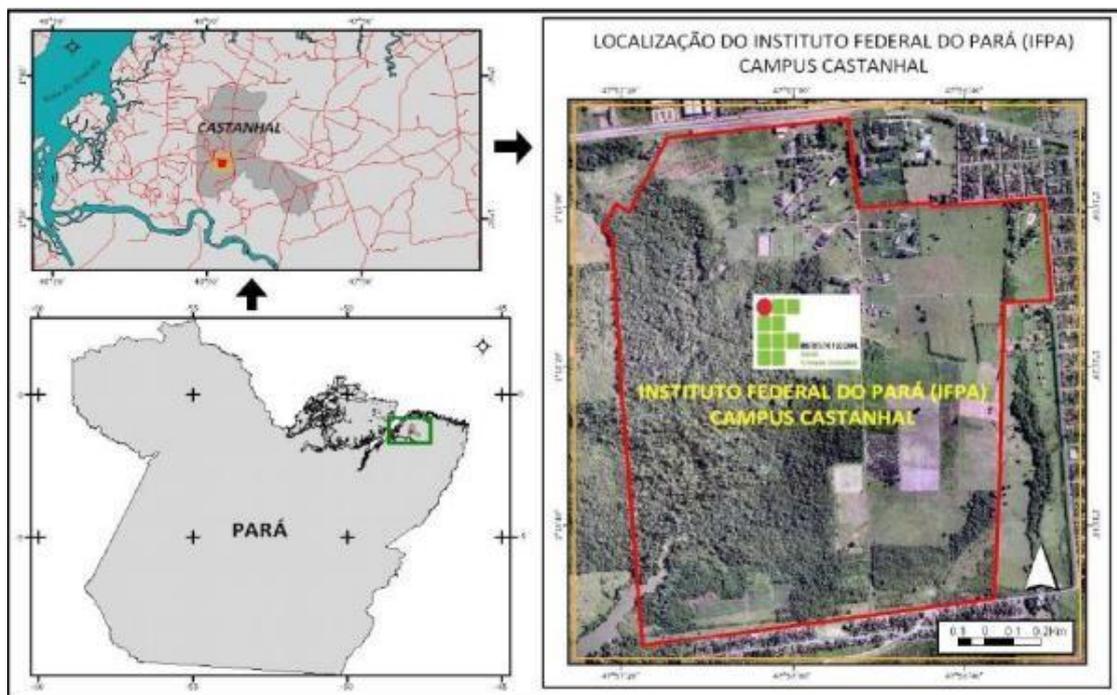


Figura 1: Mapa de localização do IFPA Campus Castanhal, Pará. Fonte: SOUTO, 2010.

O clima segundo a classificação de Köppen é do subtipo Af que pertence ao clima tropical, quente e úmido, com precipitação média anual variando entre 2.500 a 3.000 mm, temperatura média anual de 26°C, e máxima de 35°C e mínima de 18°C (VALENTE et al., 2001), umidade relativa do ar variando entre 80% a 85% que é em razão da alta evapotranspiração existente na área.

O solo da área do campo agropecuário do Campus Castanhal é classificado como Latossolo Amarelo distrófico típico, de textura franco-arenosa (FERREIRA, 2011), o qual

apresentou as seguintes características químicas, determinadas por meio de análises químicas do solo, conforme a Tabela 1:

Tabela 1: Resultado da análise química do solo natural do campo agropecuário do IFPA-Campus Castanhal, Pará.

Solo/ Profundidade	pH (em H ₂ O)	CO g kg ⁻¹	P mg dm ⁻³	K -----	Ca cmol _c dm ⁻³ -----	Mg	Al	CTC	V
0,0-0,20 m	4,8	9,28	9,0	0,13	0,9	0,3	0,9	5,33	25,0

P: Fósforo (Mehlich); CO: Carbono Orgânico; CTC à pH 7: Capacidade de Troca de Cátions; V: Saturação por Bases.

Produção de inoculante de fungo micorrízico arbuscular (FMA) nativo

A produção de inoculante de FMA nativo, foi realizado por meio do estabelecimento de culturas-armadilhas, em casa de vegetação, aplicando-se a metodologia da cultura monospórica (SAGGIN-JÚNIOR, 2011).

Para plantas armadilhas foram utilizadas as sementes de feijão-caupi, cv. Sempre-Verde, e a gramínea *Brachiaria brizantha*, cv. Marandu. As sementes das duas espécies foram pré-germinadas em sementeiras (Figura 2, a e b), até ao desenvolvimento adequado do sistema radicular para serem inoculadas.

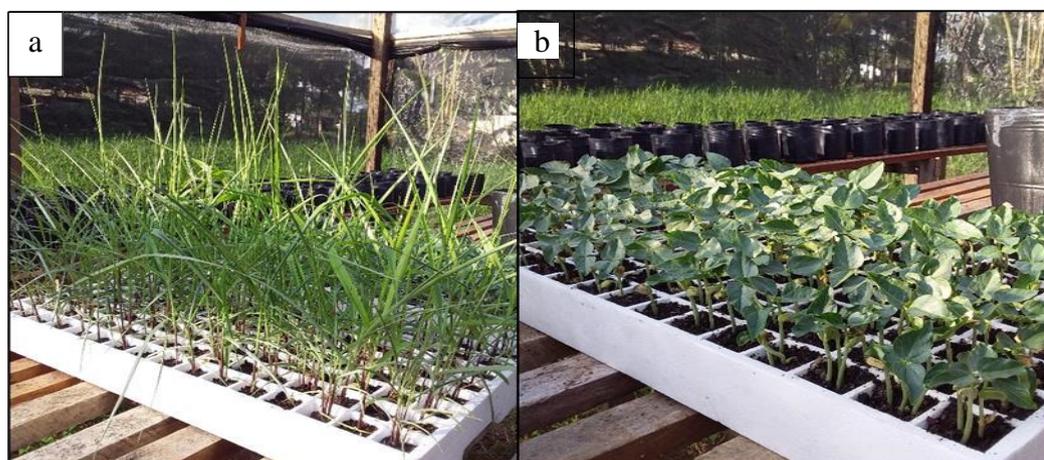


Figura 2. Plantas armadilhas em sementeira para uso em cultura monospórica: (a) Plântulas de *Brachiaria brizantha*, cv Marandu; e (b) Plântulas de feijão-caupi, cv Sempre-Verde. Fonte: A autora.

O solo para utilização na composição do substrato para o cultivo das plantas armadilhas foi coletado, antecipadamente, à profundidade de 0,20 m, em área sob pousio há três anos, no campo agropecuário do Campus Castanhal do IFPA. No solo coletado foi realizado, em seguida, a sua caracterização química, no Laboratório de Análises Química de Solo do IFPA-Campus Castanhal, cujos resultados encontram-se dispostos na Tabela 1.

Posteriormente, esse solo foi esterilizado em autoclave vertical, à temperatura de 121C°, por 2h e duas vezes. Após a autoclavagem e resfriamento do solo, ocorreu o enchimento de 50 vasos plásticos com dimensões de 12x15cm (Figura 3).



Figura 3: Disposição dos vasos na casa de vegetação usados no cultivo das plantas armadilhas com solo autoclavado. Fonte: A autora.

Cabe ressaltar que, no estabelecimento da cultura monospórica por meio de plantas armadilhas no presente estudo, utilizou-se esporos de FMA nativos, provenientes de solo rizosférico coletado de um agroecossistema tradicional de agricultores familiares, antecipadamente para captura e seleção de esporos visando a inoculação. O referido agroecossistema tradicional vem sendo cultivado com mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz.), consorciado com feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), por vários anos nesse sistema. A propriedade encontra-se localizada na Comunidade São Francisco, município de Santa Luzia do Pará, sob as coordenadas geográficas à 01° 28'44,8" LS e 46° 55' 43,4" LW.

Para a extração dos esporos do solo rizosférico coletado, foram pesadas amostras de 50g de solo para extrair os esporos por peneiramento via úmida, corroborando com Gerdemann; Nicolson (1963) e centrifugação em gradiente de densidade, utilizando-se água e sacarose a 50% (JENKIS, 1964). Após, foi retirado 20mL de cada amostra e colocado em placa de Petri

para observação das características morfológicas em microscópio estereoscópio, sendo que, os que tiveram semelhança entre si foram acondicionados em local apropriado, com auxílio de um pipetador automático, para o estabelecimento da cultura monospórica.

No processo da inoculação das plântulas, inicialmente, os esporos foram colocados, individualmente, em pedaços de papel filtro, com aproximadamente 1 cm², e em seguida, estes foram transferidos para as raízes das plântulas armadilhas (Figura 4 , a e b), as quais, após a inoculação, foram plantadas nos vasos com o solo estéril, seguindo seu desenvolvimento por três meses. Nesse período, as plantas foram conduzidas com os tratos culturais, como a irrigação permanente do solo dos vasos visando a manutenção da umidade na capacidade de campo, bem como manter as plantas livres de pragas e doenças durante esse período.



Figura 4: Raízes de *Brachiaria brizantha*, cv Marandu, sendo inoculadas com FMA (a) e (b). Fonte: A autora.

Após três meses do desenvolvimento das plantas armadilhas conduzidas nos vasos (Figura 5 a e b), a parte aérea das plantas foram cortadas no colo e suspensa a irrigação, sendo mantido apenas as raízes com o solo rizosférico, juntamente com os materiais fúngicos como hifas e esporos de FMA nativos como material inoculante, formando assim o do banco de inóculo básico (BIB).

De cada vaso de planta armadilha foi retirada uma parte do solo rizosférico, e em seguida levadas ao laboratório de solos do IFPA Campus Castanhal, replicando-se a metodologia de extração por via úmida e gradiente de densidade. Os esporos foram visualizados em microscópio estereoscópio para a mensuração da quantidade de esporos por 100 g de solo.

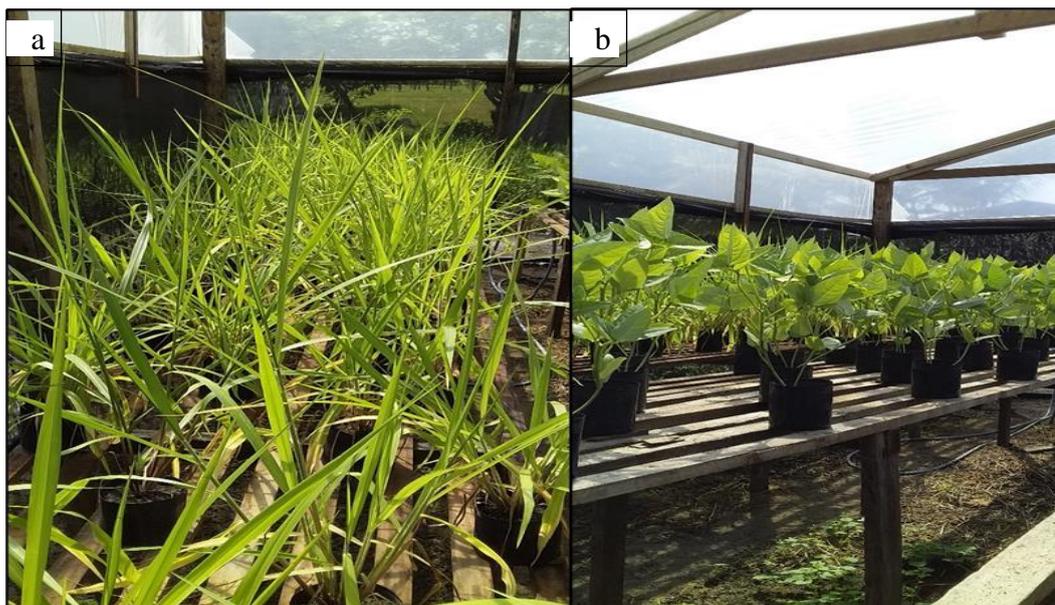


Figura 5. Plantas armadilhas em desenvolvimento conduzidas em casa de vegetação, após a inoculação com FMA: (a) *Brachiaria brizantha*, cv. Marandu; (b) feijão-caupi, cv Sempre-Verde. Fonte: A autora.

Após, foram feitas montagens de lâminas permanentes em PVLG (polivinil-lactoglicerol), sendo que em cada lâmina, um esporo fixado com álcool polivinil lactoglicerol e um esporo fixado com PVLG acrescido do reagente Melzer, como proposto por Gerdemann; Nicolson (1963), modificado por Sieverding, (1991). Esse segundo grupo de esporo com o Melzer, foi quebrado delicadamente sob lamínula para exposição e melhor visualização das paredes internas. As lâminas estruturadas serão enviadas ao laboratório especializado para identificação das espécies de FMA.

Os resultados obtidos foram submetidos ao Teste F para a comparação das variâncias e em seguida ao Teste T de comparação de médias com nível de significância de 5%, foi utilizado o software estatístico ASSISTAT 7.7 (SILVA; AZEVEDO, 2016).

Avaliação do inoculante e inoculação com FMA nativos no feijão-caupi

Preparação do substrato e plantio do feijão-caupi inoculados com FMA

Em função dos resultados das análises dos solos-inóculos ou inoculantes quanto à quantificação do número de esporos produzidos por meio das plantas armadilhas feijão-caupi, var. Sempre-Verde e *Braquiaria brizantha*, cv. Marandu, definiu-se para esta pesquisa o uso do solo-inóculo da planta armadilha *Braquiaria brizantha*, cv. Marandu como o inoculante de FMA nativos para ser inoculado no cultura do feijão-caupi, o que foi conduzido em casa de vegetação do IFPA-Campus Castanhal (Figura 6). O inoculante ou solo-inóculo de FMA,

contendo fragmentos de raízes colonizadas, micélio fúngico e esporos, foi obtido com antecedência por cultura monospórica.



Figura 6. Vasos com feijão-caupi em desenvolvimento. Fonte: A autora.

O substrato utilizado nos vasos foi composto por solo e adubo orgânico (vermicomposto), formando um volume de 2 dm^3 , no qual foi adicionado $0,05 \text{ dm}^3$ de adubo orgânico. O solo do substrato foi coletado no campo agropecuário do Campus Castanhal do IFPA, cuja caracterização química encontram-se dispostos na Tabela 1. O adubo orgânico utilizado no substrato foi produzido no Setor de Horticultura do Campus Castanhal do IFPA, por vermicompostagem, utilizando folhas de plantas e esterco bovino verde, cujos resultados da sua caracterização química, encontram-se inseridos na Tabela 2.

Tabela 2. Resultado da caracterização química do vermicomposto utilizado no substrato.

Análise Química	pH (H ₂ O)	MO	N	P	K	Ca	Mg	S
		g kg ⁻¹						
Vermicomposto	6,9	300	14,0	3,0	11,2	16,4	3,7	1,8

Após a mistura solo e adubo orgânico compondo o substrato, este foi esterilizado em autoclave a 121 °C, por 1h 30min, por duas vezes (MAGALHÃES; CARELLI, 1972).

A inoculação com solo-inóculo, no substrato, ocorreu no momento da semeadura do feijão-caupi, diretamente nos vasos, sendo este homogeneizado nos três primeiros centímetros de profundidade do substrato, compondo uma diluição de 1:10 (inoculante: substrato v/v).

Anteriormente ao semeio, as sementes das variedades de feijão-caupi estudadas foram desinfestadas superficialmente, em álcool 98,2%, por 30 segundos, e após, em solução em água destilada com hipoclorito de sódio a 2%, por 2 min. Em seguida, foram lavadas seis vezes com água para retirada de resíduos de hipoclorito de sódio, imersas em água por duas horas e, posteriormente, colocadas em copos descartáveis com algodão e com água, para iniciar o processo de germinação (SOARES et al., 2006).

O plantio das sementes pré-germinadas e desinfestadas ocorreu em vaso plástico de 2 dm³, contendo substratos de acordo com os tratamentos, em número de quatro sementes/vaso, cujos vasos foram dispostos e conduzidos em casa de vegetação, instalada no campo agropecuário do IFPA-Campus Castanhal.

A figura 7 abaixo demonstra o passo a passo da metodologia de avaliação do inoculante:

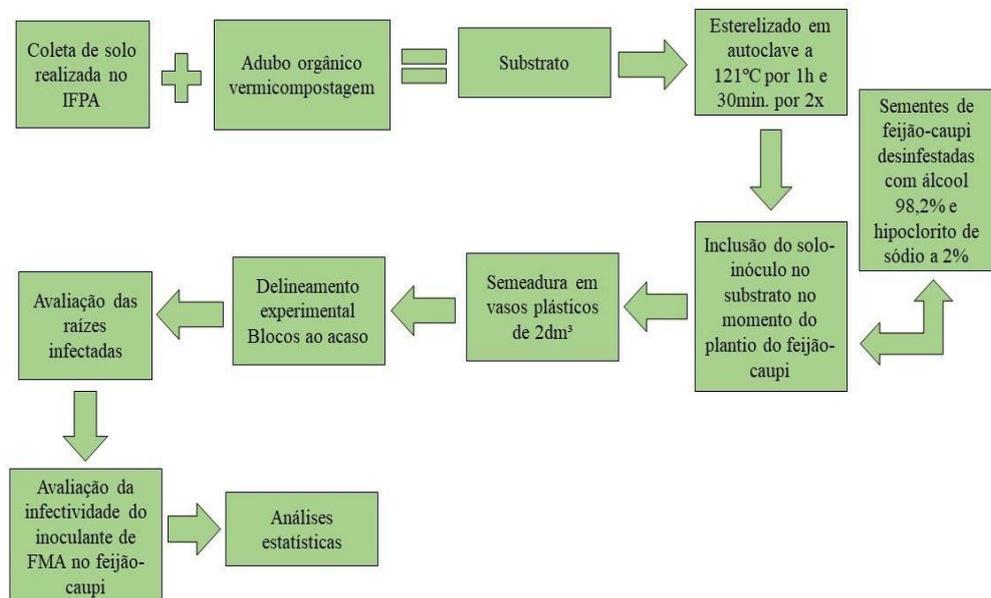


Figura 7: Esquema representando a metodologia de avaliação do inoculante contendo FMA.

Fonte: A autora.

Delineamento experimental e tratamentos

O experimento foi conduzido no delineamento em blocos ao acaso, no esquema fatorial 2 x 2 x 3, sendo desta forma o primeiro fator (2-substrato com adubo orgânico/substrato sem adubo orgânico); o segundo fator (2-substrato com inóculo micorrízico/substrato sem inóculo micorrízico); e, o terceiro fator (3 variedades de feijão-caupi: potengi/sempré-verde/nova-era); os quais foram conduzidos em três repetições, totalizando 36 parcelas experimentais.

Avaliações das raízes infectadas por FMA e parte aérea do feijão-caupi

Aos 22 dias após plantio (DAP), foram coletadas 0,5 g de raízes e 50g de solo rizosférico para realização das análises de infecção pelos fungos micorrízicos, para a colonização radicular foi utilizada raízes menores que 1,0 mm de diâmetro de plantas de feijão-caupi.

As raízes foram seccionadas em fragmentos de aproximadamente 1 cm, clarificadas com hidróxido de potássio (KOH) em banho-maria a 50°C, por 60 minutos, acidificadas com ácido clorídrico (HCl) e coradas com Azul de Tripán e logo após, colocadas em Lactoglicerol para retirar o excesso de corante, seguindo a metodologia proposta por Phillips; Hayman (1970). A porcentagem de colonização das raízes foi determinada pelo método de interseção em placas sob microscópio estereoscópico, conforme metodologia de Giovanetti; Mosse (1980), modificada por Miranda (2008).

Para a mensuração do acúmulo da massa seca total (MST), as plantas foram colocadas em sacos de papel e em estufa de ventilação forçada a uma temperatura de 65°C, por um período de 72 horas, ou, até a obtenção da massa seca constante. Após esse período, as plantas foram pesadas em balança analítica no Laboratório de Solos do IFPA Campus Castanhal, e obtidos os dados para analisar a interação do feijão-caupi sob os tratamentos estudados.

2.7. Avaliação da infectividade do inoculante de FMA nativos no feijão-caupi

A capacidade infectiva do inoculante de FMA nativos, produzidos por meio de cultura monospórica, foi avaliada experimentalmente, utilizando-se o feijão-caupi cultivado em vasos com solo substrato estéril inoculado com FMA, em casa de vegetação.

Os dados de infecção radicular do feijão-caupi por FMA foram obtidos da análise de colonização micorrízica foram classificados de acordo com Carneiro et al. (1998), Sieverding (1991), Hungria; Araújo (1994) e Miranda (2008): a colonização micorrízica é considerada

baixa quando menor de 20%; média, quando variando de 20 a 50%; e alta, quando acima de 50%.

Para o teste de infectividade do inoculante foi utilizada a metodologia segundo INVAM (2001), que é o método da porcentagem média de infecção (MIP) usando o feijão-caupi como hospedeiro.

2.8 Análises estatísticas

Os dados dos parâmetros avaliados foram submetidos à análise de variância considerando a significância pelo Teste F, e após foi aplicado o teste de médias (Tukey, $P < 0,05$), usando o software estatístico ASSISTAT7.7.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Produção de solo-inóculo via plantas armadilhas com feijão-caupi, cv. Sempre-Verde e *Brachiaria brizantha*, cv. Marandu

Os resultados obtidos na quantificação do número de esporos por 100 g de solo por planta armadilha estudada, mostraram diferença significativa entre médias dos tratamentos pelo teste T ($P < 0,05$), conforme (Gráfico 1). Na comparação das médias, denota-se que a gramínea *Brachiaria brizantha*, cv. Marandu, obteve um melhor desempenho como planta armadilha, considerada significativamente superior, com produção de 150,77 esporos/100 g de solo, em relação a do feijão-caupi, cv. Sempre-Verde, com produção de 104,3 esporos/100 g de solo.

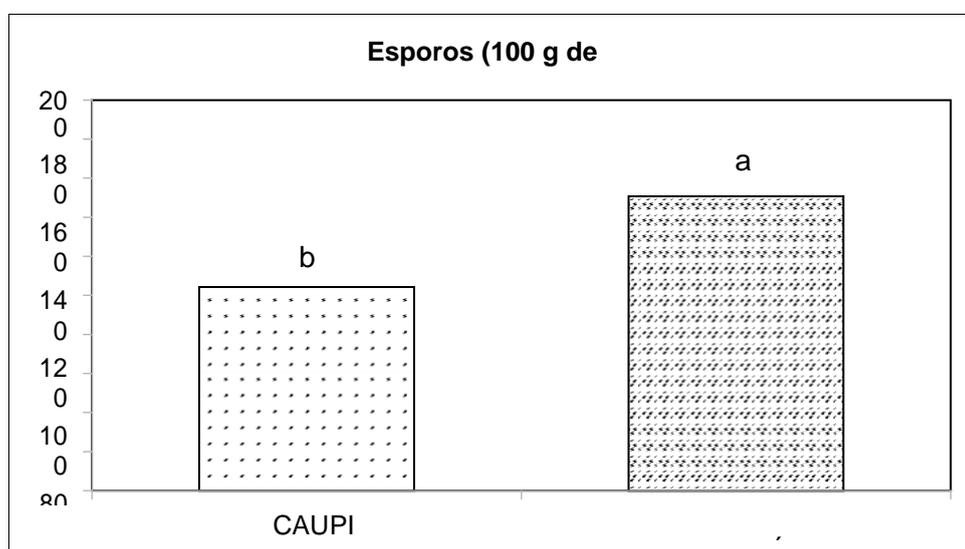


Gráfico 1: Média do número de esporos por 100g de solo nas culturas avaliadas. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste T, ao nível de 5%, de probabilidade.

Esses efeitos observados na produção de esporos de FMA com maior eficiência da gramínea braquiária em comparação à da leguminosa feijão-caupi, dentre outros fatores pode ser atribuído às diferenças anatômicas radiculares, pois as gramíneas possuem um sistema radicular bem desenvolvido e bem densas, com raízes finas que permitem uma absorção de água e nutrientes minerais mais eficientes, sendo propícias a otimização da relação entre a planta e o microrganismo simbiote (KRZYZANSKI et al., 2017). Ainda Krzyzanski (2016), acrescenta que as gramíneas possuem elevada eficiência fotossintética e uma grande produção de fotossintatos que provisionam as necessidades do fungo micorrízico.

Por sua vez, Silva; Mielniczuk (1997), também relatam que as gramíneas são plantas que possuem sistema radicular munido de alta densidade de raízes, que se renovam

periodicamente, características essas que favorecem a distribuição dos exsudados no solo e estimulam a formação de biomassa e a atuação dos microrganismos rizosféricos.

Propágulos de FMA recolhidos em campo podem ser multiplicados em vasos em associação com plantas micotróficas, em um processo conhecido como iscagem ou cultura armadilha. As culturas armadilhas podem ser usadas para estimar a distribuição das espécies de FMA e sua equitabilidade, e o uso de culturas armadilha sucessivas fornece visão mais ampla da diversidade de espécies em ambientes com alta proporção de FMA não esporulantes (STUTZ; MORTON, 1996).

Como notado neste trabalho, o feijão-caupi apresentou baixa interação com os fungos micorrízicos em comparação a brachiária, devido, possivelmente, haver uma especificidade entre espécies de fungos em relação as variedades do feijão. Bezerra et al. (2010) estudando sistemas de rotação de cultura com milho e feijão-caupi e diferentes níveis de irrigação com água salina, um maior número de esporos foi encontrado quando o feijão foi cultivado, havendo predominância de espécies de *Glomus*. As plantas de caupi também apresentaram altas taxas de colonização micorrízica.

Todavia, a literatura que trata dos efeitos da associação de FMA com plantas de feijão-caupi é bem restrita. Porém, alguns estudos já realizados têm mostrado certo grau de dependência micorrízica desta planta, bem como os efeitos positivos que esta simbiose pode proporcionar à planta do caupi (ALMEIDA et al. 1985; ROHYADI et al. 2004). Em contribuição ao tema anterior, também Howeler et al. (1987), demonstraram que o feijão-caupi é extremamente dependente de fungos micorrízicos.

Entretanto, resultados diferentes foram encontrados por Leal et al. (2009), quando a identificação de FMA por meio de cultura armadilha, demonstrou que plantas de sorgo *Sorghum sudanense* (L.) e caupi, são mais eficientes do que *Brachiaria decumbens* (Stapf) e *Neonoto niawightii* Am. (Lackey), como iscas para a recuperação de espécies em amostras de campo, comprovando a capacidade micotrófica do caupi.

Uma peculiaridade entre espécies de fungos micorrízicos e o feijão-caupi foi observada por Oliveira; Bonetti (1983), constatando que o gênero *Acaulospora* foi o que mais beneficiou o peso e o número de nódulos em relação a outras espécies. Acrescenta-se com esta ocorrência, uma indicação de efeitos benéficos à simbiose entre FMA e leguminosas, o que pode otimizar a fixação biológica de Nitrogênio, e, conseqüentemente, promover um maior acúmulo desse elemento no solo para o sistema. Vê-se, então, que esta é uma indicação promissora na microbiologia do solo, sendo de fundamental importância para o entendimento da interação positiva existente entre os diversos microrganismos no solo, e entre estes e as plantas, o que

pode contribuir para beneficiar o equilíbrio ecológico dos agroecossistemas e suas sustentabilidades.

Tendo em vista que os FMA são influenciados pela comunidade vegetal à qual estão associados, e que a esporulação é favorecida na presença de gramíneas e leguminosas, trabalhos de diversidade nessas culturas devem ser ampliados, a fim de se conhecer melhor essa comunidade, na região estudada (VAN DER HEIJDEN et al., 1998).

Efeitos da inoculação micorrízica e da adubação orgânica no desempenho do feijão-caupi

Os dados obtidos do experimento foram submetidos à análises de variância em função dos tratamentos adubação orgânica, inoculação micorrízica e variedade de feijão-caupi, o que se constatou após as análises, efeitos significativos isolados dos tratamentos sobre os parâmetros de crescimento número de folhas, altura de plantas e de produção massa seca total, conforme observados nos Apêndices 04, 05 e 06, respectivamente. Nos parâmetros em que se observaram os tratamentos significativos, foi aplicado o teste de médias Tukey ($P < 0,05$).

Quanto aos resultados do parâmetro número de folhas, conforme demonstrado no Gráfico 2, observa-se que a presença da adubação orgânica foi bastante efetiva, elevando a sua quantidade, significativamente. Enquanto no tratamento inoculação micorrízica nesse parâmetro, não foi constatado diferença significativa entre presença e ausência. Já, no tratamento variedade de feijão-caupi, houver variações significativas entre médias, destacando-se a Sempre-Verde com superior desempenho no número de folhas.

Embora a inoculação micorrízica não tenha apresentado resultado significativo no número de folhas, entende-se que a matéria orgânica (MO) pode influenciar, positivamente, os fungos micorrízicos, otimizando suas funcionalidades em relação ao seu hospedeiro, além de fomentar a capacidade da planta nas suas funções fisiológicas.

Cavalcante et al. (2013) explicam que a matéria orgânica desempenha influência na estrutura, na composição de nutrientes do solo e na habilidade do solo em armazenar água, o que pode influenciar direta ou indiretamente o desenvolvimento e a eficiência dos FMA.

Estudos com populações de esporos de FMA parecem estar relacionadas ao nível de matéria orgânica do solo, e, em geral, a aplicação de adubos orgânicos melhora o desenvolvimento micorrízico nos solos tropicais (BAGYARAJ, 1991).

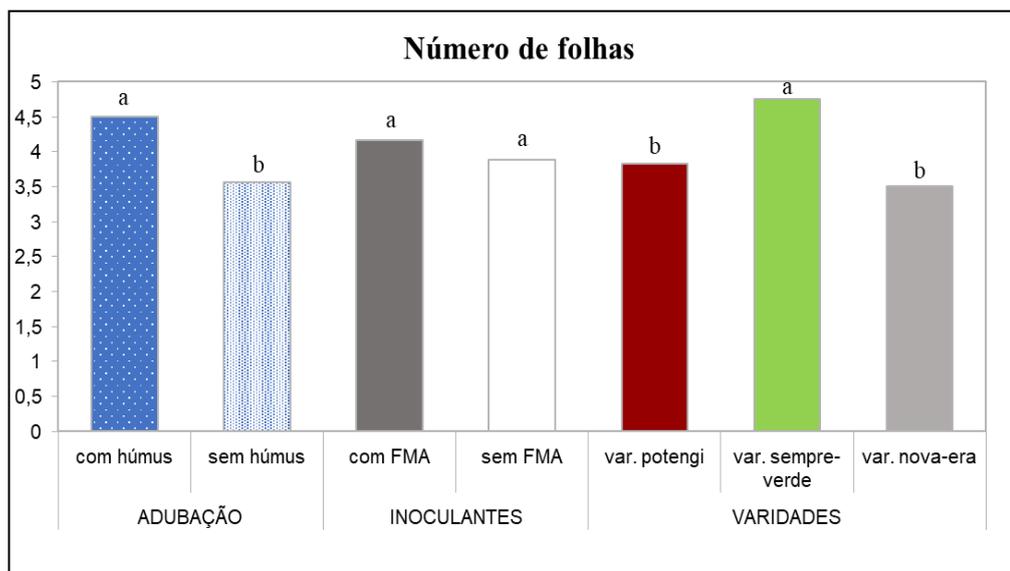


Gráfico 2: Médias da presença ou ausência de adubação orgânica, presença ou ausência do inoculante e entre as variedades de feijão-caupi no parâmetro quantidade de folhas. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para Sylvia; Williams (1992), nem sempre são evidenciadas correlações entre conteúdo de matéria orgânica (MO) e a colonização. Já, Sáinz et al. (1998) comentam que dependendo do composto adicionado e da concentração, pode haver redução nos níveis de micorrização.

Em relação ao comportamento do número de folhas em função da variedade de feijão-caupi (Quadro 2), na média da Sempre-Verde com um incremento substancial, podendo ser explicado, possivelmente, à otimização da absorção de nutrientes pela planta, devido a sua maior eficiência radicular na absorção destes minerais do substrato, dentre outros fatores.

Por outro lado, o adubo orgânico contido no substrato fornece a planta, os nutrientes de acordo com as suas quantidades aplicadas e incorporadas ao solo, o que evidencia que as plantas de feijão-caupi são responsivas quanto ao seu fornecimento ao solo. O uso de matéria orgânica induz a melhoria da estrutura do solo, a capacidade de retenção de umidade, consistência e densidade, e a maior disponibilidade de nutrientes ao solo (OLIVEIRA, 2015).

Avaliando o parâmetro altura de plantas de feijão-caupi, em função dos tratamentos (Gráfico 3), constatou-se efeito isolado da adubação orgânica, proporcionando altura, significativamente superior, em relação à sua ausência. Entretanto, este efeito não foi observado no tratamento inoculação micorrízica na planta do caupi, portanto não influenciando variação significativa em altura de plantas. Todavia, no tratamento variedade, houve efeito significativo isolado, destacando-se a Nova-Era, superando às médias das variedades Potengi e Sempre-Verde.

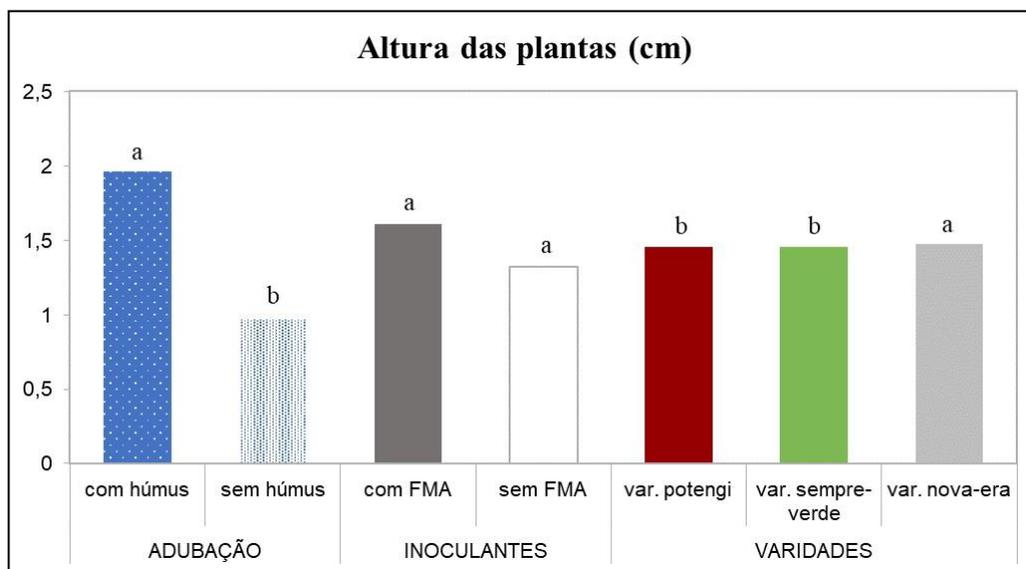


Gráfico 3. Médias dos tratamentos Adubação Orgânica, Inoculação de FMA, e Variedades de feijão-caupi, no parâmetro altura das plantas. Médias seguidas pela mesma letra na coluna por tratamento, não diferem, estatisticamente, entre si, pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Nesse contexto, Moreira; Siqueira (2006) relataram que o teor de matéria orgânica tende a ser moderador da relação simbiótica, pois, ela pode apresentar elevada taxa de liberação de nutrientes. Enquanto Cavalcante et al. (2013), por sua vez, expressam que no substrato, a matéria orgânica exerce influência na estrutura, na composição de nutrientes e na capacidade de armazenar água, o que pode influenciar direta ou indiretamente nos FMA.

De acordo com Cavalcante et al. (2009), a adubação orgânica beneficia o feijoeiro *Vigna*, registrando-se acréscimo na sua produtividade quando esterco de animais, compostos orgânicos, húmus de minhoca e biofertilizantes, são incorporados ao solo.

Embora não tenha constatado influência do inoculante micorrízico no crescimento das plantas de feijão-caupi neste trabalho, em relação ao tratamento variedade, percebeu-se que houve diferença significativa entre elas, destacando-se a variedade Nova Era com um acréscimo significativo, destoando das variedades Potengi e Sempre-Verde. De acordo com o Gráfico 3, percebendo-se o comportamento da planta do caupi frente o tratamento adubação com maior desempenho, é possível que este tratamento possa ter influenciado, positivamente, na altura das plantas. Esta ocorrência também foi relatada por Pereira (2013), em que no qual, afirmou que o feijoeiro *Vigna* obtém maior produção quando se incorpora húmus de minhoca no solo.

Apesar de não ter tido influência do inoculante micorrízico no crescimento das plantas de feijão-caupi nesse caso, houve um acréscimo no crescimento da variedade branca do feijão-

caupi, destoando da variedade vermelha e sempre verde. A adubação influenciou positivamente na altura das plantas, Pereira (2013) afirma que o feijoeiro *Vigna* obtém maior produção quando se incorpora húmus de minhoca no solo.

Segundo Pontes (2013), a introdução de adubos orgânicos de origem animal ou vegetal como substratos agrícolas pode influenciar os microrganismos do solo, entre os quais estão os FMA, e essa interferência pode ou não ser benéfica portanto, sendo importante conhecer a interação desses substratos na atividade e complexidade desses fungos.

Na avaliação do parâmetro produção massa seca total, em função dos tratamentos, constata-se no Gráfico 4, que, a presença da adubação orgânica e do inoculante micorrízico estimularam o acúmulo da massa seca das plantas de feijão-caupi, mas não detectando diferença significativa entre variedades testadas da leguminosa.

Um nutriente que influencia muito na produção do feijoeiro é o Fósforo, com a interação entre o adubo orgânico e o inoculante, notou-se que a planta obteve um maior acúmulo de massa seca total, indicando que, possivelmente, os FMA nativos presentes no inoculante foram eficientes em infectar as raízes e otimizar a captação do Fósforo pela planta, presente no substrato. Para Fageria et al. (2004), o nutriente Fósforo é determinante para a alta produtividade do feijão.

Estes fungos dispõem da capacidade de aumentar a absorção de nutrientes, em especial a de P, bem como, a tolerância das plantas à diversos tipos de estresses, influenciando seu crescimento e reprodução (MOREIRA; SIQUEIRA 2006; JEFFRIES et al. 2003).

Alcântara (2017) explica que a decomposição da matéria orgânica (MO) é o processo de quebra da matéria orgânica em partes menores, feita pelos microrganismos decompositores existentes no solo, que a utilizam como alimento para sua sobrevivência.

Silva et al. (2009) comprovaram em experimento com solo proveniente de diferentes sistemas de uso na região do Alto Solimões, na Amazônia, o elevado grau de micotrofismo do caupi, com efeitos positivos da colonização micorrízica sobre a produção de biomassa em relação ao controle não inoculado, sugerindo que uma ampla diversidade de FMA é capaz de colonizar o feijão-caupi.

Neste trabalho, embora não se tenha averiguado efeito significativo na interação entre os tratamentos, entretanto, essa interação ocorre no solo entre a inoculação micorrízica e adubação orgânica (vermicomposto), cujos microrganismos e nutrientes estão presentes no substrato do feijão-caupi, que podem potencializar, em determinado momento, a eficiência da planta o aumento da sua produção, considerando às condições de clima e solo da região. Logo, as quantidades aplicadas de adubo orgânico e do inoculante com FMA, foram eficientes,

possivelmente, em disponibilizar nutrientes e número de esporos infectivos adequados, respectivamente, o que deve ter estimulado, conseqüentemente, a atividade metabólica do feijoeiro.

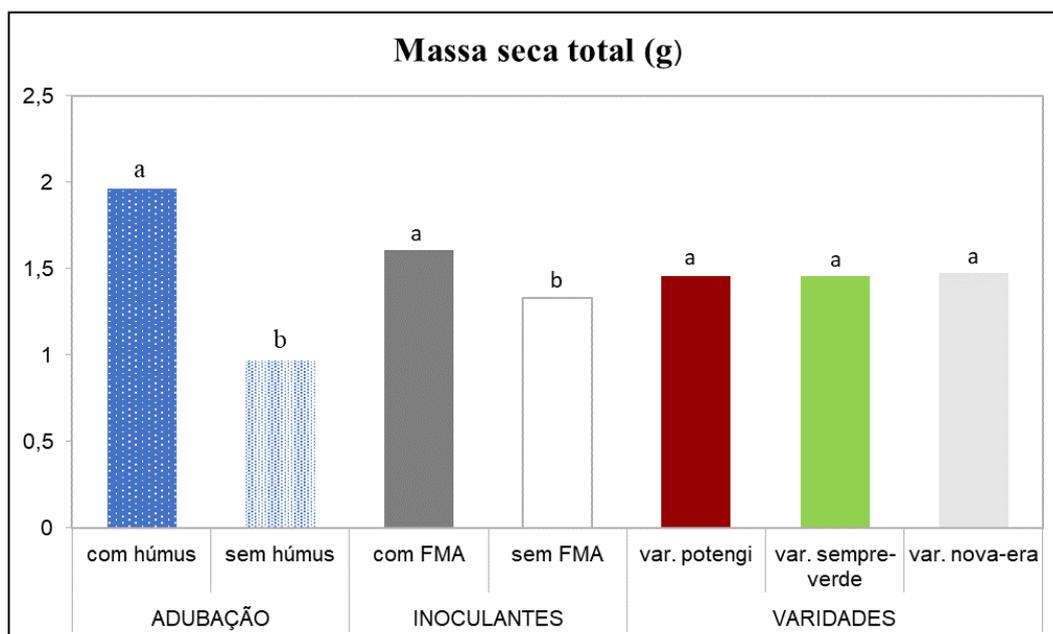


Gráfico 4: Médias da presença/ausência de adubação orgânica, presença/ausência do inoculante e entre as var. de feijão-caupi no acúmulo de massa seca. Médias seguidas pela mesma letra na coluna por tratamento, não diferem, estatisticamente, entre si, pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Colonização radicular com FMA nativo no feijão-caupi e infectividade do inoculante

Na análise do parâmetro colonização micorrízica radicular no feijão-caupi, foi detectada efeito significativo na interação entre tratamentos (adubação orgânica x variedades) pelo teste F ($P < 0,05$) (Apêndice 5). Na Tabela 3, encontram-se dispostos os dados médios dos tratamentos, após submetidos à análise do teste de média Tukey ($P < 0,05$).

Tabela 3. Resultados da aplicação do teste de médias no parâmetro colonização micorrízica radicular do feijão-caupi, em função dos tratamentos adubação orgânica e variedade. Castanhal, Pará, 2020.

Adubação Orgânica	Variedade de feijão-caupi		
	Potengi*	Sempre-Verde	Nova Era
Com Adubo	34,44 aA	21,11 aAB	17,78 bB
Sem Adubo	20,00 bA	27,78 aA	30,00 aA
Média	27,22	24,45	23,89

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem, estatisticamente, entre si pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Dos resultados demonstrados na Tabela 3, observa-se entre médias e variedades, que a presença do adubo orgânico influenciou, positivamente, na variedade Potengi, com taxa de 34,44% de colonização radicular, considerada significativamente superior, em relação a da ausência do adubo (20,00%). Entretanto, esse efeito não foi verificado nos resultados da variedade Nova-Era, não se constatando influência do adubo orgânico no incremento da inoculação micorrízica radicular, cujo valor médio foi significativamente superior (30,00%) no tratamento sem uso do adubo, quando comparado ao da presença do adubo (17,78%). Já, na variedade Sempre-Verde não se constatou efeito significativo entre os tratamentos, com e sem adubo, com valores médios absolutos de 21,11 e 27,78%, respectivamente.

Para Morton; Trufem (1990), a diversidade, a densidade e o potencial de infectividade dos propágulos de FMA no solo, estão relacionados indiretamente com as condições ecológicas de cada ecossistema, e diretamente com a fisiologia do fungo, estando a colonização micorrízica ligada ao genótipo da planta e do fungo, assim como ao ambiente.

A dificuldade para se estabelecer um padrão de distribuição dos FMA pode estar associada aos diversos fatores bióticos e abióticos relacionados aos ambientes, como também às diferentes estratégias de sobrevivência destes fungos (SOUZA, et al. 2003).

Ainda, corroborando com Souza et al. (2003), outros fatores tais como fisiologia da raiz, susceptibilidade e competitividade nutricional das plantas hospedeiras e diferentes mecanismos de sobrevivência dos FMA, interferem na colonização micorrízica.

Raposo (1989), trabalhando com duas variedades, obteve colonização acima de 60%, enquanto Rohyadi et al. (2004), mesmo em condições de elevada acidez do solo (pH 4,7), registraram colonização média superior a 35%.

A colonização micorrízica é considerada baixa quando menor de 20%; média, quando varia de 20 a 50%; e alta, quando acima de 50%. O inoculante é considerado infectivo, quando a colonização foi igual ou maior que 25% (INVAM, 2001).

Bever et al. (1996) relatam que é possível que a riqueza de FMA seja maior que a encontrada, considerando-se que a multiplicação de esporos em potes de cultura, ajude a recuperar alguns fungos, porém a taxa de esporulação depende, além de outros fatores, da planta hospedeira.

4. CONCLUSÕES

A gramínea *Brachiaria brizantha*, cv. Marandu, demonstrando maior eficiência para utilização como cultura-armadilha para FMA nativos, nas condições ambientais estudadas, em comparação com a cultura do feijão-caupi, var. sempre-verde.

Em relação a interação entre adubação orgânica e inoculante micorrízico, somente no acúmulo de massa seca total, foi verificado efeito significativo. Já, em altura de planta e número de folhas, houve efeitos significativos isolados da adubação, elevando esses parâmetros.

Quanto ao efeito isolado do parâmetro Variedade, a Sempre-Verde, superou, significativamente, no Número de Folhas, em relação às demais variedades. Enquanto em Altura de Planta, a variedade Nova-Era se destacou com superior incremento.

A adubação orgânica e variedade de feijão-caupi, influenciou variações significativas na infecção radicular por FMA nativo, destacando-se as variedades: Potengi, na presença da adubação, com maior taxa de colonização de 34,44% (classificação média); e, a Nova-Era, com taxa de colonização de 30% (classificação média).

O inoculante micorrízico com fungos nativos, produzido no presente experimento, é considerado infectivo, validando assim os outros parâmetros avaliados.

REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA, F. A. Manejo agroecológico do solo. **Documentos EMBRAPA: Arroz e Feijão**, Santo Antônio de Goiás, GO, n. 314, 2017.
- ANGELO, K. B.; SOUSA, R. C.; QUEIROZ, L. G. N.; LUZ, F. A. O.; NASCIMENTO, J. T. Populações Tradicionais: a identidade de um território chamado tipitinga. In: IX Seminário Internacional de Desenvolvimento Rural Sustentável, Cooperativismo e Economia Solidária, 2016, Castanhal-PA. **Anais do IX Seminário Internacional de Desenvolvimento Rural Sustentável, Cooperativismo e Economia Solidária**, 2016.
- ALMEIDA, R.T.; VASCONCELOS, I.; SABADIA, F.R.B. Efeito da infecção de fungos micorrízicos VA, em feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. **Ciência Agronômica** 16(1): 1985. 23-26.
- AMORIM, L. L. B. **Construção de um mapa genético para feijão-caupi com marcadores moleculares ISSR, DAF e CAPS**. 2009. Tese de Doutorado. Master Dissertation (Biological Sciences), Federal University of Pernambuco, Recife, Brazil.
- AZCÓN-AGUILAR, C.; CANTOS, M.; TRONCOSO, A.; BAREA, J.M. Beneficial effecto far buscular mycorrhizas in acclimatization of micropropagated cassava plantlets. **Scientia Horticulturae**72:63–71, 1997.
- BAGYARAJ, D.J., Ecology of vesicular–arbuscular mycorrhizae. In: ARORA, D.K., RAI, B., MUKERJI, K.G.; KNUDSEN, G.R. (Eds.) **Handbook of applied micology: soil and plant**. New York. Marcel Dekker. 1991. v.1. pp.4–34.
- BEZERRA, M.E.J., LACERDA, C.F., SOUSA G.G., GOMES, V.F.F., MENDES FILHO, P.F. Biomassa, atividade microbiana e FMA em rotação cultural milho/feijão-de-corda utilizando-se águas salinas. **Revista Ciência Agronômica** 41:562-570, 2010.
- BEVER, J.D., MORTON, J.B., ANTONOVICS, J.; SCHULTZ, P.A. Host-dependent sporulation and species diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in a mown grassland. **Journal of Ecology** 84:71-82, 1996.
- CABRERA, O. A. G.; FRANCO, A. D.; CABRIALES, J. J. P.; NUÑEZ, J. A. V.; Impacto de los biofertilizantes em la agricultura. In: **Revista Mexicana de Ciências Agrícolas** vol.3 núm.6 p. 1261-1274, 2012.
- CARNEIRO, M. A. C.; SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F. M. S.; CARVALHO, J. G.; BOTELHO, S. A.; SAGGIN JÚNIOR, O. J. Micorriza arbuscular em espécies arbóreas e arbustivas nativas de ocorrência no sudeste do Brasil. **Cernea**, v. 4, n.1, p. 129-145, 1998.
- CAVALCANTE, S. N.; DUTRA, K. O. G.; MEDEIROS, R.; LIMA, S. V.; SANTOS, J. G. R.; ANDRADE, R.; MESQUITA, E. F. Comportamento da produção do feijoeiro macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) em função de diferentes dosagens e concentrações de biofertilizante. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, supl. esp. n.1, p.10-14, 2009.

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

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2017. 212p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2a Edição - EMBRAPA Solos, Rio de Janeiro, 2006. p.306.

FAGERIA, N. K.; FILHO, M. P.; STONE, L. F. Nutrição de fósforo na produção de feijoeiro. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. (ed.) **Fósforo na Agricultura Brasileira**, Piracicaba, Potafos, p. 435-453, 2004.

FERREIRA, C. P.; NASCIMENTO, J. T.; REIS, C. M.; BARBOSA, M. S. Caracterização Físico-Morfológica do Solo sob Sistemas Agrícolas da Área do IFPA-Campus Castanhal. In: XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2011, Uberlândia-MG. **Solos nos Biomas Brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas**. Viçosa-MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2011.

GERDEMANN, J.W.; NICOLSON, T. H. Esporos de espécies micorrízicas de *Endogone* extraídas do solo por peneiração e decantação úmidas. **Transações da Sociedade Micológica Britânica**, v. 46, n.2, p. 235-244, 1963.

GIOVANETTI, M.; MOSSE, B. An evaluation of techniques to measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. **New Phytologist**, Oxford, v. 84, p. 489-500, 1980.

HOWELER, R. H.; SIEVERDING, E.; SAIF, S. Pratical aspects of mycorrhizal technology in some tropical crops and pastures. **Plant and Soil**, The Hague, 100 (1-3): 249-283, 1987.

HUNGRIA, M.; ARAÚJO, R. S. **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola**. Embrapa-Serviço de Produção e Informação, 1994.

INVAM (<http://invam.caf.wvu.edu/myc-info/methods/assays/mip.htm> 2001). Acesso em: 14/04/2020.

JEFFRIES, P.; GIANINAZZI, S.; PEROTTO, S.; TURNAU, K.; BAREA, J.M. The contribution of arbuscular mycorrhizal fungi in sustainable maintenance of plant health and soil fertility. **Biology and Fertility of Soils**37:116, 2003.

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

KIRIACHEK, S. G.; AZEVEDO, L. C. B.; PERES, L. E. P.; LAMBAIS, M. R. Regulação do desenvolvimento de micorrizas arbusculares. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 1, p. 1-16, 2009.

KRZYZANSKI, H. C.; CARRENHO, R.; ARAÚJO, M. A. Relação entre características morfológicas de raízes de gramíneas e fungos micorrízicos arbusculares. In: **Anais do X Encontro Internacional de Produção Científica**, 2017.

KRZYZANSKI, H. C. **Relação entre produção de raízes e colonização micorrízica de gramíneas de crescimento espontâneo e atributos físicos do solo em área urbana**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada Universidade Estadual de Maringá, 2016.

LAMBAIS, M.R. Desvendando os mecanismos de sinalização e transdução de sinal que controlam o desenvolvimento de micorrizas arbusculares. **Scientia Agricola**, v. 63, n. 4, p.405-413, 2006.

LEAL, P. L.; STÜRMER, S. L.; SIQUEIRA, J. O. Occurrence and diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in trap cultures from soils under different land use systems in the Amazon, Brazil. **Brazilian Journal of Microbiology**. v.40:111-121, 2009.

LIMA, S, A. L.; PEREIRA, J. P. A. R.; AVELAR F. P. A.; VALE, H. M. M.; LIMA, A. S.; ANDRADE, M. J. B.; MOREIRA, F. M. S. Eficiência agrônômica de rizóbios selecionados e diversidade de populações nativas nodulíferas em perdões (MG). I-CAUPI. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 5, p. 795-802, 2006.

MAGALHÃES, A. C.; CARELLI, M. A. Germinação de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) sob pressão variada de pressão osmótica. **Bragantia**. v. 31 p.19 a 26, 1972.

MARROCOS, S. T. P.; NOVO JÚNIOR, J.; GRANGEIRO, L. C.; ANBRÓSIO, M. M. Q.; CUNHA, A. P. A. Composição química e microbiológica de biofertilizantes em diferentes tempos de decomposição. **Revista Caatinga**, v.25, n. 4, 2012.

MIRANDA, J. C. C. **Micorriza arbuscular: ocorrência e manejo**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. 169 p.

MOREIRA, F. M. S; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2a edição revisada e ampliada. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2006.

OLIVEIRA, A. K.; LIMA, J. S. S.; BEZERRA, A. M. A.; RODRIGUES, G. S. O.; MEDEIROS, M. L. S. Produção de rabanete sob o efeito residual da adubação verde no consórcio de beterraba e rúcula. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 10, n. 5 (ESPECIAL), p. 98 - 102, 2015.

OLIVEIRA JUNIOR, J. Q. **Estudo de associação entre bactérias fixadoras de nitrogênio e fungos micorrízicos arbusculares associados a leguminosas do grupo das Piptadenias**. Dissertação apresentada ao curso de pós graduação em Ciência Ambientais e Florestais da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, UFRRJ, Seropédica-RJ, 2014.

OLIVEIRA, L. A.; BONETTI, R. Fatores químicos limitantes do solo da nodulação, infecção por micorrizas VA e rendimento do feijão-caupi num solo da região de Manaus. In: **Encontro de Pesquisadores da Amazônia**, 4., Porto Velho, Rondônia. Pag.16, 1983.

- OLIVEIRA, K. J. B.; LIMA, J. S. S.; SOARES, A. P. S.; BEZERRA NETO, F.; LINHARES, P. C. A. Produção agroecômica da rúcula fertilizada com diferentes quantidades de *Calotropisprocera*. **Terceiro Incluído**, Goiânia, v.5, n.2, p.373-384, 2015.
- PEREIRA, R. F.; LIMA, A. S.; MELO, D. S.; SOUSA, P. M.; SANTOS, J. G. R.; ANDRADE, R.; SANTOS, E. C. X. R. Estudo do efeito de diferentes dosagens de biofertilizante e de intervalos de aplicação sobre a produção do maracujazeiro-amarelo. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, supl. esp. n.1, p.25-30, 2009.
- PHILLIPS, J. M.; HAYMAN, D. S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. **Transactions of the British Mycological Society**, v. 55, n. 1, p. 158-IN18, 1970.
- PONTES, J. S. **Diversidade de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) em solo cultivado com feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) e fibra de coco.** (Dissertação) Programa de pós graduação em biologia de fungos. UFPE. Recife-PE, 2013.
- PRATES-JÚNIOR, P. **Comunidade de fungos micorrízicos arbusculares em diferentes sistemas de manejo do cafeeiro.** Dissertação Programa de pós graduação em agroecologia. UFV. Viçosa- MG, 2014.
- RAPOSO, R. W. C. 1989. **Inoculação de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares e *Bradyrhizobium* spp. em caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.).** Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, São Paulo, São Paulo. 84pp.
- REDDY, B. S. Soil health: issues and concerns: a review. **Research Unit for Livelihoods and Natural Resources**. Begumpet, Hyderabad, India, N°. 23, p.01-44, 2013.
- ROHYADI, A.; SMITH, F.A.; MURRAY, R.S.; SMITH, S.E. Effects pH on mycorrhizal colonisation and nutrient uptake in cowpea under contitions that minimise confounding effects of elevated available aluminium. **Plant and Soil** 260(1-2):2004. 283-290.
- SAGGIN-JUNIOR, O. J.; BORGES, W. L.; NOVAIS, C. B.; SILVA, E. M. R. Manual de curadores de germoplasma microrganismos: fungos micorrízicos arbusculares. **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia-Documentos (INFOTECA-E)**, 2011.
- SÁINZ, M. J., TABOADA CASTRO, M. T.; VILARINO, A. Growth, mineral nutrition and mycorrhizal colonization of red clover and cucumber plants grown in a soil amended with composted urban wastes. **Plant and Soil** 205:85–92, 1998.
- SIEVERDING, E. Vesicular-arbuscular mycorrhiza management in tropical agrosystems. **Eschborn: Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit**. 371 p. 1991.
- SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V de. O software Assisat versão 7.7 e seu uso na análise de dados experimentais. **Revista Africana de Pesquisa Agrícola**, v. 11, n.39, p.3733-3740, 2016.
- SILVA I. F., MIELNICZUK J. Ação do sistema radicular de planta na formação e estabilização de agregados do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 21: 113-117, 1997.

- SILVA, R. P. **Inoculação com rizóbio em caupi no Sertão da Paraíba**. Dissertação apresentada ao curso de pós graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal Rural do Pernambuco, 2006.
- SOUSA, R. C.; ANGELO, K. B.; QUEIROZ, L. G. N.; MONTEIRO, L. M.; NASCIMENTO, J. T. Caracterização Sócioeconômica da Comunidade Quilombola do Tipitinga. In: IX Seminário Internacional de Desenvolvimento Rural Sustentável, Cooperativismo e Economia Solidária, 2016, Castanhal-PA. **Anais do IX Seminário Internacional de Desenvolvimento Rural Sustentável, Cooperativismo e Economia Solidária**, 2016.
- SOUZA, R. G. MAIA, L. C.; SALES, M. F.; TRUFEM, S. F. B. Diversidade e potencial de infectividade de fungos micorrízicos arbusculares em área de caatinga, na Região de Xingó, Estado de Alagoas, Brasil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 26, n. 1, p. 49-60, 2003.
- STUTZ, J. C.; MORTON, J. B. Successive pot cultures reveal high species richness of arbuscular endomycorrhizal fungi. in arid ecosystems. **Canadian Journal of Botany**, v.74, p.1883-1889, 1996.
- SYLVIA, D.M.; WILLIAMS, S.E. Vesicular–arbuscular mycorrhizae and environment stress. In: ASA, CSSA, SSSA (Eds.) **Mycorrhizae in Sustainable Agriculture**. (ASA Special Publication, 54). 1992. pp.101–124
- TEJADA, M.; MORGADO, B. R.; GÓMEZ, I.; ANDREU, L. F.; BENÍTEZ, C.; PARRADO, J. Use of biofertilisers obtained from sewage sludges on maize yield. **European Journal Agronomy**, v. 78, p. 13-19, 2016.
- VALENTE, M. A.; SILVA, J. M. L.; RODRIGUES, T. E.; CARVALHO, E. J. M.; ROLIM, P. A. M.; SILVA, E. S.; PEREIRA, I. C. B. **Solo e avaliação da aptidão agrícola das terras do município de Castanhal, Estado do Pará**. Belém, EMBRAPA Amazônia Oriental (Documento nº 119), 2001.
- VAN DER HEIJDEN, M. G. A.; KLIRONOMOS, J. N.; URSIC, M.; MOUTOGLIS, P.; STREITWOLF-ENGEL, R.; BOLLER, T.; WIEMKEN, A.; SANDERS, I. R. Mycorrhizal fungal diversity determines plant biodiversity, ecosystem variability and productivity. **Nature** 396: 6972, 1998.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido ao contexto da produção atual do feijão-caupi na Região Imediata de Bragança no Nordeste Paraense, as dificuldades impostas aos agricultores da região são extremamente relevantes. Todavia, esse cenário pode ser alterado com a introdução de novas biotecnologias, que possam vir a expandir a produtividade do feijão-caupi na região.

O uso de inoculantes, a base de microrganismos benéficos como os de FMA nativos aliados a adubos orgânicos podem ser feitos com material disponível na propriedade do agricultor, e têm potencial para construir uma agricultura sustentável dentro da agricultura familiar, subsidiando também a sócio economia da região, como a indução de emprego e renda para essas famílias de agricultores, podendo ser capaz de influenciar a retomada da produção do feijão-caupi, que é uma cultura de grande valor econômico e cultural, e readquirindo a sua identidade cultural também nesse aspecto.

As instituições de pesquisa acabam por tomar um papel importante no que tange a extensão de conhecimentos de novas biotecnologias aplicadas na agricultura, junto aos agricultores familiares, cabendo a estas, a necessidade de suprir demandas que, deveriam em conjunto, também ser de responsabilidade dos outros órgãos competentes.

Assim, para um desenvolvimento rural sustentável é necessário um engajamento social por parte dos atores que compreendem esse meio produtivo, firmando parcerias e atuando de forma organizada, buscando garantir uma agricultura familiar que mantenha os valores culturais. Estabelecendo uma fonte de renda familiar, sem perder sua soberania alimentar, de forma a garantir às pessoas do campo a sua permanência em suas propriedades rurais.

APÊNDICES

APÊNDICE 1: ROTEIRO DAS ENTREVISTAS (QUESTÕES NORTEADORAS)

- 1) Histórico da produção.
- 2) O que mudou? O que continua igual?
- 3) O que o entrevistado destacaria de bom ou ruim, atualmente.
- 4) Preparo de área (mecanização, queima, adubação...)
- 5) Forma de cultivo e época do plantio (espaçamento, solteiro ou consorciado...)
- 6) Origem das sementes, aquisição ou armazenamento?
- 7) Variedades e cultivares.
- 8) Produção e produtividade.
- 9) Pragas e doenças existentes ou não?
- 10) Destino da produção (venda ou consumo)
- 11) Comercialização (Para quem vende, escoamento da produção, atravessador ou venda direta)
- 12) Preço
- 13) Principais dificuldades encontradas na produção
- 14) Assistência técnica, ou de algum órgão público?
- 15) Possui acesso a tecnologias de produção? Se sim quais?

APÊNDICE 2: ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO PARÂMETRO NÚMERO DE FOLHAS EM FUNÇÃO DOS TRATAMENTOS:

FV	GL	SQ	QM	F
Adubação	1	8,02778	8,02778	48,1667 **
Inóculo	1	0,69444	0,69444	4,1667 ns
Variedades	2	10,05556	5,02778	30,1667 **
Interação (F1xF2)	1	0,69444	0,69444	4,1667 ns
Interação (F1xF3)	2	0,05556	0,02778	0,1667 ns
Interação (F2xF3)	2	0,38889	0,19444	1,1667 ns
Interação (F1xF2xF3)	2	1,05556	0,52778	3,1667 ns
Tratamentos	11	20,97222	1,90657	11,4394 **
Resíduo	24	4,000000	0,16667	
Total	35	24,97222		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$)

ns não significativo ($p \geq 0,05$)

APÊNDICE 3: ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO PARÂMETRO DE CRESCIMENTO
ALTURA DE PLANTAS, EM FUNÇÃO DOS TRATAMENTOS:

FV	GL	SQ	QM	F
Adubação	1	1001,72250	1001,72250	139,8186 **
Inóculo	1	0,66694	0,66694	0,0931 ns
Variedades	2	558,645	279,32250	38,9873 **
Interação (F1xF2)	1	4,62250	4,62250	0,6452 ns
Interação (F1xF3)	2	12,68167	6,34083	0,8850 ns
Interação (F2xF3)	2	8,23722	4,11861	0,5749 ns
Interação (F1xF2xF3)	2	2,94500	1,47250	0,2055 ns
Tratamentos	11	1589,52083	144,50189	20,1693 **
Resíduo	24	171,94667	7,16444	
Total	35	1761,46750		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$)

ns não significativo ($p \geq 0,05$)

APÊNDICE 4: ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO PARÂMETRO DE PRODUÇÃO MASSA SECA TOTAL EM FUNÇÃO DOS TRATAMENTOS:

FV	GL	SQ	QM	F
Adubação	1	8,91042	8,91042	115,2330 **
Inóculo	1	0,72670	0,72670	9,3980 **
Variedades	2	0,00368	0,00184	0,0238 *
Interação (F1xF2)	1	0,13915	0,13915	1,7996 ns
Interação (F1xF3)	2	0,05535	0,02767	0,3579 ns
Interação (F2xF3)	2	0,19732	0,09866	1,2759 ns
Interação (F1xF2xF3)	2	0,09717	0,04859	0,6284 ns
Tratamentos	11	10,12980	0,92089	11,9093 **
Resíduo	24	1,85581	0,07733	
Total	35	11,98561		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$)

ns não significativo ($p \geq 0,05$)

APÊNDICE 5: ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO PARÂMETRO COLONIZAÇÃO MICORRÍZICA RADICULAR DO FEIJÃO-CAUPI EM FUNÇÃO DOS TRATAMENTOS:

FV	GL	SQ	QM	F
Adubação	1	0,00099	0,00099	0,2290 ns
Variedade	2	0,00383	0,00191	0,4431 ns
Interação (AxV)	2	0,05939	0,02970	6,8717 *
Tratamentos	5	0,06421	0,01284	2,9717 ns
Resíduo	12	0,05186	0,00432	
Total	17	0,11607		
Média Geral (%)	25,18			

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$)

ns não significativo ($p \geq 0,05$)