

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO**

FERNANDE ANTUNES FERNANDES

**Eficiência da inoculação com diferentes estirpes de rizóbio em
genótipos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) em sistema agroecológico**

MARINGÁ
PARANÁ – BRASIL
ABRIL - 2012

FERNANDE ANTUNES FERNANDES

Eficiência da inoculação com diferentes estirpes de rizóbio em genótipos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) em sistema agroecológico

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, para obtenção do Título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto de Bastos Andrade.

MARINGÁ
PARANÁ - BRASIL
ABRIL - 2012

À minha esposa, Samara.

Aos meus pais, Alcides Munhoz Fernandes e Eulinda Antunes Fernandes Alcides,
por tudo o que fizeram por mim.

Aos meus irmãos, Fernando e Fernanda, pela companhia.

Aos meus amigos e a toda a minha família.

Aos meus padrinhos de casamento, Ednaldo Michellon e Rosilene.

Com carinho, dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por proporcionar este momento único em minha vida e por ter me acompanhado durante toda a minha vida.

À Universidade Estadual de Maringá (UEM) e ao Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento (PGM), pela oportunidade de realizar o Curso de Mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão de bolsa de estudos.

Ao meu Orientador, professor doutor Carlos Alberto de Bastos Andrade, pela orientação e preciosos ensinamentos.

Aos Coorientadores, professor doutor Ednaldo Michellon, professora doutora Adriana Gonela e professora doutora Kátia Regina Freitas Schwan Estrada.

À Pesquisadora do Instituto Agronômico do Paraná (Iapar), doutora Dr^a Diva de Souza Andrade, pelas valiosas contribuições.

Aos muitos amigos do Centro de Referência em Agricultura Urbana e Periurbana e do Grupo de Agroecologia de Maringá, que colocaram a “mão na massa”, ajudando no plantio, nos tratos culturais e nas análises.

Ao Grupo de Agroecologia de Maringá, por ter cedido uma área certificada pelo Instituto Biodinâmico (IBD), importante espaço para realização deste estudo.

BIOGRAFIA

FERNANDE ANTUNES FERNANDES, filho de Alcides Munhoz Fernandes e de Eulinda Antunes Fernandes, nasceu em 29 de maio de 1985, na cidade de Maringá, estado do Paraná.

Em dezembro de 1995, concluiu o Ensino Fundamental, no Colégio Estadual Newton Guimarães, na cidade de Paranavaí, Paraná.

Concluiu o Ensino Médio, em dezembro de 2002, no Colégio Bento Munhoz da Rocha Neto – Unidade Pólo, também na cidade de Paranavaí, Paraná.

Ingressou no Curso de Agronomia, em fevereiro de 2005, na Universidade Estadual de Maringá, obtendo o título de Engenheiro Agrônomo em fevereiro de 2010.

Em março de 2010, ingressou no Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento (PGM), da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

SUMÁRIO

LISTA DE QUADROS.....	vii
LISTA DE FIGURAS	ix
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	5
2.1. Agricultura familiar	5
2.2. Agroecologia.....	6
2.3. Origem.....	8
2.4. Produtividade e cultivares.....	9
2.5. Fertilidade e adubação de solos.....	11
2.6. Fixação biológica de Nitrogênio (FBN)	12
3. MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1. Localização.....	15
3.2. Tratamentos.....	15
3.3. Preparo da área e tratos culturais.....	18
3.4. Avaliações	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5. CONCLUSÃO	33
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Teores foliares de macro e micronutrientes adequados e deficientes para o feijão-caupi e quantidade necessária de nutrientes para a produção de uma tonelada de grãos	11
Quadro 2 - Dados das estirpes de rizóbio inoculadas via semente	16
Quadro 3 - Características de genótipos de feijão-caupi obtidos no Centro Nacional de Pesquisa do Meio Norte da Embrapa, por meio da Pesagro. Estação Experimental de Campos – RJ.....	16
Quadro 4 - Análise de solo. Ca, Mg, Al extraídos com $\text{kcl } 1 \text{ mol L}^{-1}$; $\text{H}^{+}+\text{Al}^{3-}$ pelo método SMP; P, K, Fe, Zn, Cu e Mn extraídos com Mehlich 1; S-SO_4^{2-} extraído pelo método Fosfato Monocálcico; C pelo método Walkley & Black. UEM – 2011.....	19
Quadro 5 - Resumo da análise de variância das variáveis: massa seca da parte aérea por planta (MSPA pl^{-1}), massa seca da raiz por planta (MSR pl^{-1}), número de nódulos por planta (NN pl^{-1}), massa seca de nódulos de dez plantas ($\text{MSN } 10\text{pl}^{-1}$) e média da massa seca de um nódulo (MSN), da cultivar Gurgueia submetida a diferentes tratamentos.	24
Quadro 6 - Médias das variáveis obtidas no florescimento da cultivar Gurgueia: massa seca da parte aérea por planta (MSPA pl^{-1}), massa seca da raiz por planta (MSR pl^{-1}), número de nódulos por planta (NN pl^{-1}), massa seca de nódulos de dez plantas ($\text{MSN } 10\text{pl}^{-1}$) e média da massa seca de um nódulo (MSN) submetida a diferentes tratamentos..	25
Quadro 7 - Resumo da análise de variância das variáveis: massa seca da parte aérea por planta (MSPA pl^{-1}), massa seca da raiz por planta (MSR pl^{-1}), número de nódulos por planta (NN pl^{-1}), massa seca de nódulos de dez plantas ($\text{MSN } 10\text{pl}^{-1}$) e média da massa seca de um nódulo (MSN), da cultivar Produtor, submetida a diferentes tratamentos.	28
Quadro 8 - Médias das variáveis obtidas no florescimento da cultivar Produtor: massa seca da parte aérea por planta (MSPA pl^{-1}), massa seca da raiz por planta(MSR pl^{-1}), número de nódulos por planta (NN pl^{-1}),	

massa seca de nódulos de dez plantas ($MSN\ 10pl^{-1}$) e média da massa seca de um nódulo (MSN), quando a variedade é submetida a diferentes tratamentos.....	29
Quadro 9 - Resumo da análise de variância das variáveis: número de plantas por hectare (N° de $pl\ ha^{-1}$), número de vagens por planta e produtividade por hectare (N° de vagem pl^{-1}) e produtividade por hectare (Produtividade ha^{-1}), da cultivar Gurgueia submetida a diferentes tratamentos.....	29
Quadro 10 - Médias das variáveis obtidas na colheita da cultivar Gurgueia submetida a diferentes tratamentos	30
Quadro 11- Resumo da análise de variância das variáveis: número de plantas por hectare (N° de $pl\ ha^{-1}$), número de vagens por planta (N° de vagem pl^{-1}) e produtividade por hectare (Produtividade ha^{-1}), da cultivar Produtor submetida a diferentes tratamentos	31
Quadro 12 - Médias das variáveis obtidas na colheita da cultivar Produtor: número de plantas por hectare (N° de $pl\ ha^{-1}$), número de vagens por planta (N° de vagem pl^{-1}) e produtividade por hectare (Produtividade ha^{-1}), submetida a diferentes tratamentos.....	31
Quadro 13 - Custo variável de produção da cultivar Gurgueia no sistema agroecológico comparado a uma produção no sistema convencional.	32

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Imagem aérea da área em estudo	15
Figura 2 - Imagem das vagens e sementes secas da cultivar Gurgueia de caupi.....	17
Figura 3 - Imagem das vagens e sementes secas da cultivar Produtor de caupi.....	17
Figura 4 - Imagem comparativa entre as cultivares Produtor e Gurgueia de caupi.....	18
Figura 5 - Imagem das avaliações das cultivares Produtor e Gurgueia de caupi.....	20

RESUMO

FERNANDES, Fernande Antunes, M.Sc. Universidade Estadual de Maringá, março de 2012. **Eficiência da inoculação com diferentes estirpes de rizóbio em genótipos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) em sistema agroecológico.** Orientador: Carlos Alberto de Bastos Andrade. Conselheiros: Ednaldo Michellon, Adriana Gonela e Kátia Regina Freitas Schwan Estrada.

Os experimentos foram conduzidos na Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI) da Universidade Estadual de Maringá (UEM), na área certificada como orgânica, pertencente ao Grupo de Agroecologia de Maringá (GAAMA). O Objetivo deste trabalho foi estudar o desenvolvimento das cultivares de *Vigna unguiculata*, quando inoculadas com diferentes estirpes de rizóbio, em sistema agroecológico. As cultivares utilizadas foram a Gurgueia (BR17) e a Produtor. Os tratamentos consistiram da inoculação de sementes com as estirpes de rizóbio UFLA 03-164, BR 3267, BR 3302 (UFLA 03-84), INPA 03-11b (BR3301) e UFLA 03-154 e três testemunhas, com adubação nitrogenada (20 kg ha^{-1} de N); sem adubação nitrogenada e sem inoculação; e sem adubação nitrogenada e sem rizóbio, mas com turfa. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. Não houve diferenças significativas entre nenhum dos tratamentos da cultivar Produtor. Na cultivar Gurgueia (BR17), apenas não houve diferenças significativas na variável média da massa seca de um nódulo. Ao analisar a cultivar Gurgueia, as duas testemunhas sem adubação nitrogenada apresentaram desempenho similar ao da testemunha com adubação nitrogenada. A estirpe BR 3267, inoculada na cultivar Gurgueia, destacou-se negativamente na produtividade, pois apresentou diferença significativa quando comparada à testemunha sem nitrogênio e sem turfa.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*; feijão de corda; *Bradyrhizobium*.

ABSTRACT

FERNANDES, Fernande Antunes, M.Sc. Universidade Estadual de Maringá, March 2012. **Efficiency of inoculation with different strains of Rhizobium genotypes of cowpea (*Vigna unguiculata* L.) in agroecological system.** Advisor: Carlos Alberto Bastos Andrade. Committee Members: Carlos Alberto de Bastos Andrade. Committee Members: Ednaldo Michellon, Adriana Gonela e Kátia Regina Freitas Schwan Estrada.

The experiments were conducted at the Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), Universidade Estadual de Maringá (UEM), in the area certified as organic, belonging to the Grupo de Agroecologia de Maringá (GAAMA). The objective of this study was the development of *Vigna unguiculata* cultivars when inoculated with different rhizobium strains in agroecological system. The cultivars used were Gurgueia (BR17) and Producer. The treatments consisted of seed inoculation with rhizobium strains UFLA 03-164, BR 3267, BR 3302 (UFLA 03-84), INPA 03-11b (BR3301) and UFLA 03-154 and three witnesses, with nitrogen (20 kg ha⁻¹ N); without nitrogen fertilization and without inoculation; and without fertilization and without rhizobia, but with peat. The experimental design was a randomized block with four replications. There were no significant differences between any of the treatments Producer cultivar. In Gurgueia cultivating (BR17), only no was significant difference in mean dry mass of a nodule. By analyzing the Gurgueia cultivar, the two witnesses without nitrogen fertilization had similar performance to the witnesses with nitrogen. The Gurgueia cultivar inoculated with BR 3267 strain stood out negatively on productivity, as it showed significant difference when compared to the control without nitrogen and without peat.

Key words: *Vigna unguiculata*; cowpea-bean; *Bradyrhizobium*.

1. INTRODUÇÃO

A agricultura familiar tem sido de fundamental importância para a segurança alimentar no Brasil. Segundo o Censo Agropecuário 2006 do IBGE, a agricultura familiar corresponde a 84,4% do total de estabelecimentos agrícolas no país (sendo metade delas na região nordeste). Em contrapartida, ocupa apenas 24,3% da área nacional, produzindo mais de dois terços do alimento comercializado em nosso território. Dentre os estados brasileiros, o Paraná possui destaque, com 374 mil propriedades rurais no estado, sendo 320 mil agricultores familiares. Aproximadamente 90% dos trabalhadores rurais estão vinculados à agricultura familiar, tendo mais de 50% do valor bruto da produção oriundo da agricultura familiar. O nordeste brasileiro é a região onde mais se encontra a agricultura familiar, que, em sua maioria, é de subsistência e de baixa tecnologia, devido principalmente a problemas climáticos e à falta de capital. Neste contexto, torna-se ainda mais importante esta produção agrícola para a segurança alimentar regional, que é direcionada pelo hábito alimentar característico de regiões empobrecidas, tendo como base alimentar uma fonte de carboidrato e uma fonte proteica: a *Manihot esculenta* (mandioca) e a *Vigna unguiculata* (feijão-caupi), respectivamente.

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é uma Dicotyledonea, pertencente à ordem Fabales, família Fabaceae, gênero *Vigna*. Tem como seu centro primário de diversidade a África, mais especificamente a Nigéria. Segundo Freire Filho (2005), a introdução na América Latina ocorreu no século 16, pelos colonizadores espanhóis e portugueses. Em seguida, a espécie chega ao Brasil, provavelmente pelo Estado da Bahia. Posteriormente, houve uma disseminação da cultura para as outras regiões do país, principalmente no nordeste.

Atualmente, o feijão-caupi (feijão-de-corda, feijão-de-praia, entre outros nomes vulgares) encontra-se disseminado em todo o Brasil, porém, de acordo com a Embrapa, sua produção se concentra principalmente nas regiões Norte e Nordeste, tendo como principais produtores os estados do Ceará e Piauí. A concentração da produção nestes estados ocorre pela sua alta adaptabilidade às condições climáticas dos trópicos semiáridos, úmido e subúmido. Sua capacidade de se desenvolver e cumprir a mesma função alimentar em uma ampla faixa de ambiente que, em alguns casos, o feijoeiro comum não tolera, fez com que esta expansão ocorresse com maior facilidade (Smartt, 1990).

A espécie possui grande potencial nutritivo, sendo importante fonte de proteína (em média 24%). Segundo Smartt (1990), ela possui os dez aminoácidos essenciais para a alimentação humana, além de vitaminas, minerais, fibras e carboidratos, propiciando um excelente valor calórico e nutricional e com baixos índices de óleo. Por possuir grande valor nutricional e baixa exigência tecnológica, é muito comum se encontrar áreas com este feijão na agricultura familiar. De acordo com Alberto Duque Portugal¹, o agricultor familiar, em sua maioria, diversifica os produtos para diluir os custos, aumentar a renda e aproveitar as oportunidades oferecidas pelo ambiente, aproveitando também a disponibilidade de mão-de-obra. Sendo assim, o feijão-caupi adéqua-se às expectativas da agricultura familiar, mostrando a importância de maior exploração desta cultura no estado do Paraná, sendo assim mais uma alternativa para a diversificação.

O sistema de produção agroecológico possui um encaixe perfeito com a agricultura familiar (Portugal, 2004). Segundo Primavesi (2003), a base da agroecologia é a máxima diversificação da capa vegetal, impugnando a atual vertente da agricultura, a monocultura, que foi introduzida para facilitar a mecanização em grande escala, tornando extremamente necessário o uso de agrotóxicos e adubações “químicas” uniformes. Marcelo Firpo Porto² compara o uso de agrotóxicos na agricultura com um consumidor de drogas químicas individual, pois gera dependência, produzindo estados artificiais de comportamento e percepção, dando uma falsa impressão inicial de que o sistema está estável, ou seja, produção se mantém. Porém, como em qualquer dependência, para que esta falsa sensação seja mantida, o aumento do consumo é inevitável, tornando o agricultor amarrado aos seus fornecedores e empresas financiadoras, que exigem o emprego de pacotes prontos, que não levam em conta a mobilidade do ambiente, criando um ciclo vicioso que culmina em problemas ambientais, sociais e econômicos.

A agroecologia vem contrapondo o modelo atual, respeitando as particularidades de cada região, tanto técnicas (climáticas, edafológicas, entre outras) quanto sociais e, principalmente, suas relações entre si, como ocorre na relação solo-microrganismos-planta. Hoje, sabe-se da importância deste sistema,

¹Diretor-presidente da Embrapa, em março de 2004.

²Pesquisador titular da Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz.

pois sua complexidade vai desde a gênese do solo até as interações em sistemas mais especializados de simbiose.

Chaboussou (1987) mostrou a correlação entre a intensidade de ataques de parasitas e o estado nutricional das plantas. Afirmou que, existindo um equilíbrio nutricional, os elementos agem no metabolismo, estimulando a proteossíntese, diminuindo o teor de substâncias nutricionais solúveis (substâncias facilmente digeríveis pelos parasitas), tornando as plantas menos atrativas, ou seja, os patógenos e pragas devem ser tratados como indicadores de um manejo inadequado, devendo-se tratar a causa do problema e não os “sintomas”.

Ainda de acordo com Chaboussou (1987), ao se realizar uma adubação amoniacal, inicia-se uma diminuição da proteossíntese, tornando os teores de aminoácidos e açúcares mais elevados em tecidos foliares, transformando as plantas mais atrativas aos parasitas. Além disso, pode-se analisar de um lado econômico os atuais manejos de adubação: em nosso país, entre 2009 e 2011, houve um aumento de 18,35% no uso de fertilizantes, o que equivale a mais de 4 milhões de toneladas (Conab, 2012).

Este crescente aumento no consumo de agrotóxicos ocasiona uma alta nos preços. A Conab indica que, de 2009 a 2011, os valores médios pagos por uma tonelada de ureia no Paraná subiram 25,9%, não levando em conta seu transporte até a propriedade. Com a condição atual, agricultores, mesmo os usuários de sistemas convencionais, vêm buscando alternativas para o uso de fertilizantes químicos. Uma das opções mais viáveis é o uso da fixação biológica de nitrogênio (FBN). Este método está disseminado no plantio de algumas culturas, principalmente quando tratamos de *Fabaceae*, mais conhecida por leguminosas, como é o caso da soja, que apresenta significativo aumento na produtividade com esta substituição. Este exemplo descreve de forma eficaz os benefícios econômicos da implementação da inoculação de estirpes de rizóbio especializadas na FBN, pois houve uma economia de cerca de US\$ 4 bilhões na safra 2007/2008, numa área cultivada de 22 milhões de hectares (Anda, 2008; Conab, 2008; Hungria et al., 2007) equivalendo a US\$ 181,82 ha⁻¹.

No Brasil, a cultura da soja corresponde a 99% dos inoculantes rizobianos produzidos, apesar de estudos demonstrarem sua eficácia em diversas outras culturas, em especial as produzidas pela agricultura familiar. Este é o caso do feijão-caupi, que possui muitos estudos comprovando a viabilidade do uso da FBN. Por

possuir baixo aporte tecnológico e ser um cultivo adotado principalmente para a subsistência, a informação se torna de difícil acesso aos agricultores familiares, responsáveis pela quase totalidade dos cultivos desta espécie (Moreira; Siqueira, 2006).

Assim, o objetivo deste trabalho foi estudar o desempenho de duas cultivares de feijão-caupi, com a inoculação de diferentes estirpes de rizóbio, na região de Maringá, bem como verificar o grau de associação e desempenho destas cultivares, num sistema agroecológico de produção, podendo levar informações importantes aos agricultores de nossa região, pois pouco se sabe sobre o comportamento destas estirpes e cultivares em nosso estado, em especial no sistema agroecológico.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Agricultura familiar

Em 24 de julho de 2006, foi regulamentada a lei da agricultura familiar, por meio da Lei Nº 11.326, que estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais no Brasil, considerando agricultor familiar aquele que pratica atividades no meio rural, apresentando simultaneamente área até quatro módulos fiscais (a média do módulo fiscal para o estado do Paraná é de 18,6 ha). A mão-de-obra deve ser predominantemente familiar nas atividades econômicas do seu estabelecimento. O percentual da renda familiar originada de atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento deve ser mínimo, na forma definida pelo Poder Executivo e o produtor deve dirigir seu estabelecimento com sua família.

Antes da Lei 11.326, o termo mais usado para esta categoria de agricultor era “pequeno agricultor”, termo considerado por muitos como pejorativo, pois poderia refletir a equivocada concordância do adjetivo com o sujeito. Além de oficializar uma nomenclatura, a Lei possibilitou ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), de forma inédita, apresentar o caderno temático “Agricultura Familiar: Primeiros Resultados”, fruto da cooperação do MDA com o IBGE, indicando a atual situação da agricultura familiar. Esse caderno possibilita ao governo federal embasamento para agir de forma que haja a incrementação de políticas públicas específicas, culminando na estruturação e no desenvolvimento desta modalidade de agricultura. Desde então, percebe-se um aumento nas pesquisas e investimentos em implementos produtivos voltados para esta área.

Segundo o Censo Agropecuário de 2006, foram levantados 4.367.902 estabelecimentos de agricultura familiar que, apesar de representar 84,4 % do total, ocupavam apenas 24,3% (80,25 milhões de ha) da área ocupada por estabelecimentos agropecuários brasileiros. Estes dados vêm confirmar a desigualdade social, a má distribuição de terras e a disparidade da população brasileira. Ainda assim, a sua importância foi comprovada quando levantados os dados da produção dos itens da cesta básica, responsável por 87% da produção de mandioca, 70% da produção do feijão, 46% do milho, 38% do café, 34% do arroz, 21% do trigo e, na pecuária, 58% do leite, 59% do plantel de suínos, 50% das aves e

30% dos bovinos. Apesar de dispor de áreas menores, a agricultura familiar é responsável por garantir boa parte da segurança alimentar do país, como importante fornecedora de alimentos para o mercado interno.

2.2. Agroecologia

Segundo Primavesi (2003), a “Revolução Verde”, lançada em 1961 pelo presidente Kennedy sob o lema "Alimentos para a Paz", trouxe para a agricultura produtos químicos industriais pela primeira vez na história, com o argumento de “acabar com a fome mundial”. A tecnologia em uso foi desenvolvida para os solos de clima temperado e transferida para os trópicos sem modificação, mesmo sendo ecossistemas completamente diferentes. Tratando-se de um convênio entre agricultura e indústria, a agricultura mecânica-química ficou conhecida como "convencional". A agricultura, que antes se pagava, a partir da industrialização acabou ficando cara demais e vem trabalhando no vermelho desde então. Com a abertura deste grande e novo campo de negócios, a indústria teve um aumento nos ganhos e por sua vez os governos puderam arrecadar elevadas quantias em impostos, pagos pela indústria. Porém, com o aumento das dívidas da agricultura, parte dos impostos passaram a ser direcionados para subsídios aos agricultores (Primavesi, 2003). Os Estados Unidos e União Européia investem em torno de US\$ 350 bilhões de dólares como subvenções para sua agricultura, criando um ciclo vicioso de dependências (Barata, 2003).

Quanto à questão levantada, nos primórdios da “Revolução Verde”, sobre produzir alimento suficiente para a população mundial, contrariou-se por si só, pois hoje, segundo dados da FAO, a produção mundial de alimentos é suficiente para alimentar toda a humanidade e com sobras. Portanto, o problema não é a produção de alimentos, mas o acesso à renda que permita a sua aquisição. O desenvolvimento da agricultura convencional se deu pelo investimento em pesquisas, subsídios e estruturação por parte do governo durante os últimos cinquenta anos. Caso a agroecologia tivesse todo esse apoio, daqui a cinquenta anos a agricultura seria extremamente sustentável. Voltando à realidade brasileira, a agroecologia tem se desenvolvido principalmente em comunidades, cooperativas e organizações de agricultores que não têm acesso a crédito, à assistência técnica nem à tecnologia para seus sistemas de produção (Lacey, 2007).

Assim, pode-se verificar que, mesmo sem altos investimentos, a agroecologia vem se desenvolvendo, dando enfoque à diminuição do uso de insumos externos, por meio de práticas de rotação de cultura, consorciações e manejo adequado de solos e águas. Este modelo vem proporcionando às famílias não apenas segurança alimentar, mas também uma vida digna, sem depender de recursos externos. Este processo de desenvolvimento, juntamente com o impulso proporcionado por investimentos governamentais, tornará possível o que hoje ainda se diz uma “utopia”, uma produção agroecológica suficientemente grande para proporcionar alimentos a toda população mundial, quebrando o paradigma antes dito intransponível.

Analisando-se os princípios teóricos da agroecologia diante das características da produção familiar, verifica-se que a agroecologia se adéqua mais facilmente à realidade de sistemas de organização familiar da produção agrícola, na medida em que estes possuem estruturas de produção diversificadas e com um nível de complexidade desejado. Apesar de ocorrer uma diminuição inicial da produção quando em transição para este sistema, em propriedades familiares, esta redução inicial tem seu peso reduzido, posto que, para este modo de produção, a adoção de tecnologias se deu de forma menos intensiva. Nesses casos, ao contrário do que se observa com a produção empresarial, a adoção de tecnologias agroecológicas intensivas em mão-de-obra, mas pouco intensivas em capital, pode determinar ganhos de produtividade e redução do risco econômico da atividade agrícola (Assis, 2006).

Porém, para produzir no sistema agroecológico, não basta abandonar o uso de agroquímicos, mas encontrar formas alternativas e viáveis para a transição, evitando apenas a troca de pacotes industriais. Sabe-se que o nitrogênio é uma das grandes necessidades nutricionais das plantas e concentra um dos maiores gastos, havendo uma extrema dificuldade para se conseguir uma forma ecológica e barata deste elemento. Assim, o uso da FBN contribui de forma extremamente positiva para a resolução destes problemas, principalmente quando tratamos de sistema agroecológico, no qual adubos quimicamente sintetizados e esterco de animais de criações convencionais não podem ser usados, além de ser necessária a compostagem destes resíduos, mesmo quando oriundos de áreas agroecológicas.

Quando em transição para um modelo agroecológico, solos que inicialmente eram tratados apenas como mais um insumo começam a ser tratados como um

organismo vivo, cuja viabilidade depende da macro e micro biodiversidade. Plantas daninhas, pragas e doenças passam a ser tratadas como indicadores de manejo inadequado. Mas, para que isto ocorra, alguns passos devem ser tomados e um deles é reviver o solo, usando inicialmente inoculantes. Posteriormente, como não haverá uso de agrotóxicos que possam eliminar estes microrganismos, estes se proliferarão e permanecerão na área, principalmente se o solo permanecer com cobertura.

2.3. Origem

A espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp tem sua origem de regiões de clima tropical e subtropical. Segundo Rachie e Rawal (1976), é originária da África, onde foram identificadas seis regiões de cultivo (Vaillancourt; Weeden, 1992; Gepts, 2002). Destas regiões, a Nigéria tem se destacado atualmente como a maior produtora mundial, sendo também cultivada na Ásia e nas Américas. Na Europa essa leguminosa já era consumida desde antes do descobrimento da América (Cubero, 2007). O centro primário de diversidade da espécie *V. unguiculata* (L.) Walp., segundo Steele e Mehra (1980) e Ng e Marechal (1985), situa-se no oeste da África, mais precisamente na Nigéria. Padulosi e Ng (1997) citam que, provavelmente, a região de Transvaal, na República da África do Sul, seja a região de especificação de *V. unguiculata* (L.) Walp.

O feijão-caupi era uma importante fonte de proteína para os romanos no século IV (Negri; Tosti, 1997; Tosti; Negri, 2002). Em 1568, já havia indicação da presença de muitos tipos de feijão no Brasil, fato que se confirmou em 1578, quando foi relatado que uma grande variedade de feijões e favas era cultivada no estado da Bahia, sendo os grãos e as vagens usados na alimentação humana, do mesmo modo como o era em Portugal e na Espanha. Embora nenhuma citação indicasse as cultivares de feijão utilizado, é bastante provável que o feijão-caupi estivesse entre elas. Nessa época, o comércio entre o Brasil e o oeste da África, de Guiné e Angola, era intenso, tornando-se ainda mais importante a partir de 1549, com a fundação da Bahia como capital administrativa (Gandavo, 2001).

Segundo Freire Filho et al. (2005), o feijão-caupi foi introduzido na América Latina, no século XVI, pelos colonizadores espanhóis e portugueses, primeiramente nas colônias espanholas e em seguida no Brasil, provavelmente no estado da Bahia.

Foi levado pelos colonizadores para outras áreas da região Nordeste, e para as demais regiões do País. Nas regiões centro oeste, sudeste e sul, sua introdução se deu pela imigração dos nordestinos para esta região. O seu uso é muito semelhante ao feijoeiro comum, porém se adapta melhor às condições climáticas dos trópicos semiárido, úmido e subúmido; portanto, deve ser considerada uma cultura complementar e não uma competidora do feijoeiro comum (Smartt, 1990). Durante esse longo período de presença em nosso país, as cultivares de caupi evoluíram e adaptaram-se a múltiplas situações ecológicas existentes e são hoje fontes de características agronômicas desejáveis nos trabalhos de melhoramento (Bevitori et al., 1992).

2.4. Produtividade e cultivares

O Brasil é o maior produtor mundial de feijões de vários gêneros e espécies, como também o maior consumidor. Consome toda a sua produção e ainda importa quantidades complementares à sua demanda, fato que o torna um importador líquido desse produto (Silva, 2007). Dentre as espécies de feijão produzido, o caupi é o feijão mais produzido na região Nordeste, com área que corresponde a aproximadamente 60% da área total de feijão. A área colhida, a produção e a produtividade oscilam muito de ano para ano, em virtude, principalmente, das variações climáticas. Entre 1993 e 2001, a média anual da área colhida foi de 1.355.184 ha, a produção 429.375 t, e a produtividade, relativamente baixa, na faixa de 300 a 400 kg ha⁻¹ (Freire Filho et al., 2005; IBGE, 2006).

Comparada a outras culturas, o feijão-caupi tem o seu potencial genético pouco explorado. Entretanto, já foram obtidas, em condições experimentais, produtividades de grãos secos acima de 3 t ha⁻¹ (Bezerra, 1997) e, segundo Freire Filho et. al. (2005), a expectativa é de que seu potencial genético ultrapasse as 6 t ha⁻¹. Porém, para que isso ocorra, é necessário que haja um aumento significativo nas pesquisas envolvendo a cultura.

Apesar de ser considerada uma cultura tropical, compatível com as condições ecológicas locais, ainda apresenta baixa produtividade, tanto no sistema solteiro como no consorciado (Miranda et al., 1996). Dentre as principais causas que limitam a produtividade do feijão-caupi no Nordeste, merece destaque o emprego de cultivares tradicionais com baixa capacidade produtiva (Aquino e Nunes, 1983). A

baixa produtividade observada pode estar ocorrendo porque geralmente são utilizadas as mesmas cultivares, tanto para produção de grãos verdes, quanto para grãos secos, contribuindo para o baixo rendimento do feijão-caupi (Silva, 2007).

No estado da Paraíba, a baixa produtividade desta cultura está atribuída em parte à sua adaptação ecológica, mostrando a necessidade do conhecimento do aproveitamento hídrico das cultivares usadas na região, visando ao melhor aproveitamento da água disponível no solo, em combinação com a distribuição de chuvas (Oliveira et al., 2001).

No Brasil, as cultivares de caupi tradicionais são originadas, em sua maior parte, das introduções realizadas a há mais de quatro séculos de sementes advindas da África. As características das cultivares tradicionais são sementes grandes, tegumento liso e cores marrom, creme e branca. Tais características têm boa aceitação de mercado, mas a produtividade é baixa e há problemas de sensibilidade a pragas e doenças (Bevitoni et al, 1992). Nos anos 70, as cultivares mais utilizados foram: Riso do Ano, Rabo de Peba, Galanjão, Carrapu e Alagoano. Em 1971, havia duas cultivares melhoradas no Brasil: IPEAN V-69 e Seritó. Em 1992, estas eram em número de 28, provenientes de lançamento feitos pelas empresas de pesquisas, unidades regionais da Embrapa e Universidades (Santos, 2003).

Com um programa cooperativo de melhoramento em arroz, feijão e caupi, o Cnpaf/Embrapa realizou o lançamento de várias cultivares de caupi entre eles estão, IPA 201, Emapa 821, IPA 202, Emapa 822, Epace 1, Epace 6, BR1-Poty, BR 6-Serrano, BR 4-Rio Branco, CNC 0434, BR 5-Canaverde e BR 8 Caldeirão. Nenhuma destas foram indicadas para semeadura no estado do Paraná (Santos, 2003); acredita-se que por falta de testes. Vieira (2000) estudou o comportamento do caupi na primavera e verão na Zona da Mata no estado de Minas Gerais e confirmou a importância dos elementos climáticos para a indicação de cultivares para as distintas regiões e épocas do ano. Andrade et al. (2000) estudaram o comportamento das cultivares ou linhagens tradicionais e melhorados de caupi (BR 17, BR 14, EEC, Produtor, Vita 7, BR 10 e BR 7), semeado em duas épocas, em São Francisco do Itabapoana na Região Noroeste Fluminense. Com relação à produtividade de grãos secos, comprovou-se a superioridade dos materiais introduzidos BR 17 (Gurguéia), Br 14 (Mulato) e Linhagem TVU 5050-07C, com percentuais de acréscimo em

relação ao material do produtor na ordem de 50,8%; 30,7% e 19,1%, respectivamente.

2.5. Fertilidade e adubação de solos

O feijão-caupi tem como sua principal região produtora o Nordeste brasileiro, normalmente cultivado em solos que possuem limitações de fertilidade, além de problemas com acidez e em alguns casos com salinidade e altos índices de alumínio trocável. O principal fator limitante nesta região é o fósforo, pois o nitrogênio pode ser suprido pela FBN (Freire Filho, 2005).

Quadro 1 - Teores foliares de macro e micronutrientes adequados e deficientes para o feijão-caupi e quantidade necessária de nutrientes para a produção de uma tonelada de grãos

Elementos	Adequado	Deficiente	Quantidade
Macro	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	Kg.ha ⁻¹
N	19,7±1,3	12,8±1,3	68
P	1,4±0,3	0,2±0,1	10
K	32,0±3,6	6,4±1,0	82
Ca	53,8±4,1	17,9±2,4	45
Mg	6,6±1,4	1,4±0,5	15
S	1,5±0,4	0,5±0,1	8
Micro	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	g.ha ⁻¹
B	202±31	44±25	30
Cu	6,0±0,9	5±1,2	3
Fe	817±103	337±31	1.855
Mn	418±21	24±6	15
Mo	0,24±0,05	0,20±0,08	7
Zn	43±9	24±5	10

Fonte: Oliveira e Dantas (1984).

Para realizar a adubação adequada, é necessário análise do solo, visando a detectar suas principais necessidades para aumento na quantidade de grãos produzidos.

O Quadro 1 indica os teores foliares dos nutrientes em plantas consideradas em crescimento adequado e outra num desenvolvimento deficiente. Além disso,

verifica-se as necessidades nutricionais das plantas de caupi determinadas pela quantidade de nutrientes que estas extraem, durante o seu ciclo, para produzir uma tonelada de grãos. Esta extração total dependerá, portanto, da concentração de nutrientes nos grãos e na folha. Assim, será necessário colocar à disposição da planta a quantidade total de nutrientes, que devem ser fornecidos pelo solo e por meio de adubações. O Quadro 1 também informa a quantidade necessária de nutrientes de uma adubação de manutenção, dados médios obtidos por Oliveira e Dantas (1984) dos experimentos conduzidos com teores de macro e micronutrientes para a produção de uma tonelada de caupi.

2.6. Fixação biológica de Nitrogênio (FBN)

O processo de fixação de nitrogênio atmosférico por bactérias do gênero *Rhizobium* já é conhecido há longo tempo. Pesquisadores da Embrapa Agrobiologia, liderados por uma das maiores especialistas em Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN), a Dr^a Johanna Döbereiner, concluíram que 70% do nitrogênio consumido podem provir da atmosfera, tendo como responsável a fixação de nitrogênio realizada por bactérias endofíticas. Essa descoberta gerou uma alternativa de fixação biológica de nitrogênio para várias espécies (Azeredo, 2000).

O feijão-caupi possui uma grande variabilidade genética que o torna versátil, sendo usado para várias finalidades e diversos sistemas de produção. É possuidor também de uma grande plasticidade, adaptando-se bem a diferentes condições ambientais, com uma grande capacidade de fixar nitrogênio atmosférico, por meio de simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium* (Freire filho et al., 2005). Freire Filho et. al. (2005) afirmam que o feijão-caupi pode estar em simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*, as quais fornecem a capacidade de fixação de nitrogênio atmosférico na planta. Este gênero de bactérias nodulantes apresenta a habilidade de fixar o nitrogênio (N_2) atmosférico, quando em associação com determinadas espécies da família *Fabaceae*, propiciando a formação de estruturas especializadas, denominados “nódulos”, que se localizam nas plantas em simbiose.

A fixação biológica do nitrogênio (FBN) é caracterizada pela conversão do nitrogênio gasoso (N_2) em nitrogênio amoniacal (NH_4), forma disponível às plantas (Soares, 2007). Esse processo ocorre como resultado da associação simbiótica entre as plantas leguminosas e bactérias específicas que se associam às raízes das

mesmas, formando nódulos que servem para acúmulo deste nutriente. Assim que a simbiose é estabelecida, a planta fornece fotoassimilados à bactéria, recebendo em troca produtos nitrogenados (aminoácidos, ureídeos) provenientes da fixação de N₂ (Schubert, 1986).

Diversas vantagens são obtidas por esse processo, desde o aumento da produção vegetal até a contribuição para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas, a recuperação de áreas degradadas, o incremento da fertilidade e da matéria orgânica do solo. Entretanto, sua principal vantagem em curto prazo está associada à economia no uso de fertilizantes nitrogenados industrializados (Rumjanek et al., 2005).

Para que a utilização dessas espécies seja bem sucedida, é necessário utilizar estirpes de rizóbio eficientes na fixação de N₂, levando-se em conta, entre outros fatores, a competição com populações nativas estabelecidas no solo e a adaptação às condições ambientais locais (Soares et al., 2006). Outros fatores podem prejudicar a nodulação: pH, umidade, temperatura, fatores biológicos, salinidade, nitratos, pesticidas, herbicidas e metais pesados (Castro, 2000).

Devido à existência de uma grande diversidade de espécies nativas de bactérias fixadoras de nitrogênio, que o fazem em baixo grau de eficiência, é necessária a obtenção de estirpes de rizóbio de alta qualidade, capazes de sobreviver e competir pela fixação eficiente do nitrogênio atmosférico na leguminosa alvo (Figueiredo et al., 2001). A seleção dessas estirpes é uma etapa de fundamental importância na produção de inoculantes comerciais para inoculação com estirpes eficientes, buscando o melhor desenvolvimento das plantas no campo (Jesus et al., 2005).

A FBN é reconhecidamente eficiente em feijão-caupi que, quando bem nodulado, pode dispensar outras fontes de nitrogênio (N) e ainda assim atingir altos níveis de produtividade (Minchin et al., 1981; Neves et al., 1982). Estimativas da contribuição da FBN no campo são, entretanto, bastante variáveis, tendo sido obtidos valores numa faixa de 40% a 90% do total de N acumulado pela cultura. Essa variabilidade pode ser atribuída aos níveis de N disponíveis no solo, uma vez que, diante de maior disponibilidade desse elemento, costuma ocorrer redução da nodulação e conseqüentemente da FBN (Freire Filho et al., 200/05).

De acordo com Rumjanek et al. (2005), no feijão-caupi, quando bem nodulado, a fixação biológica de nitrogênio pode dispensar outras fontes de

adubação deste nutriente essencial à planta e mesmo assim atingir altos níveis de produtividade, contribuindo para uma diminuição dos custos de produção. Permite aos agricultores familiares no sistema orgânico ou não, maior chance de competir no mercado produtor, uma vez que os agricultores familiares destacam-se como os maiores produtores deste tipo de feijão em nosso país.

No Brasil, o feijão-caupi não costuma receber adubação nitrogenada, porém, caso a produtividade atual fosse mantida à custa da aplicação de adubo nitrogenado, seria necessário um investimento equivalente a cerca de US\$ 13 milhões somente para a região Nordeste do Brasil, o que indica a magnitude da contribuição da FBN para essa cultura em condições de campo (Freire Filho et al., 2005).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização

Os experimentos foram conduzidos no período de março a junho de 2011, na Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI) da Universidade Estadual de Maringá (UEM), na área pertencente ao Grupo de Agroecologia de Maringá (GAAMA), que fica localizada no distrito de Iguatemi, município de Maringá – PR. Possui as seguintes coordenadas geográficas: 23° 21' 08" de latitude Sul e 52° 04' 12" de longitude Oeste, conforme imagem aérea na figura 1, com 558 m de altitude e clima temperado úmido, com verões quentes, segundo classificação climática de Köppen-Geiger (1936).



Figura 1 - Imagem aérea ilustrativa da área em estudo.
Fonte: Google Earth 2012.

3.2. Tratamentos

O material vegetal está caracterizado no Quadro 3, sendo constituído pelas cultivares BR17 Gurguéia, porte enramador, sementes esverdeadas (Figura 2), e a outra cultivar, utilizada por agricultores na região de Campos de Goytacazes – RJ, denominada Produtor, de porte enramador, sementes rajadas (Figura 3), ambas de

hábito de crescimento indeterminado. Todas obtidas no Banco de bactérias do laboratório de microbiologia da Universidade Federal de Lavras – MG. Pode-se visualizar suas diferenças nas imagens da Figura 4. Os inoculantes estão caracterizados no Quadro 2, utilizados via sementes das cultivares: UFLA 03-164, BR 3267, BR 3302 (UFLA 03-84), INPA 03-11b (BR3301) e a UFLA 03-154.

Quadro 2 - Dados das estirpes de rizóbio inoculadas via semente

Estirpes	Caráter		
	SEMIA	Gênero	Instituição
UFLA 03-164 ¹	Não	<i>Bradyrhizobium</i>	UFLA
BR 3267 ²	6462	<i>Bradyrhizobium</i>	Embrapa
BR 3302 ²	6461	<i>Bradyrhizobium</i>	Embrapa e UFLA
INPA 03-11b ²	6463	<i>Bradyrhizobium</i>	IMPA e Embrapa
UFLA 03-154 ¹	Não	<i>Bradyrhizobium</i>	UFLA

¹Segundo Moreira, comunicação oral.

²Segundo o MAPA.

Os inoculantes foram fornecidos em veículo turfoso e concentração mínima de rizóbio, na ordem de 10^9 células g^{-1} de inoculante, sendo que a inoculação foi realizada na proporção de 500 g deste inoculante para cada 50 kg de sementes umedecidas em água potável, utilizando como ingrediente adesivo açúcar orgânico. A testemunha sem nitrogênio e sem turfa também foi umedecida nesta solução.

Quadro 3 - Características de genótipos de feijão-caupi obtidos no Centro Nacional de Pesquisa do Meio Norte da Embrapa, por meio da Pesagro. Estação Experimental de Campos – RJ

Caráter	Cultivares	
	Br17 (Gurgueia)	Produtor*
Hábito de crescimento	Indeterminado	Indeterminado
Tipo de porte	Enramador	Enramador
Nº de dias/floração	43 a 52	-
Cor de flor	Roxo	Roxo
Nível de inserção da vagem	-	-
Cor da vagem seca	Amarelada	Marrom
Comprimento da vagem	17	-
Nº de semente/vagens	15	-
Massa de 100 grãos	12.5	-
Cor de sementes	Esverdeada	Rajada
Nº de dias para colheita	75	90

* Características observadas por Andrade (2000).



Figura 2 - Imagem das vagens e sementes secas da cultivar Gurgueia de caupi.
Fonte: Fernandes (2012).

Os inoculantes utilizados são os recomendados pelo Mapa (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) e Relare (Rede de Laboratórios para Recomendação, Padronização e Difusão de Tecnologia de Inoculantes Microbianos de Interesse Agrícola). Estas estirpes de rizóbio foram obtidas no Banco de Bactérias do Laboratório de Microbiologia da Universidade Federal de Lavras – MG. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados. Foram usadas três testemunhas: com adubação nitrogenada (20 kg ha^{-1} de N na forma de urina bovina); sem adubação nitrogenada e sem inoculação; e sem adubação nitrogenada e sem rizóbio, mas com turfa. Cada parcela constituiu-se de quatro linhas de 4,0 m de largura por 4,0 m de comprimento de área, com espaçamento de 1,0 m entre as linhas e 8 plantas por metro linear com semeadura manual.



Figura 3 - Imagem das vagens e sementes secas da cultivar Produtor de caupi.
Fonte: Fernandes (2012).



Figura 4 - Imagem comparativa entre as cultivares Produtor e Gurgueia de caupi. Fonte: Fernandes (2012).

3.3. Preparo da área e tratos culturais

A área utilizada apresenta certificação orgânica pelo Instituto Brasileiro de Biodinâmica (IBD). Assim, apenas manejo agroecológico é permitido na mesma. O preparo do solo foi constituído por uma capina manual para eliminação das plantas daninhas. Em seguida foi realizada gradagem, para facilitar a abertura das covas. A análise de solos, visualizada no Quadro 4, foi previamente realizada em janeiro de 2011, mostrando-se desnecessária uma adubação de correção para a cultura do feijão-caupi, pois o nível de pH foi considerado fracamente ácido e as quantidades de $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ trocáveis, P disponível, K^+ trocável e Al^{3+} trocável apresentaram respectivamente índices, médio, alto, alto e baixo (Freire Filho et al. 2005).

Para melhor compreender a análise, necessitou-se de breve histórico da área. Em 2008, foi realizada subsolagem da área com a finalidade de descompactar o solo, juntamente com correção do pH e de nutrientes, respectivamente com calcário e termofosfato. Após a correção, foi plantado feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) como adubo verde e depois roçada e deixada em pousio. Em 2009, foi plantado guandu como adubo verde e, posteriormente, a área foi deixada em pousio. Em 2010, foi plantado um mix de aveia preta e nabo forrageiro e novamente houve um período de pousio até 2011, ano no qual se instalou o experimento.

Portanto, a adubação de plantio foi com aplicação de 250kg ha^{-1} de termofosfato (Yoorin Master 1), com base na exigência de Ca^{2+} (45kg ha^{-1}) para a produção de uma tonelada de grãos. Assim, as exigências de fósforo (10 kg ha^{-1}), magnésio (15 kg ha^{-1}), boro (30 g ha^{-1}), cobre (3 g ha^{-1}), manganês (15 g ha^{-1}) e zinco (10 g ha^{-1}) todas para a produção de uma tonelada de grãos, também foram

supridas. Usou-se também 8,1 kg.ha⁻¹ de enxofre agrícola (99% S) para a exigência de enxofre. As adubações de potássio (K) e molibdênio (Mo) são indicadas na agroecologia apenas quando seus índices se apresentam baixos. Verificou-se, segundo análise, que o potássio está em nível alto. Por não haver histórico de deficiência na área, não foi realizada a adubação com molibdênio. A adubação de plantio foi realizada em 7 de março de 2011, unicamente com termofosfato (Yorin Master) e enxofre em pó.

Quadro 4 - Análise de solo. Ca, Mg, Al extraídos com kcl 1 mol L⁻¹; H⁺+Al³⁺ pelo método SMP; P, K, Fe, Zn, Cu e Mn extraídos com Mehlich 1; S-SO₄²⁻ extraído pelo método Fosfato Monocálcico; C pelo método Walkley & Black. UEM – 2011

Profundidade	pH (H ₂ O)	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺	K ⁺	SB	CTC
	cmol _c dm ⁻³						
0 - 20 cm	6,2	1,51	0,80	0,00	2,54	0,19	2,50	5,04
20 - 40 cm	6,0	1,54	0,74	0,00	2,73	0,13	2,41	5,14
Profundidade	C	V	P	Fe	S-SO ₄ ²⁻	Cu	Mn	Zn
	g dm ⁻³			mg dm ⁻³			
0 - 20 cm	4,74	49,60	19,1	97,64	5,16	3,13	68,34	2,68
20 - 40 cm	3,16	46,89	8,0	189,60	3,93	3,43	58,26	1,31

Fonte: Laboratório de solos, UEM.

O plantio foi realizado no dia 12 de março de 2011, com a reabertura dos sulcos previamente adubados. Houve ocorrência de chuva apenas na semana seguinte ao plantio (18/03/2011), com emergência das plantas culminando três dias após a chuva. Vinte dias após a germinação, foi realizada a adubação nitrogenada de cobertura, seguindo recomendações de Freire Filho (2005). Porém por ser área certificada, não foi possível o uso de adubos químicos, por isso foi usada urina de vaca (2% de N), sendo necessários 1,6 litros de urina para cada área de 16 m², aplicada na forma líquida nos sulcos laterais. Uma nova capina manual foi realizada 37 dias após a semeadura.

No início do florescimento, foi realizado molhamento eventual com uso de mangueira. Por ocasião do florescimento, foram coletadas dez plantas por parcela para análise.

3.4. Avaliações

As variáveis avaliadas neste período foram:

a) número de nódulos, determinado por meio da contagem manual dos nódulos de dez plantas, coletadas com raízes intactas, no início da florada;

b) massa seca dos nódulos, obtido a partir da pesagem dos nódulos retirados para contagem da nodulação, os quais foram secos em estufa de circulação forçada de ar em temperatura de 65°C durante 48 h;

c) média da massa seca de um nódulo, avaliada por meio através da relação entre peso seco dos nódulos e o número de nódulos, sendo o resultado expresso em mg nódulo⁻¹;

d) peso seco da parte aérea e da raiz. A parte aérea (caule e folhas) e a raiz de três plantas foram coletadas, secas em estufa de circulação forçada de ar a 65°C, durante 72 horas;

A colheita foi em julho da cultivar BR17 e em agosto da cultivar Produtor.



Figura 5 - Imagem das avaliações das cultivares Produtor e Gurgueia de caupi. Fonte: Fernandes (2012).

Na colheita, as características avaliadas foram:

a) número de vagens por planta, resultante da relação do total de vagens de dez plantas da área útil;

b) rendimento de sementes, obtido da produção da área útil, sendo o mesmo corrigido para 13% de umidade e expresso em kg ha^{-1} ;

c) número de plantas por hectare, resultante da relação do total de plantas da área útil de cada tratamento.

Posteriormente à obtenção dos dados, estes foram submetidas à análise de variância, empregando-se o programa de análise estatística SISVAR. As médias foram comparadas pelo teste de Student-Newman-Keuls ($p < 0,05$).

Foi realizada uma comparação entre a produção no sistema agroecológico, utilizando-se como fonte de nitrogênio a urina bovina e o inoculante.

A avaliação econômica dos tratamentos foi feita por meio da análise de custo e do retorno, verificando-se os custos de inoculantes e adubação nitrogenada. Além disso, considerou-se um acréscimo de 10% para a produção agroecológica, percentual normalmente aplicado pelos agricultores sobre os preços dos produtos por serem agroecológicos, lembrando que, mesmo sendo usados métodos agroecológicos na testemunha com adubação nitrogenada, esta foi a forma encontrada de simular a aplicação de ureia, cuja utilização está proibida nesta área, por ser certificada pelo IBD.

Assim, foi realizada, em meados de dezembro de 2011, uma média de preços do feijão-caupi no município de Maringá (empórios, sacolões e feira do produtor), chegando-se a um valor médio de R\$ 5,00 o kg, com venda direta ao consumidor. Já a ureia, quando comprada em sacos, tem seu preço aproximado em R\$ 1,69 kg^{-1} ; o termofosfato em R\$ 50,00 a saca de 50 kg; em R\$ 115,00 a saca de 25 kg de enxofre agrícola; em R\$ 8,00 ha^{-1} de inoculante.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Antes de iniciar as coletas dos dados no florescimento, observou-se, logo após a capina, aumento na população de pulgões e de *Diabrotica speciosa*, sendo a maior população nas parcelas adubadas com nitrogênio. Acredita-se que as mesmas estavam se alimentando das plantas daninhas. Como ficaram sem alimento, invadiram a cultura. Porém, também se verificou um aumento na população de inimigos naturais, em especial a joaninha *Coccinella septempunctata*, grande aliada no combate aos pulgões. Mesmo assim, evidenciou-se necessidade de um controle mais drástico. Porém, como havia previsão de chuva, resolveu-se esperar a reação das próprias plantas. No dia 1 de maio, houve ocorrência de chuva e, com ela, nos próximos dias, uma diminuição significativa das populações de pulgões e *Diabrotica speciosa*, tornando desnecessária uma intervenção.

No período do florescimento, ocorreu estiagem de mais de um mês, ocorrendo novamente aumento na população de pulgões e *Diabrotica speciosa*, sendo novamente verificada maior população em plantas oriundas da adubação nitrogenada. Contudo, após a chuva, as defesas das plantas demoraram a se reestabelecer e a população de pragas permaneceu alta, tornando necessária a aplicação de solução de óleo de nem (*Azadirachta indica*) numa concentração de 0,5%, suficiente para novamente normalizar as populações.

As primeiras avaliações, realizadas com dez dias após o florescimento, compreenderam: o peso da parte aérea planta⁻¹(g); o peso da raiz planta⁻¹(g); o número de nódulos planta⁻¹; o peso de nódulos para dez plantas (g); o peso nódulo⁻¹(g). As duas cultivares foram analisadas separadamente, pois suas colheitas se deram em momentos distintos, mesmo que todos os outros tratamentos culturais foram iguais, isto ocorreu principalmente pela diferenciação genética entre estas duas cultivares.

Estas diferenças se tornam visíveis com as análises dos dados para a cultivar BR17 (Gurgueia), pois houve diferenças significativas (p=0,05) na maioria das variáveis estudadas e isso não aconteceu com a cultivar Produtor, sendo que para esta não houve efeito significativo entre os tratamentos para nenhuma das variáveis (Quadro 5 e 7).

Assim, na análise isolada para a cultivar BR17, apenas a variável média da massa seca de um nódulo não apresentou diferença significativa entre os

tratamentos (Quadro 6). O número e o peso de nódulos secos são alguns dos critérios usados pela Relare na avaliação da eficiência simbiótica, pois, assim tem-se então um bom indício de que os tratamentos possuem eficiências próximas entre si. Na avaliação do peso de nódulos de dez plantas, percebeu-se (Quadro 6) que, apesar de não ter recebido inoculante e nem adubação nitrogenada, a testemunha sem nitrogênio e sem turfa teve um maior peso. (1,530g). Este peso superou estatisticamente todos os demais, evidenciando superioridade inesperada, mesmo sendo de área certificada pelo IBD. Esta diferença ocorreu devido as estirpes nativas. A estirpe BR 3267 (1,111g), além de se diferenciar desta testemunha, também se diferenciou da UFLA 03-164 (0,499g), que obteve o menor peso médio entre todas.

As diferenças mostraram que, apesar do peso de cada nódulo não se diferenciar estatisticamente, o dos nódulos de dez plantas diferenciou-se, mostrando grande variação nos pesos de cada nódulo até mesmo dentro da própria parcela. Isso pode ter ocorrido pela alta biodiversidade do solo que, mesmo com a inoculação, pode possuir estirpes com diferentes graus de adaptação à cultura em estudo e ao ambiente, modificando sua eficiência na FBN e no tamanho de nódulos (aumentando a variação).

Quando se comparam as médias de número de nódulos por planta, verifica-se que a estirpe BR 3267 (com 75,5 nódulos) foi significativamente superior às estirpes UFLA 03-154 (38,75 nódulos), a UFLA 03-84 (48,75 nódulos), a INPA 03-11B (32,5 nódulos), a UFLA 03-164 (30,25 nódulos) e as testemunhas com adubação nitrogenada e turfa (42,5 nódulos) e sem adubação nitrogenada e com turfa (33,75 nódulos), não se mostrando diferença significativa apenas da testemunha sem adubação nitrogenada e turfa. Ao verificar os pesos secos da parte aérea e das raízes, percebeu-se certa incompatibilidade nos dados, pois não foram as mesmas estirpes que apresentaram melhor resultado nas duas variáveis. Houve, para o peso seco das raízes, uma diferença significativa entre a UFLA 03-84 (com peso de 8,200g por planta) e a testemunha sem a adubação nitrogenada e com turfa (5,500g por planta). O peso seco da parte aérea teve como melhor resultado a UFLA 03-154 (128g por planta), que apresentou diferença significativa com a BR 3267 (75,75g por planta). Apesar da resposta não ter sido a mesma entre as duas variáveis, pode-se verificar que entre os outros tratamentos não houve diferença.

Quadro 5 - Resumo da análise de variância das variáveis: massa seca da parte aérea por planta (MSPA pl^{-1}), massa seca da raiz por planta (MSR pl^{-1}), número de nódulos por planta (NN pl^{-1}), massa seca de nódulos de dez plantas (MSN 10pl^{-1}) e média da massa seca de um nódulo (MSN), da cultivar Gurgueia submetida a diferentes tratamentos

F.V.	G.L.	Q.M.				
		MSPA pl^{-1}	MSR pl^{-1}	NN pl^{-1}	MSN 10pl^{-1}	MSN
Tratamento	7	1133,138393*	3,351776*	1039,781250*	0,393625*	0,000051
Repetição	3	341,531250	1,721908	338,531250	0,022830	0,000067
Resíduo	21	474,055060	0,984839	211,674107	0,068249	0,000041
Total corrigido	31					
C.V. (%)		20,46	14,87	31,87	28,29	29,27
Média geral:		106,40625	6,6738755	45,65625	0,9235312	0,0219063

Quadro 6 - Médias das variáveis obtidas no florescimento da cultivar Gurgueia: massa seca da parte aérea por planta (MSPA pl^{-1}), massa seca da raiz por planta (MSR pl^{-1}), número de nódulos por planta (NN pl^{-1}), massa seca de nódulos de dez plantas (MSN 10pl^{-1}) e média da massa seca de um nódulo (MSN), submetida a diferentes tratamentos

Tratamentos	Variáveis									
	MSPA pl^{-1} (g)		MSR pl^{-1} (g)		NN pl^{-1}		MSN 10pl^{-1} (g)		MSN (g)	
UFLA 03-154	128,00	b	7,33600	ab	38,75	a	0,81400	ab	0,02200	a
BR 3267	75,75	a	5,94725	ab	75,50	b	1,11075	b	0,01475	a
S N e C T	125,50	ab	5,49975	a	33,75	a	0,66825	ab	0,01950	a
UFLA 03-84	107,25	ab	8,20050	b	48,75	a	1,02425	ab	0,02150	a
INPA 03-11B	108,25	ab	6,52875	ab	32,50	a	0,78900	ab	0,02500	a
UFLA 03-164	111,75	ab	6,32575	ab	30,25	a	0,49925	a	0,02200	a
C N e C T	100,25	ab	6,06000	ab	42,50	a	0,95300	ab	0,02525	a
S N e S T	94,50	ab	7,49300	ab	63,25	ab	1,52975	c	0,02525	a

S N e C T, C N e C T, e S N e S T são, respectivamente, as testemunhas sem adubação nitrogenada e com turfa, com adubação nitrogenada e com turfa e sem adubação nitrogenada e sem turfa.

Estes resultados mostraram que, mesmo que em algumas variáveis sejam apontadas superioridades em determinadas estirpes, a testemunha com adubação nitrogenada não foi significativamente superior a nenhum dos outros tratamentos, incluindo as testemunhas sem a adubação nitrogenada. De acordo com o artigo, “Utilização do nitrogênio como fertilizante do solo, e da Fixação Biológica de Nitrogênio pelo feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) e Feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.)”, do professor Furtini Neto, da Universidade Federal de Lavras (2012 – artigo não publicado), a fixação simbiótica de nitrogênio fornece a maior parte do N acumulado nas plantas de feijão e caupi, seguida, em ordem decrescente, explicando a não diferenciação dos resultados com e sem nitrogênio.

Aparentemente, por se tratar de um solo manejado agroecologicamente, há neste uma biodiversidade natural com populações locais de rizóbios adaptadas ao ambiente. Porém, isso não impediu que em algumas variáveis determinados o inoculantes se mostrassem superiores a outro tratamento.

Na análise da cultivar Produtor verificou-se uma grande variabilidade dentro dos tratamentos. Essa variação não permitiu diferenças significativas (Quadro 7 e 8), indicando que estatisticamente não houve diferenças entre nenhuma estirpe testada. Porém, mesmo sem possibilitar uma diferença estatística, pode-se visualizar que em nenhuma das variáveis a testemunha com adubação nitrogenada possuiu média superior à testemunha sem adubação, indicando que não há necessidade de adubação nitrogenada nestas condições de teste, sendo que as estirpes locais de rizóbio foram suficientes para estatisticamente se igualar a ela.

Além disso, algumas observações foram realizadas de forma empírica (não pautada pautada em uma teoria determinada), como a flutuação das populações de insetos. Verificou-se que em todas as repetições da testemunha com adubação nitrogenada houve uma maior incidência de pulgões e de vaquinhas. Esta variação se deu, segundo Chaboussou (1987), pela diminuição da proteossíntese, tornando os teores de aminoácidos e açúcares mais elevados em tecidos foliares, transformando as plantas mais atrativas aos parasitas.

Outra constatação foi o aumento significativo destas populações em momentos de estiagem e quando se realizava uma capina.

Quadro 7 - Resumo da análise de variância das variáveis: massa seca da parte aérea por planta (MSPA pl^{-1}), massa seca da raiz por planta (MSR pl^{-1}), número de nódulos por planta (NN pl^{-1}), massa seca de nódulos de dez plantas (MSN 10 pl^{-1}) e média da massa seca de um nódulo (MSN), da cultivar Produtor, submetida a diferentes tratamentos

F.V.	G.L.	Q.M.				
		MSPA pl^{-1}	MSR pl^{-1}	NN pl^{-1}	MSN 10 pl^{-1}	MSN
Tratamento	7	3995,924107	1,848340	2190,553571	1,135949	0,000271
Repetição	3	2342,531250	4,048809	469,541667	0,610222	0,000104
Resíduo	21	1994,364583	1,239918	1827,398810	0,508697	0,000226
Total corrigido	31					
C.V. (%)		38,53	20,65	57,43	62,82	78,69
Média geral:		115,90625	5,392625	74,4375	1,1353438	0,0190938

Quadro 8 – Médias das variáveis obtidas no florescimento da cultivar Produtor: massa seca da parte aérea por planta (MSPA pl^{-1}), massa seca da raiz por planta (MSR pl^{-1}), número de nódulos por planta (NN pl^{-1}), massa seca de nódulos de dez plantas (MSN 10pl^{-1}) e média da massa seca de um nódulo (MSN), quando a variedade é submetida a diferentes tratamentos

Tratamentos	Variáveis				
	MSPA pl^{-1} (g)	MSR pl^{-1} (g)	NN pl^{-1}	MSN 10pl^{-1} (g)	MSN (g)
UFLA 03-154	69,00	4,59100	63,00	0,95475	0,01725
BR 3267	99,50	5,36675	85,00	1,84750	0,02275
S N e C T	122,50	6,48425	35,75	0,75100	0,02275
UFLA 03-84	174,50	5,39225	77,50	0,73100	0,01175
INPA 03-11B	142,75	5,90850	73,00	1,40500	0,01700
UFLA 03-164	102,25	5,84550	57,75	0,68075	0,03525
C N e C T	104,75	4,48575	89,25	0,74000	0,00800
S N e C T	112,00	5,06700	114,25	1,97275	0,01800

S N e C T, C N e C T, e S N e S T são, respectivamente, as testemunhas sem adubação nitrogenada e com turfa, com adubação nitrogenada e com turfa e sem adubação nitrogenada e sem turfa.

Quando analisamos um período de estiagem prolongado, observamos que as plantas, tanto as de interesse como as daninhas, acabam se debilitando. Assim, os parasitas que estavam se alimentando das plantas daninhas, agora debilitadas, passam a se reproduzir com maior eficiência. Com o crescimento da população, aumenta também o ataque às plantas de interesse, também estressadas. No caso da capina, possivelmente ocorreu um fenômeno parecido. Por ter ocorrido a remoção das plantas daninhas, que antes alimentavam as pragas, houve o favorecimento da migração para a cultura de interesse. Ao serem retiradas estas plantas, que historicamente têm evoluído simultaneamente com as pragas locais, houve a busca por um novo hospedeiro que, por não apresentar tanta eficiência no convívio, fica ainda mais susceptível aos parasitas oportunistas.

Por outro lado, quando a planta apresenta alta resistência ao ataque inicial, torna-se tolerante à infestação. Chaboussou (1987) explica que, quando as plantas mantêm a proteossíntese, os teores de radicais livres não aumentam, dificultando o incremento populacional e/ou provocando a redução da população.

Quadro 9 - Resumo da análise de variância das variáveis: número de plantas por hectare (N° de pl ha^{-1}), número de vagens por planta e produtividade por hectare (N° de vagem pl^{-1}) e produtividade por hectare (Produtividade ha^{-1}), da cultivar Gurgueia submetida a diferentes tratamentos

F.V.	G.L.	Q.M.		
		N° de pl ha^{-1}	N° de vagem pl^{-1}	Produtividade ha^{-1}
Tratamento	7	106556919,642857*	15,837455*	78320,910714*
Repetição	3	112044270,833333	4,343437	20605,458333
Resíduo	21	28748139,880952	2,903676	33677,291667
Total corrigido	31			
C.V. (%)		8,99	14,06	18,27
Média geral:		59609,375	12,1218750	1004,5625

Após a colheita, foram realizadas análises das variáveis número de plantas ha^{-1} , número de vagens $planta^{-1}$ e produção ha^{-1} (kg). As duas cultivares foram analisadas separadamente. Ao observar o Quadro 9 da ANAVA da cultivar Gurgueia, foi possível constatar diferenças significativas em todos os pontos. No Quadro 10, pode-se observar as diferenças estatísticas no número de plantas ha^{-1} . Apenas a estirpe BR 3267 com 63.125 $pl\ ha^{-1}$ se diferenciou

significativamente da testemunha sem adubação nitrogenada e com turfa com 50.937,5 pl ha⁻¹. As demais não apresentaram diferenças significativas entre elas e entre as outras. Entretanto, ao comparar com o número de vagens por planta⁻¹, verifica-se que a estirpe BR 3267 apresentou a menor média entre todas, diferenciando-se das demais significativamente.

Apesar do alto grau de sobrevivência das plantas, houve baixa produção, com a menor média entre todos os tratamentos, chegando a se diferenciar significativamente da testemunha sem adubação nitrogenada e sem turfa. E, assim como nos trabalhos realizados por Chagas Junior et. al. as produtividades de grãos inoculado com a estirpe BR 3302 foi uma das maiores, não se diferenciando significativamente da melhor produção entre os tratamentos.

Apesar de alguma cultivar se destacar positivamente, apenas uma se destacou negativamente, pela produção muito menor que as demais: a BR 3267, que possuiu uma amplitude de 440,75 kg ha⁻¹ quando comparada à testemunha sem adubação nitrogenada e sem turfa. As outras estirpes pouco variaram, podendo-se constatar novamente o efeito da grande biodiversidade do solo, pois, apesar de não haver inoculação e da não realização de uma adubação nitrogenada, as outras duas testemunhas não apresentaram diferenças estatísticas das demais, comprovando uma eficiência considerável das estirpes locais.

Quadro 10 - Médias das variáveis obtidas na colheita da cultivar Gurgueia: número de plantas por hectare (Nº de pl ha⁻¹), número de vagens por planta e produtividade por hectare (Nº de vagem pl⁻¹) e produtividade por hectare (Produtividade ha⁻¹), quando a variedade é submetida a diferentes tratamentos

Tratamentos	Variáveis					
	Nº de pl ha ⁻¹		Nº de vagem pl ⁻¹		Produtividade (Kg/ha ⁻¹)	
UFLA 03-154	61.562,5	ab	11,7625	a	1.009,25	ab
BR 3267	63.125,0	a	7,8750	b	682,25	a
S N e C T	50.937,5	b	14,6875	a	1.089,00	ab
UFLA 03-84	57.500,0	ab	13,3375	a	999,50	ab
INPA 03-11B	58.437,5	ab	12,6000	a	1.055,00	ab
UFLA 03-164	54.687,5	ab	13,0875	a	980,00	ab
C N e C T	65.312,5	a	11,5500	a	1.098,50	ab
S N e S T	65.312,5	a	12,0750	a	1.123,00	b

S N e C T, C N e C T, e S N e S T são, respectivamente, as testemunhas sem adubação nitrogenada e com turfa, com adubação nitrogenada e com turfa e sem adubação nitrogenada e sem turfa.

Quadro 11 - Resumo da análise de variância das variáveis: número de plantas por hectare (N° de pl ha^{-1}), número de vagens por planta (N° de vagem pl^{-1}) e produtividade por hectare (Produtividade ha^{-1}), da cultivar Produtor submetida a diferentes tratamentos

F.V.	G.L.	Q.M.		
		N° de pl ha^{-1}	N° de vagem pl^{-1}	Produção ha^{-1} (Kg)
Tratamento	7	88922991,071429	0,885703	26946,696429
Repetição	3	98763020,833333	0,751745	81154,041667
Resíduo	21	47684151,785714	1,820792	42230,613095
Total corrigido	31			
C.V. (%)		11,96	28,99	27,35
Média geral:		57734,375	4,65 46875	751,4375

Assim como ocorreu nos dados obtidos na semana da florada, as informações levantadas na colheita da cultivar Produtor também não apresentaram diferenças estatísticas em nenhuma das variáveis (Quadro 11). Pode-se desta vez verificar, no Quadro 12, que as diferenças estatísticas não surgiram pela baixa variação entre os tratamentos. Apesar de haver alguns destaques, como a estirpe UFLA 03-84, com uma produção de $921,75 \text{ kg } ha^{-1}$, isso não foi suficiente para poder afirmar que esta possui diferença significativa da testemunha sem adubação nitrogenada e sem turfa, a qual teve a menor média entre todas ($685,50 \text{ kg } ha^{-1}$).

Quadro 12 - Médias das variáveis obtidas na colheita da cultivar Produtor: número de plantas por hectare (N° de pl ha^{-1}), número de vagens por planta (N° de vagem pl^{-1}) e produtividade por hectare (Produtividade ha^{-1}), submetida a diferentes tratamentos

Tratamentos	Variáveis		
	N° de pl ha^{-1}	N° de vagem pl^{-1}	Produção ($Kgha^{-1}$)
UFLA 03-154	64.062,5	4,3375	730,25
BR 3267	50.312,5	4,8500	691,25
S N e C T	52.812,5	4,8500	688,50
UFLA 03-84	60.937,5	5,1250	921,75
INPA 03-11B	54.375,0	5,3625	821,25
UFLA 03-164	59.062,5	4,5125	751,50
C N e C T	60.937,5	4,1875	721,50
S N e S T	59.375,0	4,0125	685,50

S N e C T, C N e C T, e S N e S T são, respectivamente, as testemunhas sem adubação nitrogenada e com turfa, com adubação nitrogenada e com turfa e sem adubação nitrogenada e sem turfa.

Quadro 13 - Custo variável de produção da cultivar Gurgueia no sistema agroecológico comparado a uma produção no sistema convencional

Descrição	Unidade	Convencional*			Agroecológico	
		Preço unit (R\$)	Qtde	Total	Qtde	Total (R\$)
Calcário dolomídico	sc de 50 kg	15,00	1,50	22,50		
Superfosfato simples	sc de 50 kg	45,00	2,24	100,80		
Cloreto de potássio	sc de 50 kg	78,00	3,28	255,84		
Semente	kg	5,00	35,00	175,00	35,000	175,00
Enxofre	sc de 25 kg	115,00			0,320	36,80
Yorinmaster1	sc de 40 kg	45,00			0,625	28,13
Inoculante	200g	8,00			1,000	8,00
Ureia	sc de 50 kg	84,50	0,40	33,80		
Gradagem	Hora/máquina	80,00	2,00	160,00	2,000	160,00
Adubação	Hora/máquina	80,00	2,00	160,00	1,000	80,00
Adubação	Homem/dia	40,00	3,00	120,00	2,000	80,00
Plantio	Hora/máquina	80,00	2,00	160,00	2,000	160,00
Capinas	Homem/dia	40,00	3,00	120,00	3,000	120,00
Colheita	Homem/dia	40,00	6,00	240,00	6,000	240,00
Custo				1.547,94		1.087,92
Faturamento bruto				5.750,00		5.213,13
Adicional de comercialização 10%						
Faturamento bruto com adicional						5.734,44
Faturamento líquido				4.203,00	≠443,52 ha ⁻¹	4.646,52

* A produtividade usada foi com base em Xavier (2008) com 20 kg de N.

Assim, verifica-se que despesas com calcário dolomídico, superfosfato simples, cloreto de potássio e ureia ocorre apenas na produção convencional. No sistema agroecológico, usou-se enxofre mineral, termofosfato e inoculante. Além disso, com as diferenças de aplicação, foi diminuída uma hora por máquina e um homem por dia.

5. CONCLUSÕES

- a) As duas testemunhas sem adubação nitrogenada da cultivar Gurgueia apresentaram desempenho similar ao da testemunha com adubação nitrogenada.
- b) Apenas a estirpe BR 3267, inoculada na cultivar Gurgueia, destacou-se negativamente na produtividade, pois apresentou diferença significativa quando comparada à testemunha sem nitrogênio e sem turfa.
- c) Quando avaliada a cultivar Produtor, não houve diferença significativa entre os tratamentos.
- d) O solo com manejo agroecológico possui uma grande biodiversidade, como estirpes de rizóbio nativas. Nestas condições, percebeu-se que há necessidade de inoculação de rizóbio.
- e) A fixação biológica de nitrogênio foi suficiente para suprir as necessidades básicas deste nutriente e, portanto, não há necessidade de adubação nitrogenada para o feijão-caupi nestas condições.
- f) A eficiência da fixação biológica de nitrogênio, advinda das estirpes nativas, foi estatisticamente igual às das estirpes inoculadas.
- g) Economicamente, as cultivares sem adubação nitrogenada, num sistema agroecológico, tiveram um desempenho satisfatório, sem comprometimento da lucratividade, quando comparado ao sistema convencional.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, P.A.M.; FREIRE, F.J.; KUKLINSKY-SOBRAL, J.; SILVA, M.O.; COSTA, D.P.; BARBOSA, M.V.; SILVA, M.C.B. **Bactérias associadas ao feijão-caupi (*Vigna unguiculata*): isolamento e bioprospecção de bactérias metilotróficas facultativas.** Disponível em: <<http://www.eventosufrpe.com.br/jepex2009/cd/resumos/R0234-2.pdf>>. Acesso em: 27, novembro, 2010.

AQUINO, S.F.; NUNES, R.P. Estrutura genética de populações de caupi e suas implicações no melhoramento genético através da seleção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 18:399-412, 1983.

ASSIS, R.L. **Desenvolvimento rural sustentável no Brasil: perspectivas a partir da integração de ações públicas e privadas com base na agroecologia.** Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-80502006000100005&lang=pt>. Acesso em: 18, janeiro, 2012.

BARATA, G. Subsídios agrícolas dos ricos prejudicam países pobres. **Brasil rural: C&T no campo.** Disponível em: <http://www.comciencia.br/reportagens/agronegocio/02.shtml>. Acesso em: 22, abril, 2012.

BEVITORI, R.; NEVES, B.; RIOS, G.; OLIVEIRA, I.; GUAZELLI, R.A. Cultura do caupi. **Informe Agropecuário**, 16:12-20, 1992.

BEZERRA, A.A.C. **Variabilidade e diversidade genética em caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) precoce, de crescimento determinado e porte ereto e semi-ereto.** Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1997. 105p. Dissertação (Mestrado em Agronomia).

BRASIL - Ministério da Administração e Reforma do Estado. **Cadernos MARE da reforma do estado; caderno 2.** Disponível em: <http://www.planejamento.gov.br/secretarias/upload/Arquivos/publicacao/seges/PUB_Seges_Mare_caderno02.PDF>. Acesso em: 17, janeiro, 2012. 73 p.

BRASIL. **Lei 11.326**. Estabelece as diretrizes para a formulação da política nacional da agricultura familiar e empreendimentos familiares rurais. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11326.htm>. Acesso em: 17, janeiro, 2012.

CASTRO, I.V. Efeitos ecotoxicológicos dos metais pesados na fixação biológica do azoto em solos contaminados industrialmente. **Agris - FAO of the United Nations**, 1:165-194. 2000.

CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos**: a teoria da trofobiose. Porto Alegre: Fundação Gaia/ CAE Ipê, 1987. 272p.

CHAGAS JUNIOR, A.F.; RAHMEIER, W.; FIDELIS, R.R.; SANTOS, G.R.; CHAGAS, L.F.B. Eficiência agronômica de estirpes de rizóbio inoculadas em feijão-caupi no Cerrado, Gurupi-TO. **Revista Ciência Agronômica**, 41:709-714, 2010.

CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 7, Dezembro, 2011. 38p.

CONAB. **Relatórios de insumos agropecuários**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 7, Dezembro, 2011.

EMBRAPA. **Técnicas experimentais aplicadas às ciências agrárias**. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/59244648/15/Teste-de-SNK-Student-Newman-Keuls>>. Acesso em: 10, janeiro, 2012.

CUBERO, J.I. **Al otro lado del atlántico: España. Variedades tradicionales de leguminosas de grano para alimentación humana**. Córdoba, España: Etsiam, 2007. Disponível em: <<http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro09/Cap5-3.htm>>. Acesso em: 15, dezembro, 2011.

FERNANDES, F.A. **Imagens das cultivares Gurgueia e Produtor de feijão caupi**. 2012. Original digital. Coleção particular.

FIGUEIREDO, M.V.B.; EGÍDIO, B.N.; BURITY, H.A. Water stress response on the enzymatic activity in cowpea nodules. **Brazilian Journal of Microbiology**, 32:195-200, 2001.

FREIRE FILHO, F.R.; LIMA, J.A.A; RIBEIRO, V.Q. **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa, 2005. 519p.

FURTINI NETO, A.E. **Utilização do nitrogênio como fertilizante do solo e da fixação biológica de nitrogênio pelo feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) e Feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Lavras, MG, 2012. (Trabalho não publicado).

GANDAVO, P.M. **Tratado da terra do Brasil, Tratado segundo. Das coisas que são gerais por toda Costa do Brasil**. Disponível em: <http://objdigital.bn.br/Acervo_Digital/livros_eletronicos/tratado.pdf>. Acesso em: 7, Dezembro, 2011.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2006: Grandes regiões e unidades da Federação I**. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 777p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2006: agricultura familiar – primeiros resultados**. Rio de Janeiro: IBGE, 2009a. 265p.

JESUS, E.C.; SCHIAVO, J.A.; FARIA, S.M. Dependência de micorrizas para anodulação de leguminosas arbóreas tropicais. **Revista Árvore**, 29:545-552, 2005.

LACEY, H. Há alternativas ao uso dos transgênicos? **Novos estudos– CEBRAP**, n. 78. Julho de 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-33002007000200005&lang=pt>. Acesso em: 18, janeiro, 2012.

MATOS FILHO, C.H.A. **Análise genética de caracteres relacionados à arquitetura de planta em feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)**. Piauí:

Universidade Federal do Piauí, 2006. 114p. Tese. (Doutorado em Genética e Melhoramento).

MINCHIN, F.R.; SUMMERFIELD, R.J.; NEVES, M.C.P. Nitrogen nutrition of cowpeas (*Vigna unguiculata*): effects of timing of inorganic nitrogen applications on nodulation, plant growth and seed yield. **Tropical Adriculture**, 58:1-12, 1981.

MIRANDA, P.; COSTA, A.F.; OLIVEIRA, L.R.; TAVARES, J.A.; PIMENTEL, M.L.; LINS, G.M.L. Comportamento de cultivares de *Vigna unguiculata* (L) Walp, nos sistemas solteiro e consorciado. IV – tipos ereto e semi-ereto. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, 9:95-105, 1996.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2. ed. Lavras: Universidade Federal Lavras, 2006. 729p.

NEGRI, V.; TOSTI, N. Collecting cowpea germplasm (*Vigna unguiculata* (L.) (Walp.) in the Trasimeno área (Umbria, Italy). **Plant Genetic Resources Newsletter**, 112:107-109, 1997.

NG, N.Q. Cowpea (*Vigna unguiculata*). In: SMART, J.; SIMMONDS, S. **Evolution of crops plants**. London: Longman, 1995. p. 326-332.

NG, N.Q.; MARÉCHAL, R. Cowpea taxonomy, origin germ plasm. In: SINCH, S.R.; RACHIE, K.O. **Cowpea research, production and utilization**. Chichester, John Wiley, 1985. p. 11-21.

OLIVEIRA, A.P.; ARAÚJO, J.S.; ALVES, E.U.; NORONHA, M.A.S.; CASSIMIRO, C.M.; MENDONÇA, F.G. Rendimento de feijão caupi cultivado com esterco bovino e adubo mineral. **Horticultura Brasileira**, 19:84-85, 2001.

OLIVEIRA, I.P.; DANTAS, J.P. **Sintomas de deficiências nutricionais e recomendações de adubação para o caupi**. Goiânia: Embrapa/Cnpaf, 1983. 23p.

PADULOSI, S.; NG, N.Q. Origin taxonomy, and morphology of *Vigna unguiculata* (L.) Walp. In: SINGH, B.B.; MOHAN, R.; DASHIELL, K.E; JACKAI, L.E.N. **Advances in Cowpea Research**. Tsukuba, Japão: JIRCAS, 1997. p. 1-12.

PORTO, M.F. **Agrotóxicos, saúde coletiva e insustentabilidade: uma visão crítica da ecologia política**. Ciência e Saúde Coletiva. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232007000100004. Acesso em: 17, janeiro, 2012.

PORTUGAL, A.D.O. **Desafio da agricultura familiar**. Revista Agroanalysis, março 2004. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/imprensa/artigos/2002/artigo.2004-12-07.2590963189/>>. Acesso em: 17, janeiro, 2012.

PRIMAVESI, A. Revisão do conceito de agricultura orgânica: conservação do solo e seus efeitos sobre a água. **Biológico**, 65:69-73, 2003.

PRIMAVESI, A. **Biodiversidade**. Caderno de consultoria científica do Centro de Pesquisa Mokiti Okada – CPMO. Disponível em: <www.cpmo.org.br/artigos/Biodiversidade_Primavesi.pdf>. Acesso em: 12, janeiro, 2012.

RACHIE, K.; RAWAL, K.M. **Integrated approaches to improving cowpeas, (*Vigna unguiculata* L. Walp.)**. Ibadan: IITA, 1976. 36p. (Technical Bulletin, 5).

RIBEIRO, V.V. **Efeitos de fungicida e produtos naturais sobre o desenvolvimento de *Fusarium oxysporum* f. sp. tracheiphilum em sementes de caupi**. Areia: Universidade Federal da Paraíba, 2008. 43p. Tese (Doutorado em Agronomia).

RUMJANEK, N.G.; MARTINS, L.M.V.; XAVIER, G.R.; NEVES, M.C.P. Fixação biológica de nitrogênio. In: FREIRE FILHO, F.R.; LIMA, J.A.A.; RIBEIRO, V.Q. **Feijão caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa Meio-Norte, 2005. p. 281-355.

SANTOS, E.B. **Época de semeadura de genótipos de feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) na região noroeste do estado do Paraná.** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2003. 39p. Tese (Doutorado em Agronomia).

SCHUBERT, K.R. Products of biological nitrogen fixation in higher plants: synthesis, transport and metabolism. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, 37:537-574, 1986.

SILVA, J.A. **Aplicação inicial de P₂O₅ no solo, avaliação em três cultivos sucessivos no feijão caupi.** Areia: Universidade Federal da Paraíba, 2007. 55p. Tese (Doutorado em Agronomia).

SMARTT, J. **Grain legumes: evolution and genetic resources.** Cambridge, Great Britain: Cambridge University Press, 1990. 333p.

SOARES, A.L.; PEREIRA, J.P.A.R.; FERREIRA, P.A.A.F.; VALE, H.M.M.; LIMA, A.S.; ANDRADE, M.J.B.; MOREIRA, M.S. Eficiência agronômica de rizóbios selecionados e diversidade de populações nativas nodulíferas em Perdões (MG). I – caupi. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 30:795-802, 2006.

SOARES, C.S. **Eficiência de estirpes de rizóbio no rendimento e qualidade fisiológica de sementes de feijão caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.).** Areia: Universidade Federal da Paraíba, 2007. 91p. Tese (Doutorado em Agronomia).

STEELE, W.M.; MEHRA, K.L. Structure, evolution and adaptation to farming system and environment in *Vigna*. In: SUMMERFIELD, D.R.; BUNTING, A.H. (eds.) **Advances in legume science.** London: England, Royal Botanic Gardens, 1980. p. 459-468.

TOSTI, N.; NEGRI, V. Efficiency of three PCR-based markers in assessing genetic variation among cowpea (*Vigna unguiculata* subsp. *unguiculata*) landraces. **Genome**, 45:268–275, 2002.

VAILLAN COURT, R.E.; WEEDEN, N.F. Chloroplast DNA polymorphism suggests nigerian center of domestication for the cowpea, *Vigna unguiculata* (Leguminosae). **American Journal of Botany**, 79:1194-1199, 1992.

VIEIRA, R.F.; CALDAS, M.T.; VIEIRA, C.; Comportamento do feijão – Fradinho na primavera – verão na zona da mata de Minas Gerais, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 35:1359-1365, 2000.

XAVIER, T.F.; ARAÚJO, A.S.F.; SANTOS, V.B.; CAMPOS, F.L. Inoculação e adubação nitrogenada sobre a nodulação e a produtividade de grãos de feijão-caupi. **Ciência Rural**, 38:2037-2041, 2008.

ZILLI, J.É.; VILARINHO, A.; ALVES, J.M.A. **A cultura do feijão-caupi na Amazônia brasileira**. Boa Vista: Embrapa, 2009. 356p.