

UFRRJ
INSTITUTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGRICULTURA ORGÂNICA

DISSERTAÇÃO

Desempenho agronômico do consórcio de milho e feijão-caupi, inoculado com rizóbio, conduzido sob manejo orgânico no município de Januária-MG

Sebastião Lourenço Henrique

2014



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA
ORGÂNICA**

**Desempenho agronômico do consórcio de milho e feijão-caupi,
inoculado com rizóbio, conduzido sob manejo orgânico no município
de Januária-MG**

SEBASTIÃO LOURENÇO HENRIQUE

Sob a Orientação do Professor
Dr. José Antonio Azevedo Espindola

e Co-orientação do Professor
Dr. Ednaldo da Silva Araújo

Dissertação submetida
como requisito parcial para
obtenção do grau de **Mestre
em Ciências**, no Programa
de Pós-
Graduação em Agricultura
Orgânica.

Seropédica, RJ
Maio de 2014

Henrique, Sebastião Lourenço, 1952

Desempenho agrônômico do consórcio de milho e feijão-caupi ,
inoculado com rizobio, conduzido sob manejo orgânico no município de Januária-
MG / Sebastião Lourenço Henrique – 2014. Xx f. : II.

Orientador: José Antonio Azevedo Espindola.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Instituto de Agronomia. Programa de Pós Graduação em Agricultura Orgânica

Bibliografia: f. 36-42.

1. Teses I. Espindola, José Antônio Azevedo II. Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro Programa de Pós Graduação em Agricultura Orgânica. III.
Título

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA ORGÂNICA

SEBASTIÃO LOURENÇO HENRIQUE

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM: 09 / 05/ 2014

José Antonio Azevedo Espindola. Dr. Embrapa Agrobiologia
(Orientador)

José Guilherme Marinho Guerra. Dr. Embrapa Agrobiologia

Anelise Dias. Dr^a. UFRRJ

DEDICATÓRIA

A minha esposa e amiga, Gislene Figueirêdo, pelo incentivo, paciência, amor e presença durante o curso e no desenvolvimento deste trabalho.

Ao meu filho Vinicius, minha nora Rimene e a minha adorável netinha Sara que juntos me proporcionaram momentos de paz e ânimo na caminhada desta jornada.

A minha mãe Dalva e as minhas Carmen e Lúcia que sempre me apoiaram e transmitiram muito amor durante todo o processo desta dissertação.

Aos produtores rurais que são a principal razão da minha empreitada na vida acadêmica agrária.

Aos meus amigos que contribuíram com o meu trabalho.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela dádiva da vida, por me tornar mais forte e capaz, e por todas as conquistas e superações concedidas.

Ao Prof. Dr. José Antonio Azevedo Espindola, meu orientador e amigo que vem compartilhando de todas as fases deste longo processo. Ao mesmo tempo em que questionou minhas certezas, deixou-me muito à vontade nas escolhas que venho fazendo.

Ao meus co-orientadore Ednaldo da Silva Araújo, que sempre respondeu as minhas ansiedades na busca do saber.

A minha amiga e professora Janaina Ribeiro Costa Rouws, que com sua paciência e dedicação auxiliou no desenvolvimento desta dissertação.

A minha amiga Dra. Norma Gouvea Rumjaneck, que nunca negou esforços em tirar minhas dúvidas sobre microbiologia do solo, o que enriqueceu muito minha aprendizagem.

Ao companheiro Josedir Lopes Araújo, que apoiou durante as atividades do experimento.

Aos meus familiares que, além de me apoiarem de diversas formas, contribuíram para deixar o dia-a-dia melhor.

A todos os professores do PPGAO, que vêm contribuindo com minha aprendizagem, principalmente ao professor José Guilherme Marinho Guerra, meus agradecimentos.

Ao secretário do PPGAO, Renato Fernandez do Amaral Lima, que com sua atenção e amabilidade me atendeu toda vez que necessitei.

Ao meu bolsista Jarbas Andrade, que me acompanhou em todo o desenvolvimento do experimento.

Ao companheiro de mestrado Jonas Torres Lima, que me apoiou nas dependências do Campus Januária IFNMG.

Ao Dr. Dejair Lopes de Almeida, que tem sido um exemplo de dedicação e profissionalismo em Agricultura Orgânica.

Aos mestrandos Josimar Batista e Leonardo Terra, pelo incentivo e apoio.

Aos amigos e parceiros Alberto Ferreira Berto e Hilton Galvão, que sempre me apoiaram na minha carreira profissional e, principalmente, no decorrer deste mestrado.

BIOGRAFIA

Nascido em 20 de janeiro de 1952 na cidade do Rio de Janeiro (RJ), filho de Walner Pereira Henrique e Dalva Lourenço Henrique, cursou o ensino primário na Escola Duque de Caxias e o ensino ginasial no Colégio Pedro II no Rio de Janeiro. Cursou o Segundo Grau no Colégio Técnico “Ildelfonso Simões Lopes”, da UFRRJ, onde se formou em Técnico Agrícola. Graduiu-se em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro no ano de 1975, e se especializou Solo e Meio Ambiente pela Universidade de Federal de Lavras, em 2007. Iniciou no curso de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica, em nível de mestrado, na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, em abril de 2012.

No decorrer de sua jornada profissional, obteve sucessos e frustrações com diversos empregos: como autônomo, extensionista da Emater/ MG, consultor, projetista e professor. Também atuou como produtor rural.

Atualmente, atua como professor do Instituto Federal de Educação Tecnológica do Norte de Minas Gerais, onde foi aprovado em concurso público em julho de 2009.

RESUMO

HENRIQUE, Sebastião Lourenço. **Desempenho agronômico do consórcio de milho e feijão-caupi, inoculado com rizobio, conduzido sob manejo orgânico no município de Januária-MG.** 2014. 53p. Dissertação (Mestrado Profissional em Agricultura Orgânica). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2014.

O produtor familiar predomina no município de Januária, na região Norte de Minas Gerais, com a baixa produtividade e perda por déficit hídrico em suas lavouras. Este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho agronômico do consórcio do milho cv. BRS Caatingueiro com o feijão-caupi cv. Itaim, com e sem aplicação de inoculante rizobiano, sob manejo orgânico. O experimento foi conduzido nas dependências do Campus de Januária, do Instituto Federal Tecnológico do Norte de Minas Gerais, com quatro repetições. Para realização da análise estatística, foram feitas duas análises de variância, sendo uma para o milho, em blocos ao acaso, com os seguintes tratamentos: monocultivo de milho, milho consorciado com feijão-caupi inoculado, milho consorciado com feijão-caupi não inoculado. Já para o feijão-caupi, o delineamento adotado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 2x2, onde os fatores corresponderam a sistemas de cultivo (monocultivo de feijão-caupi e feijão-caupi consorciado com milho) e níveis de inoculação com rizóbio. O consórcio de milho com feijão-caupi apresentou alto índice de eficiência de área. Tanto o feijão BRS Itaim quanto o milho BRS Caatingueiro, consorciados ou não, mostraram-se apropriados para as condições edafoclimáticas de Januária, MG.

Palavras-chave: Agricultura orgânica; culturas consorciadas; *Bradyrhizobium*.

ABSTRACT

HENRIQUE, Sebastião Lourenço. **Agronomic performance of the intercropping of corn and cowpea, with and without application of rhizobium inoculant in organic management in the municipality of Januária-MG.** 2014. 53p Dissertation (Professional Mastership in Organic Agriculture). Agronomy Institute, Department of Plant Science, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2014.

Family farming predominates in the municipality of Januária, at the Northern region of Minas Gerais. However, it may be related to low crop yields due to drought. This study aimed to evaluate the agronomic performance of the intercropping of corn var. BRS Caatingueiro with cowpea cv. Itaim, with and without application of rhizobium inoculants, under organic management. The experiment was carried out at the Campus of Januária, at the Instituto Federal Tecnológico do Norte de Minas Gerais, with four replications. For statistical analysis, two analysis of variance were performed, being one for corn, in randomized blocks, with the following treatments: sole maize, maize intercropped with inoculated cowpea, maize intercropped with cowpea uninoculated. For cowpea, the design was randomized blocks in a 2x2 factorial design, where the factors correspond to cultivation systems (systems of single and intercropped cowpea with maize) and levels of inoculation (with and without inoculation) systems. The evaluated intercropping of maize with cowpea presented high efficient index of area. Both cowpea BRS Itaim as maize BRS Caatingueiro, intercropped or not, were adequate to soil and climatic conditions of Januária, MG.

Key words: Organic agriculture; intercropping; *Bradyrhizobium*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Aspecto do feijão-caupi cv. Itaim. Foto HENRIQUE, S.L.. 23

Figura 2- Aspecto do feijão-caupi cv.Itaim aos 55 DAP, Campus Januária, IFNMG, período de coleta dos nódulos. Foto: Henrique, S. L. (03/11/2013). 46

Figura 3 - Aspecto do milho var. Caatingueiro aos 55 DAP, Campus Januária, IFNMG, período de coleta dos nódulos. Foto: Henrique, S. L. (03/11/2013). 46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição de diferentes cultivares de feijão-caupi. Adaptada do Ato Nº 4 – IN 12 de 2008 MAPA.....	22
Tabela 2 - Dados meteorológicos durante o período experimental.....	30
Tabela 3 - Principais características do feijão-caupi cultivar BRS Itaim.	31
Tabela 4 - Características do milho variedade Caatingueiro.....	32
Tabela 5 - Atributos químicos do solo, na profundidade de 0 a 0,20 m, antes da instalação do experimento	33
Tabela 6 - Altura da planta, altura da inserção da espiga, e matéria seca da parte aérea do milho variedade Caatingueiro, consorciado e não consorciado com feijão- caupi cv.Itaim.....	37
Tabela 7 - Produtividade do milho variedade Caatingueiro, consorciado e não consorciado com feijão-caupi cv.Itaim.....	38
Tabela 8 - Matéria seca, em gramas da parte aérea por planta, aos 55 dias após o plantio do feijão-caupi cv. Itaim, em monocultivo e consorciado com milho variedade Caatingueiro, com inoculação (CI) e sem inoculação (SI) das sementes do feijão-caupi com bactérias diazotróficas	39
Tabela 9 - Número de nódulos radiculares por planta, aos 55 DAP do feijão-caupi cv Itaim em monocultivo e consorciado com milho variedade Caatingueiro, com inoculação (CI) e sem inoculação (SI) das sementes do feijão-caupi com bactérias diazotróficas.....	40
Tabela 10 - Teor de nitrogênio na parte aérea de feijão-caupi cv. Itaim em monocultivo e consorciado com milho variedade Caatingueiro, com inoculação (CI) e sem inoculação (SI) das sementes do feijão-caupi com bactérias diazotróficas.....	42
Tabela 11 - Número de vagens por planta do feijão-caupi cv Itaim em monocultivo e consorciado com milho variedade Caatingueiro, com inoculação (CI) e sem inoculação (SI) das sementes do feijão-caupi com bactérias diazotróficas	42
Tabela 12 - Número de grãos por vagem do feijão-caupi cv. Itaim em monocultivo e consorciado com milho variedade Caatingueiro, com inoculação (CI) e sem inoculação (SI) das sementes do feijão-caupi com bactérias diazotróficas	43

Tabela 13 - Massa de grãos secos em grama por planta de feijão-caupi cv. Itaim em monocultivo e consorciado com milho variedade Caatingueiro, com inoculação (CI) e sem inoculação (SI) das sementes do feijão-caupi com bactérias diazotróficas. 43

Tabela 14 - Produtividade de feijão-caupi cv. Itaim (kg/ha) em monocultivo e consorciado com milho variedade Caatingueiro, com inoculação (CI) e sem inoculação (SI) das sementes do feijão-caupi com bactérias diazotróficas. 44

Tabela 15 - Resultado do cálculo do índice de equivalência de área. 44

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1	Sistema de produção orgânica	16
2.2	Região semi-árida	20
2.3	Feijão - caupi	20
2.4	Fixação biológica de nitrogênio	24
2.5	Milho Caatingueiro	25
2.6	Consociação de culturas	27
3	MATERIAL E MÉTODOS	29
3.1	Área experimental	29
3.2	Feijão-caupi	30
3.3	Milho Caatingueiro	31
3.4	Preparo do solo	32
3.5	Adubação de plantio	32
3.6	Inoculação	33
3.7	Plantio	33
3.8	Tratos culturais	33
3.8.1	Desbaste	33
3.8.2	Adubação de cobertura	34
3.8.3	Capinas e controle fitossanitário	34
3.9	Delineamento experimental	34
3.10	Características avaliadas	34
3.10.1	Milho	34
3.10.2	Feijão	35
3.10.3	Índice de equivalência de área	36
3.11	Análise estatística	36
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4.1	Avaliação das características agronômicas do milho caatingueiro	37
4.2	Avaliação das características agronômicas do feijão-caupi cv. Itaim	39
4.3	Índice de Equivalência de Área (IEA)	44
5	CONCLUSÕES	45
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
7	APENDICE	46
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

1 INTRODUÇÃO

Sistemas de produção orgânica representam uma alternativa para a produção agrícola de forma mais sustentável porque promovem o equilíbrio ambiental e conservam a biodiversidade, sem o uso de fertilizantes e pesticidas sintéticos. A agricultura orgânica apresenta-se como uma retomada do uso de práticas agrícolas tradicionais, porém, adaptando-as às mais modernas tecnologias de produção agropecuária com o objetivo de produzir alimentos saudáveis e causar o mínimo de interferência nos ecossistemas. Além disso, é uma das alternativas para viabilizar as unidades de produção familiar, contribuindo para obtenção de maior ganho econômico e saúde das famílias dedicadas à agricultura.

Agricultores familiares usam com maior eficiência o solo, e tendem a utilizar sistema de plantio de diversas culturas em sistemas consorciados. A consorciação de culturas consiste no cultivo simultâneo de duas ou mais espécies numa mesma área agrícola (SANTOS et al., 2014).

O consórcio de milho e feijão tem sido reportado com sucesso no mundo inteiro e no Brasil. Sendo reconhecido como uma tradição dos produtores familiares, as instituições governamentais, de um modo geral, vêm apoiando tal empreendimento, seja através da pesquisa ou da extensão rural. Para LIEBMAN (2012), o emprego de leguminosas em consórcios traz benefícios por fixar nitrogênio atmosférico.

No município de Januária, localizado no Vale do São Francisco, na região Norte do estado de Minas Gerais, o cultivo de milho e feijão é comumente realizado pelos agricultores familiares. Porém, a produtividade dessas culturas consorciadas está aquém da esperada, devido a diversos fatores, dentre os quais se destacam o déficit hídrico e a baixa fertilidade dos solos. Essa região é caracterizada por transição do bioma cerrado/caatinga e possui um regime de precipitações pluviárias irregulares, associada à ocorrência de veranicos que limitam a produção vegetal, sendo preconizado o uso de variedades tolerantes ao clima semiárido.

O feijão-caupi é uma planta adaptada à região semiárida, tolera déficits hídricos extremos e tem o potencial de produzir cerca de 3000 kg ha⁻¹ nessas condições (BEZERRA,1997). O milho é uma espécie sensível a déficit hídrico, especialmente na fase de florescimento; entretanto, a cultivar BRS Caatingueiro, desenvolvida pela Embrapa Tabuleiros Costeiros, tem o potencial de produzir até 5 t ha⁻¹, nessas

condições climáticas. Assim, representa uma alternativa para os produtores familiares dessa região. Além disso, o consórcio do milho cv. Caatingueiro com feijão-caupi cv. Itaim representa uma oportunidade para obtenção de maiores rendimentos das culturas consorciadas, considerando a adaptabilidade das cultivares para as condições locais e a fixação de nitrogênio pelo feijão.

Consórcios como o de feijão-caupi e do milho no Vale do São Francisco são importantes porque possibilitam o aumento da estabilidade de produção e, conseqüentemente, a geração de renda dos pequenos produtores. Adicionalmente, estas espécies vegetais estão inseridas na cultura local, a partir das quais se preparam diversos pratos típicos da região, tais como o feijão tropeiro. Considerando a importância dessas culturas para a economia e subsistência dos agricultores tradicionais, faz-se necessária a avaliação do desempenho agrônômico nos sistemas de cultivo consorciado e solteiro.

O estudo das culturas do feijão-caupi e milho variedade Caatingueiro em monocultivo e cultivo consorciado, sob manejo orgânico de produção, pode proporcionar aos agricultores familiares do Vale do São Francisco a oportunidade de conhecer e de se apoderar de tecnologias e práticas culturais mais sustentáveis e adequadas às condições locais.

Neste sentido, o presente estudo teve como objetivo avaliar o desempenho agrônômico do consórcio de milho cv. BRS Caatingueiro e feijão-caupi cv. BRS Itaim, com e sem inoculação de rizóbio, em manejo orgânico de produção, no município de Januária na região do Vale do São Francisco, no norte do estado de Minas Gerais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Sistemas de produção orgânica

Os sistemas de produção orgânica se baseiam em normas de produção específicas, cuja finalidade é obter ecossistemas mais equilibrados, contemplando os aspectos sociais, ecológicos e econômicos e que sejam sustentáveis (BORGUINI e SILVA, 2005).

Segundo REZENDE (2005), a partir de 1920 surgiram, simultaneamente, os primeiros modos alternativos de produção agrícola baseados em diferentes vertentes, como agricultura biodinâmica, agricultura orgânica, agricultura biológica e agricultura natural, a partir das quais se originaram outros modelos.

A agricultura biodinâmica foi instituída em 1924 na Alemanha, pelo austríaco Rudolf Steiner, sendo considerada como uma “ciência espiritual”, que instituiu a interação entre a produção animal e vegetal (REZENDE, 2005). Procura ver e manejar a propriedade rural como um ser vivo (ASSIS & JESUS, 2005), e apresenta algumas peculiaridades, tais como: uso de preparados biodinâmicos, calendários astrológicos, testes de cristalização sensitiva e cromatografia de solos e plantas. Propõe que o equilíbrio é alcançado pela harmonia da terra, plantas, animais, influências cósmicas e o homem (REZENDE, 2005).

No período de 1925 a 1930, surgiu na Inglaterra a agricultura orgânica, com Albert Howard, que trabalhou na Índia e ressaltou a importância da matéria orgânica no processo de produção. O solo passou a ser entendido como um espaço onde ocorrem diversos processos dinâmicos e vivos essenciais para os vegetais (SAMINÉZ et al., 2008). Nos EUA, na década de 1940, Jerome Irving Rodale difundiu os ensinamentos de Sir. Albert Howard, comprando uma propriedade rural e realizando experiências de produção orgânica.

A agricultura biológica surge no ano de 1930 na Suíça, com o biólogo Hans Müller, que estudou a fertilidade do solo e a microbiologia. A partir de 1960, o médico alemão Hans Peter Rush sintetizou o método de Müller e difundiu-o. Segundo Rush, o mais importante era a integração das unidades de produção com o conjunto de atividades socioeconômicas regionais (DAROLT, 2002). O agrônomo francês Claude Aubert lançou um livro intitulado “L’Agriculture Biologique”, onde apresenta a irracionalidade da agricultura industrial e a base da agricultura biológica (ASSIS & JESUS, 2005).

Num outro momento, no Japão, em 1935, a agricultura natural foi desenvolvida por Mokiti Okada. Seus princípios são baseados nos preceitos da Igreja Messiânica, baseada no princípio da purificação da alma por meio da alimentação saudável. Na mesma época, Masanobu Fukuoka chegava a conclusões semelhantes, defendendo a ideia de artificializar o menos possível a produção, mantendo o sistema mais próximo do natural, “sem cultivo, sem fertilizante, sem capina e sem pesticida (REZENDE, 2005).

A agricultura orgânica considera a propriedade agrícola como uma unidade, como um organismo, onde o solo, a planta, o animal e o homem interagem harmoniosamente com o meio ambiente. Procura o equilíbrio entre todos os seres vivos do ecossistema e o desenvolvimento da vida do solo (LAGES & NETO, 2003).

A agricultura orgânica constitui em boa oportunidade para os agricultores familiares, pois embora utilizem mais mão de obra que a agricultura convencional, também mostram um desempenho econômico melhor, traduzido por menores custos efetivos, maiores relações custo-benefício e maiores rendas efetivas (CARMO & MAGALHÃES, 1999).

Em 1972, foi fundada a International Federation of Organic Agriculture Movements - IFOAM. Seu objetivo é servir de plataforma para trocas de conhecimento e informações no mundo, de forma cooperativa. Existem normas e regulamentos definidos pela Basic Standards of Organic Agriculture and Food Processing. Mediante seu programa de credenciamento, essa instituição reconhece a qualidade “orgânica“ da produção dos movimentos interessados e avalia a capacidade institucional das certificadoras e a transparência dos seus processos de trabalho. Dessa forma, cria condições básicas de reciprocidade entre as diversas entidades e impulsiona o mercado orgânico internacional.

No ano de 1987, o conceito de desenvolvimento sustentável foi definido no Relatório de Brundtland como “aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer as possibilidades de as gerações futuras atenderem suas próprias necessidades”. O imperativo da mudança de paradigma da agricultura convencional foi evidenciado na Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (RIO-92), quando a maioria dos países membros reconheceu a necessidade de agregar o conceito de sustentabilidade ao padrão de produção agrícola (KANASHIRO, 2010).

A consolidação do conceito de agricultura sustentável fortaleceu o movimento favorável a uma agricultura capaz de atender aos critérios de sustentabilidade na produção de alimentos. O novo paradigma incorpora a preocupação com a “saúde” das interações solo-água-planta e busca maximizar as contribuições biológicas, minimizando entradas energéticas no sistema, principalmente de pesticidas e adubos minerais solúveis (COUTINHO et al., 2003).

Os padrões de tecnologia e de desenvolvimento sustentável têm implicações diretas na exploração dos recursos naturais e no equilíbrio socioambiental. As mudanças exigidas para a preservação do meio ambiente relacionadas à produção agrícola deverão privilegiar as relações do homem com o campo e o meio ambiente, trazendo benefícios à comunidade rural. Isso é particularmente relevante porque se percebe, na agricultura convencional, o vínculo com uma lucratividade que traz, como uma de suas consequências, a disparidade econômica e social (CASTRO NETO et al., 2010).

A fim de regulamentar as atividades desenvolvidas no setor, em dezembro de 2003 surge a lei federal 10.831, que define sistema orgânico de produção agropecuária como sendo “todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso de recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não-renovável empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de OGMs e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e a proteção do meio ambiente” (BRASIL, 2003).

A busca por alimentos provenientes de sistemas de produção mais sustentáveis como os sistemas orgânicos de produção, é uma tendência que vem se fortalecendo e se consolidando em nível mundial. As vendas de produtos orgânicos no Brasil alcançaram 350 milhões de reais em 2010. O valor é 40% superior ao registrado em 2009, conforme os números divulgados pelo Projeto Organics Brasil, organização não-governamental (ONG) que reúne empresas exportadoras de produtos e insumos orgânicos (PORTAL BRASIL, 2010).

Os atributos de qualidade dos produtos obtidos por meio da agricultura orgânica, como a ausência de resíduos químicos ou aditivos sintéticos, representam elevado grau de afinidade com o conceito de segurança do alimento, que inclui a aquisição pelo

consumidor de alimentos de boa qualidade, livre de contaminantes de natureza química (pesticidas, aditivos), física ou biológica (BORGUINI & TORRES, 2006).

Existe, no entanto, um grande desconhecimento do consumidor em relação ao produto orgânico, visto que há uma grande confusão gerada pela “onda” de produtos considerados naturais, dietéticos, lights, integrais, dentre outros. Além disso, produtos orgânicos e hidropônicos são, em geral, postos lado a lado e embalados de forma similar estrategicamente. Até mesmo alguns produtos convencionais processados e embalados em atmosfera modificada constituem outra tendência para disputar este espaço, como, por exemplo, os alimentos cortados, lavados e prontos para o consumo, já que algumas embalagens trazem dizeres como “natural, sem conservantes e aditivos”. Destaca-se que isso se refere à forma como o produto foi embalado e não necessariamente como foi produzido. Esse processo pode confundir o consumidor, que compra esse tipo de produto em supermercados, e acaba desconfiando dos alimentos orgânicos, o que legitima a importância da conscientização da população (CASTRO NETO et al., 2010).

O termo “orgânico” indica que os produtos são obtidos atendendo às normas da produção orgânica e que estão credenciados por um organismo de avaliação de conformidade orgânica (OAC) ou uma organização de controle social (OCS) de produtores, ambos registrados junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Na organização de avaliação de conformidade, os produtores podem estar inseridos no Sistema Participativo de Garantia (SPG) ou na Certificação, estando em ambos os casos autorizados a utilizar o selo orgânico; já para a organização de controle social, a venda dos produtos é feita direta para o consumidor e não há necessidade de uso de selo.

A identificação de produtos orgânicos, além da crescente exigência dos governos através de legislação e normas específicas, é pressão também pelo mercado, advinda do consumidor, cada dia mais informado, exigente e buscando uma melhor qualidade de vida (LAGES & VARGAS NETO, 2003).

Com a Revolução Verde, o uso intenso de agrotóxicos e adubos químicos fica bem notória por toda classe produtora rural, sem nenhuma preocupação com o meio ambiente e podemos enquadrar neste quadro os produtores familiares da região de Januária. Atualmente, uma nova fase vem sendo marcada por uma transição agroecológica, e este fato é importante para se considerar a agricultura orgânica para as culturas anuais da região, que têm o milho e o feijão-caupi, como sendo umas de suas principais culturas.

2.2 Região semi-árida

A precipitação pluviométrica é o elemento climático mais significativo nas regiões tropicais, já que a temperatura permanece relativamente constante durante o ano. A precipitação total do período chuvoso é suficiente para o desenvolvimento da agricultura na zona intertropical, porém ela é afetada pelo veranico, fenômeno que se caracteriza por períodos de interrupção da precipitação durante a estação chuvosa. A influência do veranico sobre a produtividade das culturas pode ser acentuada, principalmente quando coincide com a fase na qual a planta é mais sensível à deficiência hídrica (CARVALHO et al., 2000).

As condições climáticas que caracterizam um regime pluviométrico que o como semiárido estão presentes em boa parte do norte do Estado de Minas Gerais. Tais condições geram muitos problemas, para a sociedade, afetando as atividades agrícolas e as relações do homem com o meio ambiente, uma vez que elas estão associadas à escassez de recursos hídricos. Torna-se, portanto, necessário o entendimento aprofundado da espacialidade e intensidade da fraca e irregular estação chuvosa da região semiárida de interesse. Além disso, uma análise concisa e objetiva da disponibilidade hídrica pode simplificar e agilizar o estudo de regiões com características climáticas de semiaridez (ABREU & MELO FILHO, 2000). Com isto, não é possível conseguir boas produções num sistema como esse, se não investir em atividades agropecuárias adequadas às condições edafoclimáticas da região semiárida e selecionando espécies vegetais tolerantes às condições edafoclimáticas e que façam parte da dieta local, como por exemplo o feijão caupi.

2.3 Feijão - caupi

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), também chamado de feijão macassar, fradinho, catador ou feijão-de-corda, pertence à família Fabácea. É originário da África, tendo sido domesticado nas regiões semiáridas desse continente, onde ainda se encontram as áreas de maior produção, associadas ao sorgo e ao milheto constituindo-se em uma das principais fontes de subsistência alimentar (DEVIDE, 2006). No Brasil, o feijão-caupi foi introduzido no século XVI pelos colonizadores portugueses. A entrada se deu pelo estado da Bahia, de onde se expandiu para todo o país. Atualmente, o feijão-caupi contribui com 35,6% da área plantada e 15% da produção total de feijão e historicamente a produção dessa espécie concentra-se nas

regiões Nordeste (1,2 milhão de ha) e Norte (55,8 mil ha) (RIBEIRO, 2003), onde constitui um dos mais importantes itens da dieta alimentar, especialmente da população rural (FREIRE FILHO et al., 2005).

O feijão-caupi se destaca pelo alto valor nutricional, além do baixo custo de produção. É amplamente cultivado pelos pequenos produtores, constituindo um dos principais componentes da dieta alimentar, pois é uma importante fonte carboidratos, destacando-se pelo alto teor de fibras alimentares, vitaminas e minerais, além de possuir baixa quantidade de gorduras (RIBEIRO, 2003). Essa leguminosa possui de 20 a 25% de proteínas, ricas em aminoácidos como a lisina, treonina e faseolina (GRANGEIRO et al., 2005). Ademais, o feijão-caupi tem uma expressiva importância econômica e social para várias regiões especialmente na zona rural, sendo uma cultura fixadora de mão-de-obra e principal fonte de proteína vegetal para as populações da região Norte, Nordeste e Centro-Oeste (AGRIANUAL, 2003).

O feijão-caupi é também utilizado como opção de cultura no consórcio com o milho na região de Januária, pois o índice de equivalência de área mostra-se satisfatório. O caupi faz parte da culinária cotidiana do sertanejo da região, seja em consumo de grãos verdes ou secos, porém a qualidade dos grãos é muito baixa, sendo classificando como “misturado”, que comercialmente tem pouco valor.

O Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), que por meio da Instrução Normativa nº 12, de 28 de março de 2008, instituiu o novo Regulamento Técnico do Feijão (BRASIL, 2008) e por meio do Ato Nº 4, de 19 de agosto de 2010, instituiu os descritores de cultivares de feijão-caupi (BRASIL 2010) (Tabela 1).

Tabela 1 – Descrição de diferentes cultivares de feijão-caupi. Adaptada do Ato Nº 4 – IN 12 de 2008, MAPA

Classe	Sub-classe	Tegumento	Descrição
Branco	Branco Liso	Branco	Liso, sem halo, com ampla variação de tamanhos e formas.
	Branco Rugoso	Branco	Rugoso, reniformes, sem halo, com pequena variação de tamanhos e relativamente grandes.
	Fradinho	Branco	Rugoso e com um halo preto com contornos definidos.
	Olho Marrom	Branco	Liso ou rugoso com halo marrom com contorno definido.
	Olho vermelho	Branco	Liso ou rugoso e com halo vermelho com contornos definidos.
Preto		Preto	Pode apresentar brilho ou ser opaco
Cores	Mulato Liso	Marrom	Liso, com tonalidade variando de clara a escura e com ampla variação de tamanhos e formas.
	Mulato Rugoso	Marrom	Rugoso, com tonalidade variando de clara a escura e com ampla variação de tamanhos e formas.
		Marrom Claro	Liso, grandes, bem cheios, levemente compridos nas extremidades, com largura, comprimento e altura aproximadamente iguais.
	Sempre verde	Esverdeado	Liso
	Verde	Verde	Cotilédones verdes.
	Manteiga	Creme-amarelado	Liso.
	Vinagre	Vermelho	Liso
	Azulão	Azulado	Liso
	Corujinha	Mosqueado cinza ou azulado	Liso
			Liso
Rajada	Marrom	Rajas mais escuras longitudinalmente.	
Misturado			Grãos de diferentes classes e que não atende às especificações de nenhuma das classes anteriores.

Com a atual expansão da lavoura de feijão-caupi no Brasil, principalmente na região Centro-Oeste, utilizando variedades de porte ereto e hábito de crescimento determinado, o mercado a cada dia fica mais aquecido, o que beneficia também regiões de concentração de agricultores familiares. A cultivar Itaim apresenta características desejáveis, no que se refere a: boa qualidade dos grãos, acesso ao mercado e boa cotação de preços, com relação aos outros cultivares.

A cultivar BRS Itaim corresponde a linhagem MNC04-786B-87-2, obtida do cruzamento entre as linhagens MNC01- 625E-10-1-2-5, como parental feminino, e MNC99-544 D-10-1-2-2, como parental masculino, realizado na Embrapa Meio Norte (VILARINHO et al., 2010).



Figura 1- Aspecto do feijão-caupi cv. Itaim. Foto Henrique, S.L.

A cultivar BRS Itaim apresenta grãos fradinhos típicos, bem formados e com excelente apelo visual. O halo preto é bem delineado, apresenta teores médios de

proteína, ferro e zinco e tem cozimento rápido de cerca de 20 minutos. (VILARINHO et al., 2010).

SILVA (2007) destaca a importância da adubação fosfatada para essa cultura, relacionando essa prática ao aumento da produtividade. O feijão-caupi é tolerante, tanto à deficiência hídrica quanto ao excesso de água. O efeito do estresse hídrico em feijoeiro causa reduções nos componentes de produção e é mais severo quando ocorre nas fases de floração e frutificação (GUIMARÃES et al., 2006).

Em experimento conduzido por MENDES et al. (2007) em casa de vegetação, constatou-se para dois cultivares do feijão-caupi que, na fase vegetativa, não houve influência no número de folhas, área foliar, área foliar específica e eficiência reprodutiva, mas houve redução no tamanho das vagens, número e peso das sementes por plantas. O estresse na fase reprodutiva causou grande redução na relação produção de sementes/área foliar para os cultivares avaliados.

Cultivares melhoradas e linhagens elite de feijão-caupi têm apresentado produtividades superiores a 2.600 kg ha⁻¹ (BEZERRA, 1997), demonstrando que a produtividade dessa cultura pode ser aumentada por meio do uso de cultivares adaptadas, contribuindo para reduzir custos de produção e para melhorar a oferta do produto (SPONHOLZ et al., 1996).

Comparado 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 3.000 kg ha⁻¹, e a expectativa é que seu potencial genético ultrapasse a 6.000 kg ha⁻¹ (BEZERRA, 1997).

2.4 Fixação biológica de nitrogênio

A fixação biológica de nitrogênio (FBN) tem se mostrado indispensável para a sustentabilidade da agricultura brasileira, haja vista o fornecimento de nitrogênio às culturas com baixo custo econômico e impacto ambiental reduzido (HUNGRIA et al., 2007). Leguminosas possuem elevado teor de N e, gramíneas em consórcio, tais como o milho, podem se beneficiar dessa prática (COSTA & SILVA, 2008).

Uma das tecnologias recomendadas para o sistema de produção de feijão-caupi é a utilização de inoculantes para a fixação biológica de nitrogênio. Este processo baseia-se na associação das plantas de feijão-caupi às bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, em que o nitrogênio é obtido por simbiose, sendo uma forma ecológica e economicamente

sustentável para se obter aumento no rendimento de sementes e grãos (ZILLI et al., 2011).

A produção de inoculantes em escala industrial dificulta o uso dessa tecnologia pelos produtores familiares. Deve-se destacar que é uma prática de baixo custo, não onerara o produtor rural, além de contribuir para a redução dos problemas ambientais e para o sucesso na sua lavoura.

A nodulação e a fixação do N₂ podem ser influenciadas pela interação do rizóbio com as demais populações microbianas do solo, especialmente na rizosfera onde as atividades biológicas são intensas. Fatores bióticos são determinados pelas interações sinérgicas ou antagônicas com os outros representantes da biota do solo e com o próprio rizóbio, na sobrevivência e competição pela nodulação da planta hospedeira (STRALIOTTO & RUMJANEK, 1999).

BARROS et al. (2013) relatam a obtenção de maior massa seca da parte aérea do feijoeiro em tratamento adubado e inoculado, sendo o número e massa seca de nódulos similares ao tratamento inoculado, em duas épocas de plantio, correspondentes aos períodos da seca e das águas. Na maturação, nas duas épocas, a maior produtividade de grãos e o maior número de vagens e de grãos por planta foram obtidos no tratamento adubado e inoculado, sendo que os tratamentos inoculados não diferiram significativamente do tratamento que recebeu N na forma mineral.

A adubação nitrogenada reduz, de forma linear, a nodulação do feijoeiro. SILVA et al. (2009) constatou que o milho, como cultura antecessora ao feijão, contribuiu para o aumento do peso de 100 grãos e a adição de N combinado não contribuiu para o aumento do número de vagens por planta e produtividade de grãos do feijoeiro, independente da dose utilizada.

As estirpes BR3262, BR3280 (caracterizadas como *B. elkanii*) e BR3267, BR3287 e BR3288 (*Bradyrhizobium* sp.) foram relatados como inoculantes potenciais para o caupi, em razão do bom desempenho tanto na eficiência simbiótica quanto na ocupação nodular (ZILLI et al., 2006).

2.5 Milho Caatingueiro

O Brasil é o terceiro maior produtor de milho, sendo os Estados Unidos primeiro, seguido da China em segundo. Levantamento do USDA da safra 2015/2016 estima a produção dos Estados Unidos em 345,5 milhões de toneladas, já para a China

são 224,6 milhões de toneladas e para o Brasil 81,5 milhões de toneladas (FIESP, 2016).

Para a grande maioria dos produtores rurais, variedades de milho localmente adaptadas podem representar uma alternativa segura e barata, tornando-se competitiva frente aos híbridos. Isso ocorre porque com as sementes híbridas, o produtor deve recorrer ao mercado toda vez que for plantar, onerando os custos de produção. Cabe, portanto, identificar variedades melhor adaptadas a cada agroecossistema e aos objetivos do produtor bem como orientá-los na seleção local desses genótipos (MACHADO et al., 1998).

A semente é um dos insumos mais importantes e tem um papel fundamental na produção agrícola (SILVA et al., 2010), sendo que seu desempenho é um fator essencial para a obtenção de um estande desejável de plantas, contribuindo significativamente no rendimento da cultura. As regiões semiáridas são caracterizadas por problemas relacionados à insuficiente disponibilidade de água e, principalmente, por uma distribuição irregular das chuvas, que impõem severas restrições à produção agropecuária. A cultura do milho, componente socioeconômico importante da região Norte de Minas Gerais, sofre grande instabilidade de cultivo, ocasionada, principalmente, pela insuficiência de variedades precoces, que possam reduzir os riscos de perdas de safras (SANTOS et al., 2010). Na região de Januária, a baixa produtividade do milho tem como principais fatores o déficit pluviométrico, baixo nível tecnológico dos produtores e a insuficiência de sementes melhoradas de variedades adaptadas.

Uma das formas mais práticas para o agricultor absorver uma nova tecnologia consiste em realizar pequenas interferências em seu sistema de produção. Então, a introdução de novos materiais genéticos, através de sementes de variedades aptas para a região, representa uma introdução menos impactante. Este fator não altera a forma dos agricultores trabalharem, considerando, as demais técnicas utilizadas por eles, tais como: capinas, controle de pragas e doenças, adubação, colheita e beneficiamento. Por isto, é mais fácil a adoção desta tecnologia (SANTOS et al., 2009).

A Embrapa Tabuleiros Costeiros (Aracaju - SE) e a Embrapa Milho e Sorgo (Sete Lagoas - MG) desenvolveram a variedade de milho Caatingueiro, adaptado às condições do semiárido nordestino. O milho Caatingueiro tem um ciclo superprecoce. Após o plantio, necessita de apenas 90 dias para atingir a época de colheita. Essa superprecocidade é muito importante para assegurar uma boa produtividade em um curto período chuvoso, com menores riscos de perda de safras, frequentes no Semiárido.

Se a distribuição das chuvas for regular, a safra está garantida com 65 a 70 dias de plantio (CARVALHO et al., 2004).

Carvalho et al. (2004) constataram que a variedade BRS Caatingueiro tem um rendimento médio de grãos, registrado em 101 ambientes, de 4.129 kg ha⁻¹, evidenciando alto potencial quanto à produtividade, o que associado à sua superprecocidade torna essa variedade uma excelente alternativa para o semiárido.

2.6 Consorciação de culturas

No Brasil, em razão da grande importância que o consórcio representa, tem-se procurado estabelecer sistemas de produção milho-feijão mais adaptados para as diversas regiões. Esses sistemas são recomendados com base na experiência de agricultores e extensionistas e em resultados de pesquisa, favorecendo a obtenção de recomendações específicas para diversas regiões do País (COSTA & SILVA, 2008).

Para o agricultor familiar, o principal objetivo do plantio consorciado é reduzir o risco por perdas. Diversos fatores contribuem para a maior estabilidade dos sistemas consorciados em relação ao monocultivo: (a) O consórcio pode, na fase de crescimento, interceptar mais luz do que as monoculturas e, com isto, a água disponível do solo é melhor utilizada; (b) O solo com maior cobertura foliar sofrerá menos o impacto dos agentes da erosão; (c) Diminui o ataque de pragas e fitopatógenos devido ao aumento da biodiversidade; (d) Favorece o manejo das plantas espontâneas (LIEBMAN, 2012).

KRONKA et al. (2000), estudando o consórcio milho-feijão no Brasil, mostra a importância desse sistema para o melhor aproveitamento da limitada área de que os agricultores familiares dispõem para a produção de alimentos. Com base nos resultados coletados, concluem que o sistema é vantajoso para esses agricultores por diversas razões. Segundo esses autores, merece destaque a maior produção por unidade de área, considerando que o milho pouco sofre com a associação e, assim, qualquer produção de feijão representa um ganho adicional, que será importante para a subsistência e diversificação da dieta da família.

Apesar da tradição dos consórcios milho-caupi (*Vigna unguiculata*) em algumas áreas e do potencial em outras, torna-se necessário o desenvolvimento de maiores estudos sobre o consórcio. Em Minas Gerais, estima-se que 65% do feijão das águas e 50% do feijão da seca estejam associados com milho e outras culturas (COSTA & SILVA, 2008).

Dentre os fatores que influenciam diretamente no desempenho agrônomo do sistema consorciado, destacam-se os cultivares das espécies envolvidas como, por exemplo, as variedades de feijão-caupi e milho que são alternativas para a região do semi-árido.

Segundo SANTOS et al. (2010), os cultivares diferem quanto à sua habilidade em responder às mudanças ambientais, sendo que o feijão-caupi é preferido no consórcio com o milho por ter ciclo vegetativo curto. Apresenta reduzida competição com as culturas consorciadas, além de representar um alimento básico da população do Nordeste brasileiro (TÁVORA et al. 2006).

A variação espacial e temporal entre milho e feijão consorciados influencia o rendimento de grãos dessas culturas. Segundo SANTANA (2009), num cultivo consorciado, as espécies normalmente diferem em altura e em distribuição das folhas no espaço, entre outras características morfológicas, que podem levar as plantas a competir por energia luminosa, água e nutrientes. A divisão da radiação solar incidente sobre as plantas, em um sistema consorciado, será determinada pela altura das plantas e pela eficiência de interceptação e absorção.

Uma vez que a radiação solar afeta o desenvolvimento da segunda cultura semeada, a escolha do melhor arranjo e da época ideal de semeadura é crucial no desempenho da consorciação, ou seja, na maximização da produção. SANTANA (2009) afirma que os arranjos mais eficientes para a produção de milho e de feijão são aqueles que apresentam maiores populações de plantas de milho como de feijão. Para a produção de milho e caupí cultivados em variados tipos de consórcios, um dos arranjos mais comuns é aquele de fileiras alternadas das duas culturas.

No Brasil, o consórcio de milho com diferentes gêneros de feijão como, por exemplo, *Vigna* e *Phaseolus*, que tem recebido nos últimos anos atenção especial, visto que mais da metade da produção de milho e a quase totalidade dos feijões comerciais é proveniente desse sistema de semeadura. Desta forma, é necessária a utilização de práticas adequadas para este sistema de cultivo, assim como a escolha correta de cultivares apropriada para o estabelecimento do consórcio (PEREIRA FILHO et al., 1991).

Para diminuir as perdas de produtividade do feijão-caupi em consórcio, uma das alternativas é o aumento da população de plantas. REIS et al. (1985) descrevem que a utilização de maior população de plantas de feijão-caupi contribui para menor redução de sua produtividade, não afetando o desempenho do milho. Comportamento

semelhante foi observado por TÁVORA et al. (2007), que constatou o fato das produtividades de grãos do feijão-caupi em consórcio com o milho e com sorgo diminuírem à medida que a população de plantas da leguminosa diminui progressivamente.

MACIEL et al. (2004) conduziram um estudo durante dois anos, objetivando avaliar a eficiência produtiva do milho em consórcio com o feijão, utilizando diferentes populações de plantas em relação ao monocultivo. Esse trabalho foi conduzido em solo originalmente com vegetação de cerrado e, anteriormente, cultivado com arroz. Os autores constataram que o consórcio pouco interferiu nas características agrônômicas do milho, apresentando maiores valores na população de 50.000 plantas ha⁻¹.

O cultivo consorciado possibilita, além da diversificação, uma maior rentabilidade ao produtor (LIMA et al., 2005). Dentro dessa perspectiva, a presente dissertação apresentou como objetivo avaliar o desempenho agrônômico do consórcio do milho cv. BRS Caatingueiro com o feijão-caupi cv. Itaim, com e sem aplicação de inoculante rizobiano, sob manejo orgânico. A hipótese considerada foi de que esse consórcio favorece maior eficiência no uso dos recursos naturais, sendo que isso pode ser beneficiado através da inoculação do feijão-caupi com rizóbio.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área experimental

O experimento foi implantado, sob manejo orgânico, na área experimental do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG) - Campus Januária, cujas coordenadas geográficas são: 44° 22' 41" de longitude W e 15° 28' 55" de latitude S, com altitude de 474 m. O clima é do tipo Aw, caracterizado por uma estação seca durante o inverno, de acordo com a classificação climática de Köppen (KÖPPEN, 1948). A temperatura média anual é de 24,5° C e a precipitação média anual é de 900 mm. A vegetação natural predominante é do tipo zona de transição cerrado-caatinga. O solo predominante é o Neossolo Quartzarênico, com relevo caracterizado como plano.

A condução do experimento foi realizado no período de setembro a dezembro de 2013. O consórcio proposto no estudo envolveu o feijão-caupi cv. Itaim e milho

variedade Caatingueiro, utilizando-se irrigação quando necessário. Os dados climáticos foram obtidos da Estação Meteorológica de Januária (Tabela 2).

Tabela 2 – Dados meteorológicos durante o período experimental.

Meses/2013	Dias ¹	Precipitação (mm) ²	Temperatura (°C)			Evaporação ³ (mm)	UR (%) ⁴
			Max	Mín.	Média		
Setembro	01	5,1	34,9	18,9	27,0	164,4	47
Outubro	06	71,2	33,5	20,2	26,9	193,3	56
Novembro	12	129,4	33,9	20,6	27,2	173,8	59
Dezembro	09	100,4	31,4	21,5	26,4	40,6	78

¹Ocorrência de chuvas em dias. ²Precipitação em milímetros. ³Medida com evaporímetro de Piche.

⁴Umidade relativa média do ar.

3.2 Feijão-caupi

O feijão-caupi utilizado no experimento foi a cultivar BRS Itaim pertencente ao Grupo II (Feijão-de-corda, feijão-caupi ou feijão-macassar, espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp.), sendo este material classificado como classe branca e subclasse fradinho, desenvolvido pela Embrapa Meio Norte.

Tabela 3 – Principais características do feijão-caupi cultivar BRS Itaim.

Características	Especificações
Hábito de crescimento	Determinado
Porte	Ereto
Tipo de inflorescência	Simplex
Nº médio de dias para floração	35
Cor do cálice	Verde com extremidades roxas
Cor da corola	Branca com leve pigmentação roxa
Cor da vagem no ponto de colheita	Amarelo claro
Comprimento médio da vagem	16 cm
Nº médio de grãos por vagem	9
Nível de inserção das vagens	Nível da folhagem
Ciclo	60 a 65 dias
Forma da semente	Reniforme
Cor da semente	Branca
Cor do anel do hilo	Preta
Cor do halo	Preta
Tipo de tegumento	Levemente rugoso
Peso médio de 100 sementes	23 g
Índice de grãos	81,0%
Classe comercial	Branca
Subclasse comercial	Fradinho

Fonte: VILARINHO et al., (2010).

O início do florescimento do feijão-caupi se deu aos 40 dias após o plantio e nódulos radiculares foram coletados aos 55 dias.

3.3 Milho Caatingueiro

O milho utilizado foi a variedade BRS Caatingueiro, que tem um ciclo superprecoce. Após o plantio, ele precisa de apenas 90 dias para alcançar a maturação dos grãos e atingir o ponto de colheita

Tabela 4 – Características do milho variedade BRS Caatingueiro.

Descrição	Características
Tipo de polinização	Variedade de polinização aberta
50% do florescimento masculino	41 a 55 dias
50% do florescimento feminino	43 a 57 dias
Ciclo	Superprecoce
Graus dias	702
Altura da planta	1,70 m a 1,90 m
Altura da inserção da espiga	0,70 m a 0,90 m
Tolerância ao acamamento	Boa
Tolerância ao quebramento	Boa
Tipo de grãos	Semi-duros
Cor dos grãos	Amarelo-alaranjada
Região de adaptação	Região semiárida
Potencial genético para a produtividade	5 toneladas /hectare

Fonte: CARVALHO et al. (2004).

O florescimento masculino do milho iniciou aos 48 dias após o plantio e o feminino aos 51 dias.

3.4 Preparo do solo

O solo foi preparado com uma aração com arado de disco, realizada uma semana antes do plantio, e uma gradagem de nivelamento, dois dias antes do plantio.

3.5 Adubação de plantio

Na véspera do plantio, com base no resultado da análise química do solo, realizou-se a adubação com fosfato natural reativo, com 14% de P_2O_5 , e sulfato de potássio, com 48% de K_2O . A aplicação ocorreu na linha de plantio, as quais foram sulcadas depois da gradagem de nivelamento e marcação das parcelas.

As doses utilizadas corresponderam, respectivamente, a 50 kg de P_2O_5 por hectare e a 70 kg de K_2O por hectare.

Tabela 5 – Atributos químicos do solo, na profundidade de 0 a 0,20 m, antes da instalação do experimento.

pH	C	MO	P disponível	K ⁺	H ⁺ +Al ⁺⁺⁺	Al ⁺⁺⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺
(H ₂ O)	(g kg ⁻¹)		(mg L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)	-----	mmolc dm ³	-----	
7,00	3,4	5,85	24	32	0,25	0,00	2,19	0,30

3.6 Inoculação

Para a inoculação do caupi, foram seguidas as orientações técnicas recomendadas pela Embrapa Agrobiologia (EMBRAPA AGROBIOLOGIA, 2012). O preparo da pasta de inoculante foi realizado em vasilhame apropriado com 250 ml de água açucarada, fazendo-se posteriormente a mistura com as sementes. As sementes de feijão-caupi inoculado foram colocadas para secar à sombra e plantadas no mesmo dia. O inoculante utilizado foi a estirpe BR 3267 de *Bradyrhizobium japonicum*, lote IN 232013.

3.7 Plantio

A semeadura do milho foi realizada em setembro, adotando-se um espaçamento de 1,00 m entre linhas e 0,20 m entre plantas, totalizando 156 plantas em cada parcela, após o desbaste, que equivaleu a 50.000 plantas hectare⁻¹.

A semeadura do feijão-caupi foi simultânea à do milho, na mesma linha de plantio, na densidade de 2,5 sementes por metro linear, totalizando 78 plantas por parcela. Após o desbaste, isso equivaleu a 31.200 plantas de feijão por hectare. Já na parcela de monocultivo de feijão, o espaçamento entre sulcos foi de 0,50 m, utilizando-se a densidade na linha de plantio de 2,5 sementes por metro linear, totalizando 143 plantas na parcela. Após o desbaste, isso equivaleu a 57.200 plantas hectare⁻¹.

3.8 Tratos culturais

3.8.1 Desbaste

Tanto o desbaste do milho quanto o do feijão foram realizados na mesma época, aos 14 dias após o plantio.

3.8.2 Adubação de cobertura

A adubação de cobertura foi realizada em duas etapas, aos 25 e 35 dias após o plantio (DAP), uma vez que se observou a não nodulação das raízes, acompanhada de sintoma de deficiência de nitrogênio. Utilizou-se torta de algodão, com teor de 5,1% de N. A dose utilizada na adubação correspondeu a 100 kg de N ha⁻¹.

3.8.3. Capinas e controle fitossanitário

As ervas espontâneas foram controladas através de capina manual. O controle de pragas foi feito com duas aplicações foliares de solução a 3% de nim (*Azadirachta indica*) para combate a lagarta do cartucho no milho, A primeira aplicação ocorreu com 17 DAP, após constatação da presença da mesma; e a segunda aplicação com 47 DAP, para o controle de pulgões no feijão-caupi.

3.9 Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi de blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram em: milho solteiro; feijão-caupi solteiro; feijão-caupi solteiro inoculado com *Bradyrhizobium japonicum*; milho consorciado com feijão-caupi; milho consorciado com feijão-caupi inoculado com *Bradyrhizobium japonicum*.

Cada parcela apresentou uma área de 25 m², com as dimensões de 5 x 5 m. Previamente, foi realizada a análise química do solo, conforme resultados especificados na Tabela 5, de acordo com os procedimentos apresentados por NOGUEIRA & SOUZA (2005).

3.10 Características avaliadas

3.10.1 Milho

a) Altura da planta

As plantas de milho foram mensuradas do colo até a inserção da folha bandeira no dia da colheita.

b) Altura da inserção da espiga

A altura da inserção da espiga foi medida a partir do colo da planta até a inserção da espiga mais baixa por ocasião da colheita.

c) Massa seca da parte aérea e teor de nitrogênio do milho

Para determinar a biomassa da parte aérea do milho nas parcelas, foram amostradas as plantas localizadas dentro de um metro linear, na área útil. Essas plantas foram cortadas aos 55 DAP, à altura do colo. Em seguida, retiraram-se sub-amostras que em seguida foram levadas à estufa de secagem a 65°C, até estabilização de biomassa. A biomassa das parcelas foi pesada seca, sem separação de caule e folhas. Após esta etapa, as amostras de plantas foram processadas em moinho tipo Willey (peneiras de 2 mm) e levadas a laboratório para determinação do teor de N pelo método Kjeldahl (ALVES et al., 1994).

d) Produtividade

Para a determinação da produtividade, o experimento foi colhido aos 92 dias após o plantio. Depois de colhidas, as espigas foram debulhadas, efetuando-se a correção de umidade para 13%, de acordo com o método de estufa, a $105 \pm 3^\circ\text{C}$, por 24 horas, segundo BRASIL (1992).

3.10.2 Feijão

a) Massa seca da parte aérea e teor de nitrogênio.

Foi realizado o mesmo procedimento anteriormente descrito para o milho, colhendo-se as plantas aos 55 dias após o plantio.

b) Número de nódulos, número de vagens e número de grãos na vagem

Nos tratamentos da cultura do feijão-caupi, colheram-se três plantas dentro da área útil de cada parcela aos 55 dias após o plantio, quando as plantas estavam em plena floração, após tentativas de coleta frustradas aos 25 e 35 DAP, quando não houve nodulação. As plantas, nódulos e raízes foram retirados com auxílio de pá reta e, em seguida levadas para uma peneira. Ao final do procedimento, as raízes foram lavadas em água corrente para obtenção e contagem do número de nódulos. Para avaliar a produção de grãos dessa cultura, foram colhidas três linhas centrais de 1 m. Foi feita também a contagem do número de vagens e do número de grãos na vagem.

c) Produtividade

A determinação da produtividade de feijão-caupi foi realizada em única colheita ao final do ciclo da cultura. Após a colheita, foi determinado o número de vagens por planta, o número de grãos por planta e o número de grãos por vagem. Os grãos foram submetidos à correção de umidade, utilizando-se o método de estufa, a $105 \pm 3^\circ\text{C}$, por 24 horas, conforme as instruções das Regras para Análise de Sementes. (BRASIL, 1992). Com base no resultado obtido, efetuou-se a correção de umidade para 13%.

3.10.3 Índice de equivalência de área

Para avaliar a eficiência do sistema de consórcio e monocultivo, utilizou-se o índice de equivalência de área (IEA), que permite quantificar o número de hectares necessário para que a produção em monocultivo seja igual à obtida em 1 ha das mesmas culturas que foram consorciadas. Foi calculado pela seguinte fórmula:

$$\text{IEA} = F_c / F_s + M_c / M_s = \text{IF} + \text{IM}$$

Onde: F_c = rendimento do feijão do feijão consorciado (kg ha^{-1}); F_s = rendimento do feijão em monocultivo (kg ha^{-1}); M_c = rendimento do milho consorciado (kg ha^{-1}); M_s = rendimento do milho em monocultivo (kg ha^{-1}); IF = índice individual do feijão e IM = índice individual do milho.

3.11 Análise estatística

O tratamento estatístico dos dados foi feito com auxílio do programa SISVAR. Realizou-se uma análise de variância empregando o teste F. Quando detectada significância, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

Foram feitas duas análises de variância: uma para o milho, em blocos ao acaso, com os seguintes tratamentos: milho solteiro, milho consorciado com feijão-caupi inoculado, milho consorciado com feijão-caupi não inoculado. Já para o feijão-caupi, o delineamento adotado foi blocos casualizados em esquema fatorial 2x2, onde os fatores corresponderam a sistemas de cultivo (feijão-caupi solteiro e feijão-caupi consorciado com milho) e níveis de inoculação (sem e com inoculação).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliação das características agronômicas do milho Caatingueiro

Não houve diferenças significativas entre os tratamentos avaliados quanto às características avaliadas para o milho Caatingueiro: altura de planta, altura de inserção da espiga e massa seca da parte aérea por planta (Tabela 6). Isso evidencia que não houve influência do consórcio com feijão-caupi no desenvolvimento dessas características agronômicas para o milho.

Os resultados obtidos para aquelas variáveis do milho mostraram-se superiores aos constatados por SANTOS et al. (2009), quando avaliou variedades e híbridos de milho para a mesorregião do agreste paraibano, o que indica a boa adaptabilidade do cultivar BRS Caatingueiro para a região de Januária.

Observou-se que a altura da cultivar BRS Caatingueiro solteiro (158,8 cm) não diferiu daquela encontrada por CECCON et al. (2007), em estudos com o milho caatingueiro no plantio de safrinha no município de Dourados, no estado do Mato Grosso do Sul. Nesse estudo, foram obtidos maiores valores de altura da inserção da espiga de 86 cm.

Tabela 6 – Altura da planta, altura da inserção da espiga, e matéria seca da parte aérea do milho variedade Caatingueiro, em monocultivo ou cultivo consorciado com feijão-caupi cv. Itaim (Januária, MG/2013).

Tratamentos	Características agronômicas do milho		
	Altura da planta (cm)	Altura da espiga (cm)	Matéria seca parte aérea/ planta (g)
Milho+feijão inoculado	138,8 a	63,8 a	68,5 a
Milho + feijão sem inoculação	147,0 a	68,3 a	84,0 a
Milho solteiro	158,8 a	74,3 a	88,0 a
CV(%)	8	11	16

Médias seguidas de letras iguais, minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

O cultivo do milho em monocultivo ou consorciado com o feijão-caupi, inoculado e sem inoculação, não proporcionou diferenças significativas ($p > 0,05$) para produtividade (Tabela 7).

De forma semelhante ao que já foi relatado para outras características agronômicas do milho, a produtividade de grãos não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos avaliados. O valor médio observado para a produtividade dessa cultura foi de 3.737 kg ha^{-1} . Tal valor mostra grande elevação quando comparado à média regional observada no município de Januária, que foi de 1.000 kg ha^{-1} (IBGE, 2013), revelando o potencial produtivo da variedade Caatingueiro para a região.

A variedade BRS Caatingueiro mostra-se promissora para a região do norte de Minas Gerais, por ser super precoce, altamente resistente ao estresse hídrico, além de ser uma variedade que o produtor pode aproveitar sua semente para o próximo plantio. Os dados obtidos na presente dissertação superaram aqueles apresentados por SANTOS (2010), que relatou uma produtividade em consórcio conduzido entre milho e feijão-caupi de 2.770 kg ha^{-1} .

O fato de não haver diferenças significativas entre os tratamentos quanto à produtividade do milho revela uma vantagem para o consórcio dessa cultura com o feijão-caupi. Isso se explica porque, mesmo quando cultivado em consórcio, não houve sinais de competição entre as culturas, garantindo o potencial produtivo do milho.

Tabela 7 –Produtividade do milho Caatingueiro, consorciado e não consorciado com feijão-caupi cv. Itaim (Januária, MG/2013).

Tratamentos	Produtividade (kg ha⁻¹)
Milho+feijão-caupi inoculado	3525,0 a
Milho+feijão-caupi sem inoculação	3904,0 a
Milho monocultivo	3783,0 a
CV(%)	23

médias seguidas de letras iguais, minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade

4.2 Avaliação das características agrônômicas do feijão-caupi cv. Itaim

A produção de biomassa seca de parte aérea do feijão-caupi no cultivo solteiro superou significativamente a do consorciado com milho ($p \leq 0,05$) (Tabela 8), o que pode ser associado ao sombreamento do feijoeiro no consórcio. Cabe destacar que, em consórcios, o sombreamento causado pela cultura de maior porte pode reduzir a radiação solar para a cultura de menor porte, afetando o desenvolvimento dessa última e gerando condições de estresse. Uma vez que a radiação afeta o desenvolvimento da cultura de menor porte, a escolha do melhor arranjo, época de semeadura e cultivares são cruciais na eficiência do sistema, ou seja, na maximização da produção (FLESCHE, 2002).

Não houve diferenças significativas ($p > 0,05$) para a matéria seca da parte aérea do feijão-caupi nos tratamentos com e sem inoculação de rizóbio (Tabela 8). Também não houve diferença significativa entre os tratamentos quanto ao número de nódulos do feijão-caupi das plantas consorciadas ou em cultivo solteiro, como também para as plantas inoculadas ou não (Tabela 9).

Tabela 8 – Biomassa seca de parte aérea por planta do feijão-caupi cv. Itaim, aos 55 dias após o plantio, em monocultivo ou cultivo consorciado com milho variedade Caatingueiro, com inoculação ou sem inoculação das sementes do feijão-caupi com rizóbio (Januária, MG/2013).

Sistema de cultivo	Inoculação de sementes de feijão-caupi		
	Com Inoculação g planta ⁻¹	Sem Inoculação g planta ⁻¹	Média geral g planta ⁻¹
Feijão + milho	25,0 Ab	23,0 Ab	24,0 b
Feijão solteiro	68,0 Aa	59,5 Aa	64,0 a
Média geral	46,8 A	41,3 A	
CV(%)	33,4		

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Tabela 9 – Número de nódulos radiculares por planta do feijão caupi cv. Itaim, aos 55 DAP, em monocultivo ou cultivo consorciado com milho variedade Caatingueiro, com inoculação ou sem inoculação das sementes do feijão-caupi com rizóbio (Januária, MG/2013).

Sistema de cultivo	Inoculação de sementes de feijão-caupi		
	Com Inoculação nódulos/planta	Sem Inoculação nódulos/planta	Média geral nódulos/planta
Feijão + milho	5,6 Aa	7,4 Aa	6,5 a
Feijão solteiro	11,1 Aa	10,8 Aa	11,0 a
Média geral	8,3 A	9,1 A	
CV(%)	60,0		

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Os resultados obtidos indicam ausência de resposta do feijão-caupi à inoculação com rizóbio. Estudo conduzido por COSTA et. al. (2011), no Piauí, obteve resultados mais expressivos com relação ao número de nódulos por planta (17,3), utilizando o mesmo isolado BR 3267 na cultivar BR 17 Gurguéia.

A ausência de resposta à inoculação com rizóbio no presente estudo pode estar relacionada a diversos fatores, dentre os quais destacam-se: temperaturas elevadas; excesso ou falta de água; adubação com nitrogênio mineral; competição com bactérias nativas do solo pelos sítios de nodulação; antagonismo microbiano; deficiência de elementos essenciais, principalmente o fósforo e o molibdênio; e incidência de pragas e doenças (FIGUEIREDO et al, 2008).

No caso do presente estudo, um dos motivos de estresse para o feijão-caupi pode estar relacionado ao sombreamento dessa cultura pelo milho semeado em fileiras simples, com a realização do consórcio. Em tais condições, o estresse pode ter sido intensificado pela inoculação com o rizóbio, criando uma situação de dreno fotossintético. Além disso, ao avaliar a Tabela 2, é possível verificar reduzida precipitação pluviométrica, associada à elevada evaporação de água do solo. Isso indica que as culturas avaliadas foram submetidas a déficit hídrico, mesmo com a aplicação de irrigação, o que também pode ter afetado negativamente os resultados da inoculação do feijão-caupi.

MELO & ZILLI (2009) avaliaram cinco cultivares de feijão-caupi com relação a fixação biológica de nitrogênio, através de experimentos em casa de vegetação e em campo, com quatro fontes de nitrogênio: duas estirpes de *Bradyrhizobium* sp., BR 3267 e a BR 3262, 50 Kg de N ha⁻¹ e uma testemunha. Foi observada alta eficiência nodular para ambas as estirpes em todas as cultivares avaliadas. Em campo, a nodulação e o N total foram menores para todas as cultivares comparativamente à casa de vegetação, o que indica interferência de fatores

Com relação aos teores de N na parte aérea do feijão-caupi, não houve diferença significativa entre as plantas consorciadas ou em monocultivo, assim como também para as plantas inoculadas ou não com rizóbio (Tabela 10). Os valores apresentados mostram-se próximos daqueles apresentados por MALHEIRO et al. (2007) para teores de N em caupi medidos em diferentes solos do Semiárido Nordeste, indicando que não houve deficiência daquele nutriente, mesmo quando não foi realizada a inoculação das sementes de feijão-caupi. Uma possível explicação para esse comportamento pode estar associada ao fornecimento de nitrogênio a partir do solo da área experimental. Tal explicação é reforçada quando se observa o alto teor de matéria orgânica encontrado no solo (Tabela 5), podendo funcionar como fonte desse nutriente, em especial após o preparo do solo.

As Tabelas 11 a 14 apresentam aspectos relacionados ao desempenho produtivo do feijão-caupi, avaliados no decorrer da condução do experimento. Com exceção do número de grãos por vagem, os demais aspectos avaliados (número de vagens por planta, massa de grãos secos por planta, e produtividade), o cultivo solteiro superou significativamente o cultivo consorciado quanto aos valores apresentados. Por sua vez, não houve diferenças significativas entre quanto à inoculação das sementes com rizóbio para cada aspecto avaliado.

Com base no que foi observado no experimento conduzido, verifica-se a necessidade de buscar novos arranjos espaciais que amenizem o efeito da competição por luz entre o milho e o feijão-caupi consorciados. Uma possível solução para esse problema é indicada por GUEDES (2008), que verificou resultados promissores para o consórcio dessas culturas empregando-se fileiras duplas de milho. Segundo a autora, tal arranjo favorece a produção de biomassa de feijão-caupi pela maior entrada de luz no sistema, ao mesmo tempo em que essa cultura não interfere negativamente na produtividade do milho.

Tabela 10 – Teor de nitrogênio na parte aérea de feijão-caupi cv. Itaim, em monocultivo ou cultivo consorciado com milho variedade Caatingueiro, com inoculação ou sem inoculação das sementes do feijão-caupi com rizóbio (Januária, MG/2013).

Sistema de cultivo	Inoculação de sementes de feijão-caupi		
	Com Inoculação g de N kg ⁻¹	Sem Inoculação g de N kg ⁻¹	Média geral g de N kg ⁻¹
Feijão + milho	31,5 Aa	30,4 Aa	31,0 a
Feijão solteiro	33,8 Aa	32,8 Aa	33,3 a
Média geral	32,7 A	31,6 A	
CV(%)	12,0		

Médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Tabela 11 – Número de vagens por planta do feijão-caupi cv. Itaim, em monocultivo ou cultivo consorciado com milho variedade Caatingueiro, com inoculação ou sem inoculação das sementes do feijão-caupi com rizóbio (Januária, MG/2013).

Sistema de cultivo	Inoculação de sementes de feijão-caupi		
	Com Inoculação vagens planta ⁻¹	Sem Inoculação vagens planta ⁻¹	Média geral vagens planta ⁻¹
Feijão + milho	15,0 Ab	13,0 Ab	14,0 a
Feijão solteiro	27,0 Aa	34,5 Aa	30,8 a
Média geral	21,0 A	23,8 A	
CV(%)	23,0		

Médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância

Tabela 12 – Número de grãos por vagem do feijão-caupi cv. Itaim, em monocultivo ou cultivo consorciado com milho variedade Caatingueiro, com inoculação ou sem inoculação das sementes do feijão-caupi com rizóbio (Januária, MG/2013).

Sistema de cultivo	Inoculação de sementes de feijão-caupi		
	Com Inoculação grãos vagem ⁻¹	Sem Inoculação grãos vagem ⁻¹	Média geral grãos vagem ⁻¹
Feijão + milho	5,8 Aa	6,5 Aa	6,1 a
Feijão solteiro	5,3 Aa	6,0 Aa	5,6 a
Média geral	5,5 A	6,3 A	
CV(%)	14,0		

Médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Tabela 13 – Massa de grãos secos por planta de feijão-caupi cv. Itaim, em monocultivo ou cultivo consorciado com milho variedade Caatingueiro, com inoculação ou sem inoculação das sementes do feijão-caupi com rizóbio (Januária, MG/2013).

Sistema de cultivo	Inoculação de sementes de feijão-caupi		
	Com Inoculação grãos vagem ⁻¹	Sem Inoculação grãos vagem ⁻¹	Média geral grãos vagem ⁻¹
Feijão + milho	17,8 Ab	17,3 Ab	17,6 b
Feijão solteiro	31,7 Ba	41,7 Aa	36,7 a
Média geral	24,8 AB	29,5 A	
CV(%)	19,0		

Médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Tabela 14 – Produtividade de feijão-caupi cv. Itaim, em monocultivo ou cultivo consorciado com milho variedade Caatingueiro, com inoculação ou sem inoculação das sementes do feijão-caupi com rizóbio (Januária, MG/2013).

Sistema de cultivo	Inoculação de sementes de feijão-caupi		
	Com Inoculação kg ha ⁻¹	Sem Inoculação kg ha ⁻¹	Média geral kg ha ⁻¹
Feijão + milho	445,8 Ab	433,3 Ab	439,6 b
Feijão solteiro	1586,1 Ba	2083,3 Aa	1884,7 a
Média geral	1016,0 AB	1258,3 A	
CV(%)	19,0		

Médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

4.3 Índice de Equivalência de Área (IEA)

O índice de equivalência de área indica que o consórcio foi eficiente para o desempenho agrônômico, tanto para o tratamento com inoculação, como também sem inoculação.

Os índices de equivalência de área dos consórcios do feijão caupi (inoculado e sem inoculação) com o milho BRS Caatingueiro apresentaram valores superiores a 1,0, demonstrando eficiência no aproveitamento dos recursos naturais disponíveis. Segundo SALGADO et al. (2006), uma explicação para essa maior eficiência está no fato de que os consórcios possibilitam colheita e renda extra para o produtor, assim como o aproveitamento dos nutrientes disponíveis do solo.

Tabela 15 – Resultado do índice de equivalência de área.

Tratamento	IEA
Consórcio de feijão-caupi com inoculação + milho	1,21
Consórcio de feijão-caupi sem inoculação + milho	1,23

IEA = índice de equivalência de área

5 CONCLUSÕES

- O consórcio de milho com feijão-caupi apresenta alto índice de eficiência de área.
- Ambos os materiais genéticos utilizados (feijão BRS Itaim e milho BRS Caatingueiro), consorciados ou não, mostraram-se apropriados para as condições edafoclimáticas de Januária, MG.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Deve-se considerar o fato que fatores ambientais e edáficos podem ter influenciado o processo de fixação biológica de nitrogênio no feijão-caupi durante o período experimental. Tornam-se necessárias pesquisas que possibilitem um melhor entendimento desse processo no futuro.

Outro aspecto a ser destacado relaciona-se ao emprego da torta de algodão como fertilizante orgânico para as culturas de feijão-caupi e milho. Esse material revelou eficiência no fornecimento de nutrientes, em especial do nitrogênio. Uma vez que a torta de algodão é encontrada com relativa facilidade no norte de Minas Gerais, seu uso pode contribuir para um aumento da sustentabilidade da agricultura dessa região.

Levando em consideração que esta prática é de extrema importância para o agricultor familiar, no que refere ao aumento de produção, preservação ambiental e de saúde de seus familiares.

7 APENDICES



Figura 2 Aspecto do feijão-caupi cv.Itaim aos 55 DAP, Campus Januária IFNMG, período de coleta dos nódulos. **Foto:** Henrique, S. L. (04/11/2013).



Figura 3 - Aspecto do milho Caatingueiro com 55 DAP, Campus Januária IFNMG, período de coleta dos nódulos. **Foto:** Henrique, S. L. (04/11/2013).

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, M. L. de; MELO FILHO, A. C. de C. Fator de Disponibilidade Hídrica (FDH): uma proposta de análise simplificada para o estado de déficit hídrico no norte do Estado de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 11., 2000, Rio de Janeiro. **Anais**. Rio de Janeiro: SBM, 2000. Disponível em: <http://www.cbmet.com/cbm-files/12-a3729f1d36e5e713d4f8346ef8cc4805.pdf>. Acesso em: 7 fev. 2016.

AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2003. 545p.

ALVES, B. J. R.; SANTOS, J. C. F.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. Métodos de determinação do nitrogênio Em solo e planta. In: ARAÚJO, R. S.; HUNGRIA, M. (Orgs.). **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. p. 449-469.

ASSIS, R. L. de; JESUS, E. L. de. Histórico, conceitos e princípios da agroecologia. In: PADOVAN, M. P.; URCHEI, M. A.; MERCANTE, F. M.; CARDOSO, S. **Agroecologia em Mato Grosso do Sul: princípios, fundamentos e experiência**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Campo Grande: IDATERRA, 2005. p.39-49.

BARROS, R. L. N; OLIVEIRA, L. B. de; MAGALHÃES, W. B. de; MEDICI, L. O; PIMENTEL, C. Interação entre inoculação com rizóbio e adubação nitrogenada de plantio na produtividade do feijoeiro nas épocas da seca e das águas. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, n.4, p.1443-1450, 2013.

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

BORGUINI, R. G.; SILVA, M. V. Características físico-químicas e sensorias do tomate (*Lycopersicon esculentum*) produzido por cultivo orgânico em comparação ao convencional. **Alimentação e Nutrição**, v.16, n.4, p.355-361, 2005.

BORGUINI, R. G.; TORRES, E. A. F. S. Alimentos orgânicos: qualidade nutritiva e segurança do alimento. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, v.13, n.2, p.64-75, 2006.

BRASIL, 2003. **Lei Nº 10.831 de 23 de Dezembro de 2003**. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/L10.831. Acesso em: 25 jan. 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 12 de 28 mar. 2008. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 31 mar. 2008. Seção 1, p.11-14.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. Serviço Nacional de Proteção de Cultivares. Ato nº 4, de 19 de agosto de 2010. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 20 ago. 2010. Seção 1, p.6-7.

CARMO, M. S. do; MAGALHÃES, M. M. Agricultura sustentável: avaliação da eficiência técnica e econômica de atividades agropecuárias selecionadas no sistema não convencional de produção. **Informações Econômicas**, v.29, n.7, p.7-98, 1999.

CARVALHO, H. W. L. de; SANTOS, M. X. dos; SILVA, A. A. G. da; CARDOSO, M. J.; SANTOS, D. M. dos; TABOSA, J. N.; MICHEREFF FILHO, M.; LIRA, M. A.; BONFIM, M. H. C. SOUZA, E. M. de; SAMPAIO, G. V.; BRITO, A. R. de M. B.; DOURADO, V. V.; TAVARES, J. A.; NASCIMENTO NETO, J. G. do; NASCIMENTO, M. M. A. do; TAVARES FILHO, J. J.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; CARVALHO, B. C. L. de; **Caatingueiro**: uma variedade de milho para o Semi-árido Nordeste. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2004. 8p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado Técnico, 29).

CARVALHO, D. F. de; FARIA, R. A. de; SOUZA, A. V. de; BORGES, H. Q. Espacialização do período de veranico para diferentes níveis de perda de produção na cultura do milho, na bacia do Rio Verde Grande, MG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.2, p.172-176, 2000.

CASTRO NETO, N. de; DENUZI, V. S. S.; RINALDI, R. N.; STADUTO, J. A. R.; Produção orgânica: uma potencialidade estratégica para a agricultura familiar. **Revista Percursos**, v.2, n.2, p.73-95, 2010.

CECCON, G.; GUIMARÃES, P. E. de O.; PACHECO, C. A. P.; MEIRELES, W. F.; ROSSI, G. Rendimento e qualidade de grãos de milho safrinha, em Mato Grosso do Sul, 2004 a 2007. SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 9., 2007, Dourados. **Anais**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2007.

COSTA, A. S. V.; SILVA, M. B. Sistemas de consórcio milho feijão para a região do Vale do Rio Doce - Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.2, p.663-667, 2008.

COSTA, E. M.; NÓBREGA, R. S. A.; MARTINS, L. de V.; AMARAL, F. H. C.; MOREIRA, F. M. de S. Nodulação e produtividade de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. por cepas de rizóbio em Bom Jesus, PI. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, n.1, p.1-7, 2011.

COUTINHO, H. L. C.; UZÊDA, M. C.; ANDRADE, A. G. de; TAVARES, S. R. L. Ecologia e biodiversidade do solo no contexto da agroecologia. **Informe Agropecuário**, v.24, p.45-54, 2003.

DAROLT, M. R. **Agricultura orgânica: inventando o futuro**. Londrina: IAPAR, 2002. 249p.

DEVIDE, A. C. P. **Sistema orgânico de produção de mandioca consorciada com milho e caupi**. 2006. 85p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

EMBRAPA AGROBIOLOGIA. **Inoculação com rizóbio na cultura do feijoeiro**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2012. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/109698/1/Folder-feijoeiro.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2016.

FIESP - Informativo DEAGRO. **Safra mundial de milho 2015/2016: 9º Levantamento do USDA**. São Paulo: FIESP, 2016. Disponível em: <http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/safra-mundial-de-milho-2>. Acesso em: 8 fev. 2016.

FIGUEIREDO, M. do V. B.; LIRA JUNIOR, M. de A.; ARAÚJO, A. S. F de; MARTINEZ, C. R. Fatores bióticos e abióticos à fixação biológica do N₂. In: FIGUEIREDO, M. do V. B.; BURITY, H. A.; STAMFORD, N. P.; SANTOS, C. E. do R. e S. **Microrganismo e agrobiodiversidade: o novo desafio para a agricultura**. Porto Alegre: Editora Rigel, 2008. p.43-68.

FLESCHE, R. D. Efeitos temporais e espaciais no consórcio intercalar de milho e feijão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.37, n.1, p.51-56, 2002.

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

GRANJEIRO, T. B.; CASTELLON, R. E. R.; ARAÚJO, F. M. M. C. de; SILVA, S. M. S.; FREIRE, E. A.; CAJAZEIRAS, J. B.; ANDRADE NETO, M.; GRANJEIRO, M. B.; CAVADA, B. S. Composição bioquímica da semente. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. (Eds.). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p.338-365.

GUEDES, R. E; Bases para o cultivo orgânico de feijão-caupi [*Vigna unguiculata* L.(walp)] no Estado do Rio de Janeiro– 2008.75f. : il. .Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

GUIMARÃES, C. M.; STONE, L. F.; BRUNINI, O. Adaptação do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) à seca. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, p.70-75, 2006.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; MENDES, I.C. **A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a**

competitividade do produto brasileiro. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 80p. (Embrapa Soja. Documentos, 283).

IBGE. **Produção agrícola de Januária, MG, ano de 2013**. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=3135209>. Acesso em: 25 fev. 2016.

LAGES, N. de S.; VARGAS NETO, A. Mensurando a consciência ecológica do consumidor: um estudo realizado na cidade de Porto Alegre. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO, 2003, Salvador. **Anais**. Rio de Janeiro: ANPAD, 2003. Disponível em: http://www.anpad.org.br/diversos/trabalhos/EnANPAD/enanpad_2002/MKT/2002_MKT692.pdf. Acesso em: 6 fev. 2016.

KANASHIRO, V. Produção acadêmica brasileira sobre sustentabilidade: análise da base Scielo Brasil. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM AMBIENTE E SOCIEDADE, 5., 2010, Florianópolis. **Anais**. São Paulo: ANPPAS, 2010. Disponível em: <http://www.anppas.org.br/encontro5/cd/artigos/GT10-56-52-20100903195607.pdf>. Acesso em: 6 fev. 2016.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: con un estudio de los climas de la tierra. México: Fondo de Cultura Económica, 1948. 466p.

KRONKA, A. Z.; OSUNA, J. T. A.; KRONKA, S. N. Comportamento de cultivares de milho no consórcio com feijão. **Revista Ceres**, v.47, n.273, p.543-553, 2000.

LIEBMAN, M. Sistemas de policultivos. In: ALTIERI, M. **Agroecologia**: bases científicas para uma agricultura sustentável. 3. ed. São Paulo: Expressão Popular, Rio de Janeiro: AS-PTA, 2012. p.221-240.

LIMA, M. B.; ALVES, E. J.; BORGES, A. L.; NASCIMENTO, F. H. de A. Efeitos das culturas de milho (*Zea mays*), feijão (*Phaseolus vulgaris*) e caupi (*Vigna unguiculata*) na agregação de valor ao cultivo da bananeira 'terra', em Teolândia, litoral sul da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, n.1, p.55-59, 2005.

MACHADO, A. T.; PEREIRA, M. B.; PEREIRA, M. E.; MACHADO, C. T. T.; MEDICI, L. O. Avaliação de variedades locais e melhoradas de milho em diferentes regiões do Brasil. In: SOARES, A. C.; MACHADO, A. T.; SILVA, B. M.; VON DER WEID, J. M. (Eds.). **Milho crioulo**: conservação e uso da biodiversidade. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1998. p.93-106.

MACIEL, A. D; ARF, O.; SILVA, M. G. da; SÁ, M. E. da; BUZETTI, S; ANDRADE, J. A. da C; SOBRINHO, E. B. Comportamento do milho consorciado com feijão em sistema de plantio direto. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.26, n.3, p.309-314, 2004.

MALHEIRO, M. G.; MORGADO, L. B.; MARTINS, L. M. V.; MENEZES, D. R. Estudo comparativo do teor de nitrogênio e nodulação em cultivares de *Vigna*

unguiculata (L. Walp) em diferentes solos do Semi-árido. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2007. 5p. (Embrapa Semiárido. Documentos, 205).

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

MENDES, R. M. S.; TÁVORA, F. J. A. F.; PINHO, J. L. N.; PITOMBEIRA, J. B. Relações fonte-dreno em feijão-de-corda submetido à deficiência hídrica. **Ciência Agrônômica**, v.38, p.95-103, 2007.

NOGUEIRA, A. R. de A.; SOUZA, G. B. de. **Manual de laboratórios: solo, água, nutrição vegetal e alimentos**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005. 334p.

PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C.; RAMALHO, M. A. P. Produtividade e índice de espiga de três cultivares de milho em sistema de consórcio com o feijão comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26, n.5, p. 745-751, 1991.

PORTAL BRASIL. **Consumo de orgânicos leva mercado interno a crescer 40% em 2010**. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/noticias/arquivos/2011/02/03/consumo-de-organicos-leva-mercado-interno-a-crescer-40-em-2010>. Acesso em: 17 jun. 2012.

REIS, W. P.; RAMALHO, M. A. P.; CRUZ, J. C. Arranjos e populações do feijoeiro na consorciação com o milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, n.5, p.575-584, 1985.

REZENDE, C. L. **O agronegócio dos alimentos orgânicos**. Curso de Pós-graduação Lato Sensu em Agronegócios – MBA, Fundance, 2005.

RIBEIRO, V. Q. (Ed.). **Cultivo de feijão-caupi**. Teresina: Embrapa Meio Norte, 2003. 108p. (Embrapa Meio Norte. Sistemas de Produção, 2).

SAMINÊZ, T. C. O.; DIAS, R. P.; NOBRE, F. G. A.; MATTAR, R. G. H.; GONÇALVES, J. R. A. **Princípios norteadores da produção orgânica de hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008. 8p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica 67).

SANTANA, E. O. **Rendimento do consórcio milho-feijão em função de arranjos espaciais e adubação mineral**. 2009. 70p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Paraíba, Areia.

SANTOS, J. F. dos; GRANGEIRO, J. I. T; BRITO, L. M. P. Variedades e híbridos de milho para a mesorregião do Agreste Paraibano. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.3, n.3, p.13-17, 2009.

SANTOS, M. A; LOPES, M. F.; BATISTA, P. S. C.; BERTO, A. L. F.; SILVA, M. G. M. Desempenho agrônômico do feijão de corda consorciado com milho 'BRS Caatingueiro' em diferentes populações e arranjos de plantas no semiárido mineiro. In: FORUM ENSINO-PESQUISA-EXTENSÃO-GESTÃO, 2014, Montes Claros. **Resumos...** Montes Claros: UNIMONTES, 2014. Disponível em:

[http://www.fepeg2014.unimontes.br/sites/default/files/resumos/arquivo_pdf_anais/resumo_fepeg - feijao e milho-pronto.pdf](http://www.fepeg2014.unimontes.br/sites/default/files/resumos/arquivo_pdf_anais/resumo_fepeg_-_feijao_e_milho-pronto.pdf). Acesso em: 6 fev. 2016.

SANTOS, N. C. B.; ORIVALDO, A. R. F.; KOMURO, L. K. Consórcio de feijoeiro e milho-verde na entressafra e comportamento das cultivares de feijão. **Bioscience Journal**, v.26, n.6, p.865-872, 2010.

SANTOS, R. D. dos; PEREIRA, L. G. R.; NEVES, A. L. A.; AZEVEDO, J. A. G.; MORAES, S. A. de; COSTA, C. T. F. Características agronômicas de variedades de milho para produção de silagem. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.32, n.4, p.367-373, 2010.

SALGADO, A. S.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D.L.; RIBEIRO, R. L.D.; ESPINDOLA, J. A. A. Azevedo; SALGADOS, J. A. A. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.41, n.7, p.1141-1147, jul. 2006

SILVA, E. F. da; MARCHETTI, M. E; SOUZA; L. C. F. de; MERCANTE, F. M; RODRIGUES, E. T; VITORINO, A. C. T. Inoculação do feijoeiro com *Rhizobium tropici* associada à exsudato de *Mimosa flocculosa* com diferentes doses de nitrogênio. **Bragantia**, v.68, n.2, p.443-451, 2009.

SILVA, J. A. **Aplicação inicial de P₂O₅ no solo, avaliação em três cultivos sucessivos no feijão-caupi**. 2007. 55p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Paraíba, Areia.

SILVA, F. S. da; PORTO, A. G.; PASCUALI, L. C.; SILVA, S. T. C. da. Viabilidade do armazenamento de sementes em diferentes embalagens para pequenas propriedades rurais. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v.8, n.1, p.45- 56, 2010.

SPONHOLZ, C.; FREIRE FILHO, F. R.; MAIA, C. B.; RIBEIRO, V. Q.; CARDOSO, M. de O. **Reação de genótipos de feijão-Caupi ao *Colletotrichum truncatum***. Teresina: Embrapa Meio Norte, 1996. 19p. (Embrapa Meio Norte. Boletim de Pesquisa, 65).

STRALIOTTO, R.; RUMJANEK, N. G. **Biodiversidade do rizóbio que nodula o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) e os principais fatores que afetam a simbiose**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 1999. 51p. (Embrapa-CNPAB. Documentos, 94).

TÁVORA, F. J. A. F.; SILVA, C. S. A.; BLEICHER, E.; SOUZA, A. S. Rendimento do milho, sorgo e feijão-caupi em sistemas de consórcio em séries de substituição. 2006. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 2006, Teresina. **Resumos...** Teresina: Embrapa Meio Norte. Disponível em: <http://www.cpamn.embrapa.br/anaisconac2006/resumos/FT11.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2012.

TÁVORA, F. J. A. F.; SILVA, C. S. A.; BLEICHER, E. Sistemas de consórcio do milho, sorgo e feijão-caupi em séries de substituição. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.13, n.3, p.311-317, 2007.

VILARINHO, A. A.; ROCHA, M. de M; FREIRE FILHO, F. R; COELHO, G. **BRS Itaim**: cultivar de feijão-caupi com grãos Tipo Fradinho. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2010. 4p. (Embrapa Roraima. Comunicado Técnico, 58).

ZILLI, J. E.; SILVA NETO, M. L. da; FRANÇA JUNIOR, I.; PERIN, L.; MELO, A. R. de. Resposta do feijão-caupi à inoculação com estirpes de *Bradyrhizobium* recomendadas para a soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, p.739-742, 2011.

ZILLI, J. E.; VALICHESKI, R. R.; RUMJANEK, N. G; ARAÚJO, J. L. S; FREIRE FILHO, F. R.; NEVES, M. C. P. Eficiência simbiótica de estirpes de *Bradyrhizobium* isoladas de solo do Cerrado em caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.5, p.811-818, 2006.