

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

MILHO E FEIJÃO-CAUPI CULTIVADOS EM FAIXAS NA SAFRINHA

ALINE DE OLIVEIRA MATOSO

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP - Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Agricultura).

BOTUCATU-SP
Fevereiro - 2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

MILHO E FEIJÃO-CAUPI CULTIVADOS EM FAIXAS NA SAFRINHA

ALINE DE OLIVEIRA MATOSO

Engenheira Agrônoma

Orientador: Prof. Dr. Rogério Peres Soratto

Co-orientador: Dr. Gessi Ceccon

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP - Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Agricultura).

BOTUCATU-SP
Fevereiro – 2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

M433m Matoso, Aline de Oliveira, 1985-
Milho e feijão-caupi cultivados em faixas na safrinha /
Aline de Oliveira Matoso. - Botucatu : [s.n.], 2011

x, 134 f. : gráfs., tabs., fots. color.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2011

Orientador: Rogério Peres Soratto

Co-orientador: Gessi Ceccon

Inclui bibliografia

1. *Vigna unguiculata*. 2. *Zea mays*. 3. Consórcio em faixas. 4. Índice de equivalência de área. I. Soratto, Rogério Peres. II. Ceccon, Gessi. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. IV. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: MILHO E FEIJÃO-CAUPI CULTIVADOS EM FAIXAS NA SAFRINHA

ALUNA: ALINE DE OLIVEIRA MATOSO

ORIENTADOR: PROF. DR. ROGÉRIO PERES SORATTO

Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. ROGÉRIO PERES SORATTO

PROF. DR. CARLOS ALEXANDRE COSTA CRUSCIOL

PROF. DR. MAURISRAEL DE MOURA ROCHA

Data da Realização: 25 de fevereiro de 2011.

"O correr da vida embrulha tudo. A vida é assim: esquenta e esfria, aperta e daí afrouxa, sossega e depois desinquieta. O que ela quer da gente é coragem. O que Deus quer é ver a gente aprendendo a ser capaz de ficar alegre e amar, no meio da tristeza. Todo caminho da gente é resvaloso, mas cair não prejudica demais. A gente levanta, a gente sobe, a gente volta." João Guimarães Rosa.

Ao meu tio e amigo *Nilson Especiato* (in memorian), a pessoa mais generosa que conheci, grande incentivador desde a época em que cursei o colégio agrícola, que sempre acreditou que eu poderia ir mais além.

OFEREÇO

Aos meus pais *Adir* e *Célia* pelo amor incondicional, exemplo de coragem, honestidade, pelo esforço dedicado a minha formação e por entenderem minha ausência durante todos estes anos. Sem eles nada disto seria possível.

Ao *Lucas*, pelo carinho, amizade, amor, incentivo e por estar ao meu lado em todos estes momentos.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

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

Aos meus pais Célia O. Matoso e Adir R. Matoso pelo imenso amor, dedicação, orações e confiança.

Aos meus queridos e amados avós Paulo Matoso, Maria de Paula e Josefa Toledo, pelo amor, conselhos, ensinamentos e orações.

Às minhas tias: Bernadete Matoso, Vera Matoso, Geralda Matoso, Nilce Matoso, Lucimara Gonçalves Especiato, Gisele Toledo, Gislaene Toledo, Kátia Cristina, Márcia Oliveira e Fátima Oliveira, que sempre me incentivaram e me encorajaram.

A D. Regina Moreira, pelo exemplo de pessoa, pelo imenso amor e alegria que transmite.

À toda minha família (tios(as) e primos(as)) pelo amor, carinho, incentivo e por compreenderem minha ausência nestes últimos anos.

À família Stefanello por me acolherem como parte dela, pelo carinho, alegria e incentivo.

A todos meus professores da Escola Estadual “José dos Santos”, de Aspásia-SP, da Escola Técnica Estadual Agrícola “Dr. José Luiz Viana Coutinho” (Centro Paula Souza), de Jales-SP, da Universidade Federal da Grande Dourados, de Dourados-MS, e do Curso de Pós-Graduação em Agronomia (Agricultura), da Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, campus de Botucatu, pelos ensinamentos, incentivo e dedicação, meu enorme agradecimento a todos.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Rogério Peres Soratto, pela brilhante orientação, pela atenção, dedicação e encorajamento, pela paciência e valiosos ensinamentos que me proporcionou durante a realização deste trabalho e principalmente pelo exemplo de pessoa e profissional.

Ao meu co-orientador, Dr. Gessi Ceccon, pela amizade, pelos valiosos ensinamentos desde a época de graduação, por acreditar em minha capacidade, pelos inúmeros conselhos, por me oferecer suporte para a realização deste trabalho em Dourados-MS, pela paciência, sugestões e pelo exemplo de perseverança e profissionalismo.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo apoio financeiro, concedido por meio de bolsa de estudo e subvenção do trabalho de pesquisa.

À Embrapa Agropecuária Oeste e a Universidade Estadual Paulista por proporcionar a execução desse treinamento e a todos os funcionários, pelo auxílio direto e indireto, e, em especial, aos funcionários de campo que sempre me ajudaram desde a semeadura a colheita dos experimentos, pela alegre e prazerosa convivência.

À Embrapa Meio Norte, pelo fornecimento das sementes, em especial ao pesquisador Dr. Maurisrael Rocha, pela atenção e disponibilidade.

Meu agradecimento pela ajuda na condução dos experimentos a Adalton Fernandes, Genivaldo D. de Souza-Schlick, Priscila Figueiredo, Antonio Neto, Barbara Santi e Beatrice Luciana Silva.

Aos meus amigos de Botucatu pela prazerosa convivência, incentivo e amizade Adriana Almeida, Suelen Maia, Adalton Fernandes, Selma Mota, Priscila Figueiredo e Fábio Tanamati.

Aos meus eternos amigos, que mesmo distante se mantiveram presente em mais esta etapa, meus sinceros agradecimentos e imenso amor para Rogério Scapin, Renan Camilo, Débora Heid, Rosangela Juliana, Caroline Paes, Priscila Figueiredo, Tiago Martelli, Carla Carducci e Antonio Neto Neto.

À Rosangela Juliana, Débora Heid e Luzia Ossuna por me hospedarem e me acolherem em suas casas nas idas para a execução do experimento em Dourados, meu muito obrigado a vocês e as suas famílias.

A todos aqueles que colaboraram direta ou indiretamente na realização deste trabalho meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	VIII
LISTA DE FIGURAS.....	XII
1 RESUMO	01
2 SUMMARY	03
3 INTRODUÇÃO.....	05
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	07
4.1 Feijão-caupi.....	07
4.2 Milho safrinha	11
4.3 Consórcio entre feijão-caupi e milho	12
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	21
5.1 Localização e caracterização edafoclimática das áreas experimentais	21
5.2 Delineamento experimental e tratamentos	24
5.3 Caracterização das cultivares	25
5.4 Instalação e condução dos experimentos	27
5.4.1 Experimento de Dourados-MS, em 2009	27
5.4.2 Experimentos de Dourados-MS e Botucatu-SP, em 2010.....	28
5.5 Avaliações	30
5.5.1 Cultura do feijão-caupi	30
5.5.2 Cultura do milho	32
5.6 Índice de equivalência de área	35
5.7 Análise estatística.....	35
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
6.1 Cultura do feijão-caupi.....	37
6.2 Cultura do milho	69
6.3 Índice de equivalência de área	99
7 CONCLUSÕES	102
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	103
9 APÊNDICE	125

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1 Atributos químicos do solo, na profundidade de 0 a 0,20 m, antes da instalação dos experimentos.	22
2 Índice relativo de clorofila (IRC) nas folhas de cultivares de feijão-caupi, em cultivo consorciado com cultivares de milho e solteiro.....	38
3 Teores de nitrogênio (g kg^{-1}) nas folhas de cultivares de feijão-caupi, em cultivo consorciado com cultivares de milho e solteiro.	40
4 Teores de fósforo (g kg^{-1}) nas folhas de cultivares de feijão-caupi, em cultivo consorciado com cultivares de milho e solteiro.....	42
5 Teores de potássio (g kg^{-1}) nas folhas de cultivares de feijão-caupi, em cultivo consorciado com cultivares de milho e solteiro.....	43
6 Teores de cálcio (g kg^{-1}) nas folhas de cultivares de feijão-caupi, em cultivo consorciado com cultivares de milho e solteiro.	45
7 Teores de magnésio (g kg^{-1}) nas folhas de cultivares de feijão-caupi, em cultivo consorciado com cultivares de milho e solteiro.....	46
8 Teores de enxofre (g kg^{-1}) nas folhas de cultivares de feijão-caupi, em cultivo consorciado com cultivares de milho e solteiro.	47
9 Teores de cobre (mg kg^{-1}) nas folhas de cultivares de feijão-caupi, em cultivo consorciado com cultivares de milho e solteiro.	48
10 Teores de ferro (mg kg^{-1}) nas folhas de cultivares de feijão-caupi, em cultivo consorciado com cultivares de milho e solteiro.	49
11 Teores de manganês (mg kg^{-1}) nas folhas de cultivares de feijão-caupi, em cultivo consorciado com cultivares de milho e solteiro.	50
12 Teores de zinco (mg kg^{-1}) nas folhas de cultivares de feijão-caupi, em cultivo consorciado com cultivares de milho e solteiro.	51
13 Número médio de dias para a floração de cultivares de feijão-caupi, em cultivo consorciado com cultivares de milho e solteiro.	52

Tabela	Página
14 Número médio de dias para a maturação de cultivares de feijão-caupi, em cultivo consorciado com cultivares de milho e solteiro.	54
15 População final de plantas (plantas ha ⁻¹) de cultivares de feijão-caupi, em cultivo consorciado com cultivares de milho e solteiro.	55
16 Número médio de vagens por planta de cultivares de feijão-caupi, em cultivo consorciado com cultivares de milho e solteiro.	57
17 Comprimento médio de vagens (cm) de cultivares de feijão-caupi, em cultivo consorciado com cultivares de milho e solteiro.	58
18 Número médio de grãos por vagem de cultivares de feijão-caupi, em cultivo consorciado com cultivares de milho e solteiro.	60
19 Massa média de grãos por vagem (g) de cultivares de feijão-caupi, em cultivo consorciado com cultivares de milho e solteiro.	61
20 Massa média da vagem sem os grãos (g) de cultivares de feijão-caupi, em cultivo consorciado com cultivares de milho e solteiro.	62
21 Massa média de 100 grãos (g ⁻¹) de cultivares de feijão-caupi, em cultivo consorciado com cultivares de milho e solteiro.	63
22 Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹) de cultivares de feijão-caupi, em cultivo consorciado com cultivares de milho e solteiro.	64
23 Teores de proteína bruta (%) em grãos de cultivares de feijão-caupi, em cultivo consorciado com cultivares de milho e solteiro.	68
24 Índice relativo de clorofila nas folhas de cultivares de milho, em cultivo consorciado com cultivares de feijão-caupi e solteiro.	70
25 Teores de nitrogênio (g kg ⁻¹) nas folhas de cultivares de milho, em cultivo consorciado com cultivares de feijão-caupi e solteiro.	71
26 Teores de fósforo (g kg ⁻¹) nas folhas de cultivares de milho, em cultivo consorciado com cultivares de feijão-caupi e solteiro.	72

Tabela	Página
27 Teores de potássio (g kg^{-1}) nas folhas de cultivares de milho, em cultivo consorciado com cultivares de feijão-caupi e solteiro.....	73
28 Teores de cálcio (g kg^{-1}) nas folhas de cultivares de milho, em cultivo consorciado com cultivares de feijão-caupi e solteiro.....	74
29 Teores de magnésio (g kg^{-1}) nas folhas de cultivares de milho, em cultivo consorciado com cultivares de feijão-caupi e solteiro....	75
30 Teores de enxofre (g kg^{-1}) nas folhas de cultivares de milho, em cultivo consorciado com cultivares de feijão-caupi e solteiro.....	76
31 Teores de cobre (mg kg^{-1}) nas folhas de cultivares de milho, em cultivo consorciado com cultivares de feijão-caupi e solteiro....	77
32 Teores de ferro (mg kg^{-1}) nas folhas de cultivares de milho, em cultivo consorciado com cultivares de feijão-caupi e solteiro....	78
33 Teores de manganês (mg kg^{-1}) nas folhas de cultivares de milho, em cultivo consorciado com cultivares de feijão-caupi e solteiro.....	79
34 Teores de zinco (mg kg^{-1}) nas folhas de cultivares de milho, em cultivo consorciado com cultivares de feijão-caupi e solteiro....	80
35 Número de dias para o florescimento de cultivares de milho, em cultivo consorciado com cultivares de feijão-caupi e solteiro....	81
36 Número de dias para a maturação de cultivares de milho, em cultivo consorciado com cultivares de feijão-caupi e solteiro.....	81
37 Altura de plantas (m) de cultivares de milho, em cultivo consorciado com cultivares de feijão-caupi e solteiro....	82
38 Altura de inserção de espigas (m) de cultivares de milho, em cultivo consorciado com cultivares de feijão-caupi e solteiro....	84
39 Diâmetro do colmo (mm) de cultivares de milho, em cultivo consorciado com cultivares de feijão-caupi e solteiro.....	85
40 Número médio de folhas por plantas de cultivares de milho, em cultivo consorciado com cultivares de feijão-caupi e solteiro.....	86
41 População final de plantas (plantas ha^{-1}) de cultivares de milho em cultivo consorciado com cultivares de feijão-caupi e solteiro....	87

Tabela	Página
42 Porcentagem de plantas acamadas e quebradas (%) por hectare de cultivares de milho, em cultivo consorciado com cultivares de feijão-caupi e solteiro	88
43 Número médio de espigas por planta de cultivares de milho, em cultivo consorciado com cultivares de feijão-caupi e solteiro	90
44 Comprimento médio de espigas de cultivares de milho, em cultivo consorciado com cultivares de feijão-caupi e solteiro	91
45 Diâmetro médio de espigas (mm) de cultivares de milho, em cultivo consorciado com cultivares de feijão-caupi e solteiro	92
46 Número médio de grãos por espiga de cultivares de milho, em cultivo consorciado com cultivares de feijão-caupi e solteiro	93
47 Massa média de cem grãos (g) de cultivares de milho, em cultivo consorciado com cultivares de feijão-caupi e solteiro	94
48 Produtividade de grãos (kg ha^{-1}) de cultivares de milho, em cultivo consorciado com cultivares de feijão-caupi e solteiro	95
49 Teores médios de proteína (%) em grãos de cultivares de milho, em cultivo consorciado com cultivares de feijão-caupi e em cultivo solteiro	98
50 Índice de equivalência de área (IEA) do consórcio milho com cultivares de feijão-caupi em Dourados-MS e Botucatu-SP, em 2010	100

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1 Precipitação pluvial (■), irrigação suplementar (■), temperaturas máxima (—) e mínima (—) registradas nas áreas experimentais durante o período de fevereiro a julho, em Dourados-MS, nos anos 2009 (A) e 2010 (B) e em Botucatu-SP no ano de 2010 (C). S: data de semeadura; FC: data de florescimento do feijão-caupi e, FM: data de florescimento do milho	23
2 Esquema da disposição do consórcio em faixas de milho x feijão-caupi no campo.	25

1 RESUMO

A consorciação de culturas, que consiste no cultivo de duas ou mais culturas em uma mesma área, pelo menos parte do ciclo, visa o melhor aproveitamento dos recursos disponíveis na propriedade e a minimização dos riscos de quebra de produtividade. O cultivo do milho em consórcio com o feijão-caupi, que é relativamente mais tolerante à seca, devido, principalmente, ao ciclo mais curto, pode ser uma opção interessante para o período de safrinha. Contudo, são escassos e inconsistentes os resultados de pesquisas sobre cultivo consorciado de cultivares de milho e feijão-caupi em faixas, especialmente nas regiões Centro-Oeste e Sudeste. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar o monocultivo e o cultivo consorciado em faixas de diferentes cultivares de feijão-caupi com uma variedade e um híbrido simples de milho, em Dourados-MS e Botucatu-SP. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com parcelas subdivididas e quatro repetições. Para a cultura do feijão-caupi, foram considerados três sistemas de cultivo/cultivares de milho (consórcio com a variedade de milho (BR 473), consórcio com o híbrido de milho (BRS 1030 ou BRS 1010) e cultivo solteiro) nas parcelas e três cultivares de feijão-caupi (BRS Guariba, BRS Novaera e BRS Xiquexique) nas subparcelas. Para a cultura do milho, foram utilizadas duas cultivares de milho (BR 473 e BRS 1030 ou BRS 1010) nas parcelas e quatro sistemas de cultivo/cultivares de feijão-caupi (consórcio com BRS Guariba, consórcio com BRS Novaera, consórcio com BRS Xiquexique e cultivo solteiro) nas subparcelas. O sistema de consórcio (cultivo em faixas) foi constituído pela intercalação de faixas constituídas de quatro fileiras de feijão-caupi com faixas de quatro fileiras de milho. Ambas as culturas foram semeadas no espaçamento de 0,50 m entre fileiras. No cultivo consorciado, cada unidade experimental foi constituída por

oito fileiras de 6 m de comprimento, ou seja, quatro fileiras de milho e quatro de feijão-caupi. No cultivo solteiro, cada unidade experimental foi constituída por quatro fileiras de 6 m de comprimento. A nutrição das culturas de feijão-caupi e milho não foi prejudicada pelo cultivo em consórcio. A cultivar de milho utilizada no consórcio não teve influência no desempenho das cultivares de feijão-caupi. Em cultivo consorciado com milho, as cultivares de feijão-caupi estudadas tiveram desempenho semelhante. O híbrido de milho apresentou menor altura de planta, altura de inserção da espiga e teor de proteína bruta nos grão, porém, maior diâmetro da espiga, massa dos grãos e produtividade de grãos que a variedade. A cultivar de milho que obteve maior produtividade de grãos em monocultivo foi também a mais produtiva no sistema consorciado. As culturas do milho e do feijão-caupi apresentaram maiores produtividade de grãos em cultivo solteiro que quando consorciadas em faixas. As menores produtividades de grãos das culturas em consórcio foram mais relacionadas à menor população de plantas empregada neste sistema de cultivo, do que com a competição entre elas. O cultivo em consórcio não interferiu no teor de proteínas nos grãos das culturas do milho e feijão-caupi. O cultivo consorciado em faixas de milho e feijão-caupi proporcionou o uso mais eficiente da terra do que o monocultivo dessas culturas.

MAIZE AND COWPEA GROWN IN STRIPS ON OFF-SEASON. Botucatu, 2011. 134p.

Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: ALINE DE OLIVEIRA MATOSO

Adviser: ROGÉRIO PERES SORATTO

2 SUMMARY

Intercropping, which consists on growing of two or more crops at the same area at least in part of the cycle, focuses on the best use of available resources on property and minimizing the risk of yield loss. Maize growth intercropped with cowpea, which is relatively more tolerant to drought, mainly due to the shorter cycle, can be an interesting option as off-season crop. However, there are few and inconsistent research results on intercropping maize with cowpea, especially in the Midwest and Southeast of Brazil. Therefore, the objective of this work was to evaluate the cowpea as monoculture, and intercropping different cultivars of cowpea with a variety and a single cross hybrid of maize, in Dourados-MS and Botucatu-SP. The experiment was a randomized complete block design with split-plots arrangement and four replications. For the cowpea crop, were considered three cropping systems/cultivars of maize (intercropped with maize variety (BR 473), intercropped with maize hybrid (BRS 1030 or 1010) and cowpea sole crop) in the plots, and three cowpea cultivars (BRS Guariba, BRS Novaera and BRS Xiquexique) in the subplots. For the maize crop, were considered two maize cultivars (BRS 473 and BRS 1030 or BRS 1010) in the plots, and four cropping systems/cultivars of cowpea (intercropped with BRS Guariba, intercropped with BRS Novaera, intercropped with BRS Xiquexique and maize sole crop) in the subplots. Intercropping system was designed by intercalating strips constituted by four rows of cowpea with strips with four rows of maize. Both crops were sown at 0.50 m row spacing. In the intercropping system, each experimental unit consisted of eight rows with 6 m in length, in other words, four rows of maize and four rows of cowpea. In the sole crop, each experimental

unit consisted of four rows with 6 m in length. The nutrition of the cowpea and the maize was not affected by the intercropping system. Maize cultivar did not influence the performance of the cowpea cultivars in the intercropping system. In the intercropping system with maize, the cowpea cultivars showed similar performance. Maize hybrid had lower plant height, height of ear insertion, and protein content in grain than the maize variety. However, maize hybrid had higher ear diameter, grain weight and grain yield than the maize variety. Maize variety that had higher grain yield in monoculture was also the most productive in the intercropping system. Maize and cowpea crops had higher grain yield in monoculture than when intercropped. The lowest grain yield of intercropped crops was more related to the lower plant population used in this cropping system than to the competition between both crops. The intercropping system did not affect the protein content in grain of maize and cowpea. The intercropping system (in alternated strips) of maize and cowpea provided better efficient use of land than the monocultures.

Keywords: *Vigna unguiculata*, *Zea mays*, intercropping growth, strip-intercropping arrangement, area equivalency index.

3 INTRODUÇÃO

A consorciação de culturas é uma técnica utilizada, principalmente por pequenos e médios produtores, procurando aproveitar melhor os recursos disponíveis na propriedade. Consiste num sistema em que, numa mesma área, são implantadas duas ou mais espécies, que convivem juntas, parte ou todo o ciclo. Esta prática possibilita ao agricultor otimizar o uso dos fatores de produção, tais como água, nutrientes, luz solar e uso da terra, diminuindo assim os riscos de insucesso econômico (GONÇALVES, 1989). Porém, este sistema pode dificultar a execução de práticas culturais, limitando a mecanização e concorrendo, assim, para elevar os custos de produção, uma vez que todas as operações passam a ser manuais (SERPA et al., 1981).

O sistema de semeadura em faixas alternadas, ou consórcio intercalar, é uma solução para esse problema, envolve a semeadura de duas ou mais culturas numa mesma área, cada cultura com duas ou mais fileiras, formando faixas. Essas podem ser suficientemente largas para permitir a mecanização, sem que se perca a vantagem da associação. Esse sistema de cultivo, além de permitir o manejo independente de cada cultura, o que favorece a mecanização dos tratos culturais até a colheita, pode, possivelmente, também contribuir para o melhor aproveitamento da luz solar pelas culturas e implicando no uso mais eficiente da área (PENDLETON et al., 1963; WILLEY e OSIRU, 1972; FONTES et al., 1976).

No cultivo consorciado ou em faixas, 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. O sombreamento causado pela cultura mais alta pode reduzir a radiação solar à cultura mais baixa, bem como, a sua área foliar. 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).

O cultivo do milho (*Zea mays* L.) no período de safrinha tem ganhado importância nos últimos anos, em consequência das poucas alternativas econômicas viáveis para a safra de outono/inverno, constituindo-se em instrumento fundamental para o complemento no abastecimento do milho no país (SHIOGA et al., 2004). Porém, essa modalidade de cultivo tem grande risco de perda de produtividade devido, principalmente, à ocorrência de deficiência hídrica.

O cultivo do milho safrinha em consórcio com o feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.], que é relativamente mais tolerante à seca, devido, principalmente, ao ciclo mais curto, pode ser uma forma de minimizar os riscos de perda total da produção, caso o milho venha a sofrer veranicos durante seu desenvolvimento. O sucesso e aplicabilidade do consórcio entre uma gramínea e uma leguminosa, como no caso do milho e o feijão-caupi, é a diferença dessas espécies quanto às exigências, limites de tolerância climática (VIEIRA, 1985).

As cultivares de milho à disposição dos agricultores brasileiros foram criadas sem nenhuma preocupação com o fato de, em grande extensão, ser essa uma cultura explorada em consórcio. Por isso, interessa saber como se comporta as cultivares dessa gramínea quando cultivada em associação com diferentes cultivares de uma leguminosa.

São escassos e inconsistentes os resultados de pesquisas sobre o consórcio de cultivares de milho e feijão-caupi, especialmente nas regiões Centro-Oeste e Sudeste, onde estas culturas têm grande importância. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar o monocultivo e o cultivo consorciado de diferentes cultivares de feijão-caupi com uma variedade e um híbrido simples de milho, em Dourados-MS e Botucatu-SP.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Feijão-caupi

O feijão-caupi é uma planta herbácea, autógama, anual, cuja região de origem mais provável situa-se na parte oeste e central da África. É uma das mais adaptadas, versáteis e nutritivas entre as espécies de leguminosas cultivadas, sendo importante alimento e componente essencial dos sistemas de produção nas regiões secas dos trópicos, que cobrem parte da Ásia, Estados Unidos, Oriente Médio e Américas Central e do Sul (SINGH et al., 2002).

Dentre os diferentes produtos agrícolas encontrados nas regiões tropicais, o feijão-caupi se destaca pelo alto valor nutritivo, além do baixo custo de produção. É amplamente cultivado pelos pequenos produtores, constituindo um dos principais componentes da dieta alimentar, especialmente na zona rural. No Brasil, o feijão-caupi tem uma expressiva importância econômica e social para várias regiões, 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).

Acredita-se que 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 pelo estado da Bahia (WATT, 1978;

FREIRE FILHO, 1988; FREIRE FILHO et al., 1991). A partir da Bahia o feijão-caupi foi difundido pelos colonizadores para toda região Nordeste e para outras regiões do país. É também chamado de feijão catador e feijão gerutuba, em algumas regiões do estado da Bahia e norte de Minas Gerais, e de feijão fradinho, no estado do Rio de Janeiro.

O feijão-caupi constitui-se como uma das principais fontes de proteína vegetal, notadamente para as populações de menor poder aquisitivo, podendo ser introduzido na alimentação de crianças menores de cinco anos e na alimentação escolar através da farinha integral pré-cozida. Por meio desta farinha é possível produzir papas, mingaus, caldos, etc., sendo que o enriquecimento protéico de massas alimentícias (pães, biscoitos, bolachas, macarrão, etc.) pode contribuir para o combate à desnutrição. Essa leguminosa possui de 20 a 25% de proteínas, ricas em aminoácidos como a lisina, treonina e faseolina (GRANGEIRO et al., 2005). A faseolina é a principal proteína de reserva presente tanto nas formas silvestres como nas cultivadas (STRALIOTTO e TEIXEIRA, 2000). O feijão-caupi é também importante fonte carboidratos, destacando-se pelo alto teor de fibras alimentares, vitaminas e minerais, além de possuir baixa quantidade de lipídios que, em média, é de 2% (EMBRAPA MEIO NORTE, 2003).

O feijão-caupi pode ser usado tanto para a alimentação humana, quanto para a alimentação animal, onde esta leguminosa pode ser usada como forrageira, sendo suas folhas destinadas para pastagem de gado e os grãos secos ou verdes, e até mesmo as folhas, que são cortadas e misturadas a cereais secos destinados a alimentação humana (TARAWALI et al., 1997).

A área ocupada com feijão-caupi, no mundo é em torno de 12,5 milhões de hectares, com 8 milhões na parte oeste e central da África e o restante na América do Sul, América Central, Ásia, sudoeste da Europa, sudoeste dos Estados Unidos e Oceania (QUIN, 1997). Dados disponíveis na FAO (2009), sobre a produção mundial de feijão-caupi, indicam que a cultura atingiu 3,6 milhões de toneladas no ano de 2007. Produção esta obtida em 36 países, destacando-se entre os maiores produtores a Nigéria, o Níger e o Brasil, respectivamente. Contudo, segundo Singh (2006), a produção de feijão-caupi é sócio-economicamente importante em mais de 65 países, indicando a ausência de informação de vários países nos dados da FAO.

No Brasil, 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) (EMBRAPA MEIO-NORTE, 2009).

O feijão-caupi é cultivado em muitos países por pequenos agricultores em sistema de sequeiro, com baixo nível tecnológico e cultivares tradicionais, isto faz com que a sua produtividade média mundial não ultrapasse 288 kg ha⁻¹. A produtividade média do feijão-caupi, no Brasil, também é baixa (366 kg ha⁻¹), em função do baixo nível tecnológico empregado no cultivo pelas pequenas propriedades (IBGE, 2007). No entanto, estados como Amazonas, Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso apresentam produtividades superiores a 1.500 kg ha⁻¹. O avanço da cultura para a região central do Brasil esta proporcionando um incremento na produtividade média brasileira, em função, principalmente, do uso de tecnologias que possibilitem que a cultura expresse todo o seu potencial produtivo (SILVA, 2010).

O feijão-caupi por muito tempo foi encarada como uma cultura de subsistência, em que agricultores de pequeno porte e, em minoria, de médio porte, cultivavam a mesma em ambientes não adequados e, além disso, com utilização restrita de insumos tecnológicos. No entanto, como descreve Silva (2008), o Programa de Melhoramento de Feijão-caupi da Embrapa Meio-Norte, nos últimos anos, tem buscado incessantemente atingir, além do pequeno agricultor, o produtor empresarial.

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 melhoradas, contribuindo para reduzir custos de produção e para melhorar a oferta do produto (SPONHOLZ et al., 2006). O lançamento da primeira cultivar de porte semiereto no Brasil, em 2004, a BRS Guariba, foi o estopim para esta mudança e, um produto tipicamente nordestino, produzido sobretudo pelas regiões Norte e Nordeste, está sendo cultivado, também, em áreas extensas da região Centro-Oeste (SILVA, 2008).

A comercialização do feijão-caupi vem se expandindo para além das fronteiras das regiões Norte e Nordeste do país, inclusive sendo comercializado em bolsas de mercadorias da região Sudeste. Existe uma crescente expansão desta cultura para as regiões

Centro-Oeste e Sudeste, já que ela vem se tornando uma nova opção para o cultivo na safrinha e para o abastecimento tanto no mercado interno como externo (FREIRE FILHO et al., 2001). Devido à sensibilidade do feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) às condições climáticas regionais e à exigência em fertilidade do solo e as quedas de produção ocasionadas ao milho safrinha pelos veranicos, o feijão-caupi esta se tornando uma opção os produtores destas regiões, por ser uma cultura mais adaptável e com custo menor de produção.

Na safra 2009/2010, com destaque para a região Centro-Oeste, o estado de Mato Grosso teve uma safra recorde de sementes e grãos de feijão-caupi pelos produtores tecnificados: 130 mil toneladas. A área plantada nos 22 municípios que cultivaram o produto no sistema empresarial foi de 120 mil hectares (SINIMBU, 2009).

Grande parte do feijão-caupi produzido na região central do Brasil têm se destinado a exportação, em especial para a Índia, Egito, Turquia, Israel, Portugal, Canadá e Estados Unidos. Os produtores destas regiões utilizam cultivares de porte ereto e semiereto que apresentam ramos relativamente curtos e resistência ao acamamento, tornando-a adaptada à colheita mecânica com o uso do dessecamento (EMBRAPA, 2007; AGRONEGÓCIO, 2010).

Comparada a outras culturas, o feijão-caupi tem o seu potencial genético muito 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). Entretanto, para se chegar a esse nível de produtividade é necessário que haja mais investimento em pesquisas com a cultura, em estudos relacionados com a fisiologia e ecofisiologia, a fim de se verificar a resposta desta cultura aos fatores ambientais em diferentes regiões do país, pois a maioria dessas informações é obtida por meio de trabalhos realizados em outros países como Nigéria e Estados Unidos (EMBRAPA MEIO NORTE, 2003).

4.2 Milho safrinha

O milho, em função de seu potencial produtivo, composição química e valor nutritivo, constitui-se em um dos mais importantes cereais cultivados e consumidos no mundo (FANCELLI e DOURADO NETO, 1996).

No Brasil, o milho responde por cerca de 37% da produção nacional de grãos. Seu grão pode ser utilizado para produção de açúcares especiais, dextrinas e colas até a fabricação de óleos para a alimentação humana e de animais mono e poligástricos. Além disso, tem uma importância social muito grande, sendo cultivado praticamente em todo território nacional e em diversos níveis de tecnologia, sendo uma commodity exportada principalmente na forma de proteína animal (PALHARES, 2003).

A produtividade do milho no Brasil é relativamente baixa, quando comparada a de outros países, como Estados Unidos e Argentina. A média brasileira é cerca de 4.150 kg ha⁻¹ (CONAB, 2010). Em 2009/2010, a produção foi de 34 milhões de toneladas, com produtividade média de 4.412 kg ha⁻¹ na primeira safra. Na segunda safra, a produção foi de 22 milhões de toneladas e produtividade média de 4.233 kg ha⁻¹ (CONAB, 2010).

A produção de milho no Brasil acontece em duas épocas de semeadura. A semeadura de verão é realizada durante o período chuvoso, que varia entre fins de agosto na Região Sul até os meses de outubro a novembro no Sudeste e no Centro Oeste do país. A segunda safra, também chamada de “safrinha”, é caracterizada pela semeadura entre os meses de janeiro, fevereiro, março e mais adiante em sistemas irrigados, com rendimentos semelhantes à primeira época, sendo semeada após a primeira safra, visando o aproveitamento das chuvas remanescentes, antes do período da seca (ESTEVES et al., 1994), com predomínio na região Centro-Oeste e nos estados do Paraná e São Paulo. Essa modalidade de cultivo tem adquirido importância nos últimos anos em consequência das poucas alternativas econômicas viáveis para a safra de outono/inverno, constituindo-se em instrumento fundamental para o complemento no abastecimento do milho no país (SHIOGA et al., 2004). O cultivo de milho na época da safrinha tem um menor potencial de produtividade, o ciclo da cultura geralmente é maior, e os riscos aumentam em virtude das menores precipitações e temperaturas baixas (CANTARELLA, 1999).

O principal fator de risco de perda para o milho safrinha são os veranicos prolongados que podem ocorrer durante todo o ciclo da cultura, podendo causar prejuízos que podem chegar a 80% a 100%, em alguns anos. Desta forma, a condução do milho safrinha em consórcio com outras espécies, sejam elas gramíneas, como as braquiárias, ou leguminosas como, por exemplo: o feijão-comum, feijão-caupi, mucuna e ervilhaca são uma forma de minimizar os riscos de perda total, caso o milho venha a sofrer veranicos durante seu desenvolvimento. Além disso, as leguminosas possuem capacidade de fixar N atmosférico em simbiose com *Rhizobium* e baixa relação C/N, favorecendo a rápida decomposição e liberação desse nutriente para a cultura sucedânea (CERETTA et al., 1994). Deve-se considerar também que, a adição de material orgânico mediante a adubação verde e o consórcio proporciona modificações nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (DE-POLLI e CHADA, 1989).

O milho safrinha pode ser uma importante espécie para proteção do solo, especialmente quando cultivado em consórcio com outra cultura, podendo proporcionar maior quantidade de massa e maior porcentagem de solo coberto, contribuindo para a formação de resíduos com diferentes nutrientes e, de acordo com a espécie a ser utilizada para o consórcio com o milho, pode gerar maiores rendas para os produtores (CECCON, 2010).

4.3 Consórcio entre feijão-caupi e milho

O cultivo em consórcio é um sistema em que numa mesma área são implantadas duas ou mais espécies, que convivem juntas, parte ou todo seu ciclo, possibilitando aumento de produtividade (PORTES et al., 2003). Nos sistemas de consórcio, duas ou mais culturas com diferentes ciclos e arquiteturas vegetativas, são exploradas, no mesmo terreno. Elas não são, necessariamente, semeadas ao mesmo tempo, entretanto, durante apreciável parte de seus períodos de desenvolvimento há uma simultaneidade, forçando interação entre elas (VIEIRA, 1985).

A vantagem do consórcio decorre do uso mais eficiente da terra (KLUTHCOUSKI et al., 1997), proporcionando, quase sempre, valores globais de

produtividade superiores ao monocultivo, possibilitando a diversificação da produção em uma mesma área.

O consórcio proporciona também benefícios agronômicos, como a diminuição dos riscos de perda de safra, o que respalda a persistência de cultivos consorciados no Brasil e em muitos países em desenvolvimento. O cultivo consorciado possibilita além da diversificação uma maior rentabilidade ao produtor. Lima et al. (2005) verificaram que o consórcio entre de bananeira ‘Terra’ e feijão-caupi, e de feijão e milho, proporcionou índice de rentabilidade (receita total $\div$ custos) de 3,36 até 6,68, resultando em efeitos altamente positivos em decorrência das tecnologias e insumos utilizados, o que permitiu a agregação de um elevado valor à bananeira e, conseqüentemente, uma boa remuneração ao produtor.

Entre os inúmeros tipos de consórcio o de feijão com milho é o mais comum dentre as diferentes associações e, por isso, merece atenção especial por parte dos pesquisadores, no sentido de buscar estratégias para melhoria da eficiência desse sistema de cultivo (Flesch, 1988).

O consórcio de feijão com outras culturas é prática tradicional entre os pequenos e médios produtores rurais, predominando o cultivo do milho como principal consorte do feijão (CARVALHO e LEAL, 1991; VIEIRA, 1999a). Isto ocorre também com o feijão-caupi (TORRES FILHO et al., 1987; SOUZA et al., 2004; CARDOSO e RIBEIRO, 2010), sendo utilizado, principalmente pelos pequenos e médios agricultores, que visam minimizar os riscos, maximizar a produção e melhorar o aproveitamento dos fatores de produção (RESENDE et al., 1992). Segundo Cardoso et al. (1992), a razão da preferência do feijão-caupi por este tipo de cultivo prende-se ao fato de ser esta uma cultura de ciclo curto e pouco competitiva, além de constituir um dos alimentos básicos do povo brasileiro. De acordo com Vieira (1985), o sucesso e aplicabilidade do consórcio entre uma gramínea e uma leguminosa, como no caso do milho em consórcio com o feijão-caupi, é a diferença dessas espécies quanto às exigências e limites de tolerância climática.

A competição entre plantas em consórcio por espaço físico, luz, água e nutrientes minerais depende do número e da proximidade de plantas vizinhas. Duas ou mais plantas ocupando a mesma área de um terreno interferem uma nas outras. Desta forma, quando as plantas estão muito próximas, uma sombreia a parte aérea da outra e os seus sistemas

radiculares absorvem água e nutrientes minerais do mesmo reservatório no solo. Nos cultivos consorciados ao menos uma cultura deve ter a propriedade de adaptar-se à redução da luz. Portanto, uma das espécies deve ser resistente ao sombreamento, possuindo movimentos foliares que permitam colocar as folhas em lacunas, por onde passam résteas de luz, ou limitando sua atividade metabólica a períodos de alta luminosidade. Assim, para se adaptar ao consórcio, a espécie deve manter um balanço positivo de carbono, ou seja, apresentar uma fotossíntese líquida positiva sob estresse luminoso (VIEIRA, 1985).

As espécies dos gêneros *Phaseolus* e *Vigna* se adaptam muito bem a condições de consórcio com várias outras espécies (milho, algodão, cana de açúcar, café, mandioca). Este fato deve-se, principalmente, ao baixo ponto de saturação luminosa destas espécies, que é de aproximadamente 1/3 da luz solar máxima (30 a 40 klux) (VIEIRA, 1985).

Normalmente, a área foliar do feijoeiro aumenta com a diminuição da densidade do fluxo radiante, ficando as folhas, porém, mais finas (Lopes et al., 1982).

Lopes et al. (1982), trabalhando com feijão-comum em vários tipos de consórcio com o milho, observou que a densidade do fluxo luminoso promove maior expansão da área foliar, evidenciando a adaptação do feijoeiro ao princípio da eficiência máxima, ou seja, com baixo nível de luz a planta tende a expansão máxima da superfície foliar para poder captar com maior eficiência a luz disponível. De acordo com o autor, a eficiência de conversão de energia solar em fotoassimilados aumenta com a redução do nível de luz. Desta forma, observa-se que o feijoeiro tem a capacidade minimizar o estresse de luz aumentando a taxa fotossintética por unidade de área e por unidade de energia radiante.

O consórcio com leguminosas, além de apresentar maior tolerância ao sombreamento, sendo adequadas para este sistema de cultivo, proporciona inúmeros benefícios. Por exemplo, o feijão-caupi proporciona melhorias à fertilidade do solo através fixação de nitrogênio (N) pelas raízes e pela decomposição dos resíduos culturais (ASHOKAN et al, 1985), pois as leguminosas possuem elevado teor de N e a decomposição dos nódulos pode disponibilizar N para o milho no consórcio (BONETTI, 1991). Senaratine et al. (1995) afirmaram que essa capacidade de disponibilização de N no solo pelas leguminosas, entretanto, é bastante variável entre espécies e cultivares.

Nas várias modalidades de cultivo consorciado, a produtividade depende da densidade populacional, da distribuição espacial das plantas, das cultivares e das complexas relações ecológicas. Quando em consórcio com o feijão a produtividade do milho na maioria dos casos não é influenciada, entretanto, a da leguminosa é reduzida. De acordo com Portes (1984), quando em consórcio com o milho há uma redução em torno de 50% na produtividade do feijão-comum, em relação ao monocultivo, em qualquer tipo de solo ou adubação e em qualquer localidade. Já o milho raramente sofre redução significativa na produtividade. Este fato decorre da menor disponibilidade de luz para as plantas de feijão quando em consórcio com o milho. Além de o feijoeiro ser uma planta C_3 , apresenta em relação às plantas C_4 , como é o caso do milho, baixo ponto de saturação luminosa, elevado ponto de compensação de CO_2 e taxa fotossintética menor.

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 contribuiu para menor redução de sua produtividade, não afetando o desempenho do milho. Comportamento semelhante foi observado por Távora et al. (2007), onde as produtividades de grãos do feijão-caupi em consórcio com o milho e com sorgo diminuíram a medida que a população de plantas da leguminosa foi diminuída progressivamente.

As produções biológicas e econômicas das culturas dependem diretamente do aproveitamento da luz, resultante da interceptação pela folhagem e da eficiência com que a energia luminosa é convertida em energia química dos constituintes vegetais. Vários estudos têm indicado que o sombreamento proporcionado pelo milho é o principal redutor da produtividade do feijão no consórcio (WILLEY e OSIRU, 1972; AIDAR e VIEIRA, 1979; SILVA e VIEIRA, 1981; ARAÚJO et al., 1983; PORTES e CARVALHO, 1983; RESENDE et al.; 1992; SOUZA et al., 2004). Além disso, o milho é considerado uma espécie fortemente competitiva por CO_2 e luz (WILLEY e OSIRU, 1972) e por causa do sistema radicular mais adensado é favorecido em relação à leguminosa na absorção de água e nutrientes (OFRI e STERN, 1987).

Clark et al. (1979) avaliaram o feijão ‘Porrillo Sintético’ em associação com o milho braquítico ‘H-210’, este com diferentes populações de plantas. Artificialmente,

fizeram com que as partes superiores das plantas de milho se apresentassem abertas, normais e fechadas, de modo que as abertas permitissem a entrada de mais luz para os feijoeiros. Os resultados demonstraram claramente que as menores populações e a abertura dos topos das plantas de milho possibilitaram maiores produtividades ao feijão, porque diminuíram o sombreamento sobre esta cultura. Os autores concluíram que um genótipo de milho que permitisse maior entrada de luz para o feijão (por ter, talvez, folhas menos largas e entrenós mais compridos) seria mais eficiente para a associação com a outra cultura. Um milho com esta característica poderia ser semeado com uma densidade mais alta e, ainda assim, seria mais eficiente.

Segundo Pereira Filho et al. (2000), em estudos para identificar as melhores condições de rendimento de milho em fileiras simples e duplas, que permitissem melhores condições para a produção de feijão em consórcio, no estado de Minas Gerais, verificaram que as produtividades de grãos do consórcio, variaram com os sistemas de cultivo e com as condições climáticas. A produtividade do milho não foi influenciado por esses sistemas, pois de acordo com esses autores, as cultivares atuais de milho possuem folhas mais eretas e estreitas, o que favorece o cultivo em espaçamentos mais fechados, e em fileiras duplas, proporcionando à segunda cultura intercalar, um melhor aproveitamento da luz.

De acordo com Vieira (1985), o consórcio de milho com feijão pode ser encontrado em diferentes arranjos ou combinações até mesmo em uma mesma região do país. As combinações mais utilizadas são: a) o milho semeado em fileiras no espaçamento de 1,0 m e o feijoeiro entre as fileiras de milho sem nenhum arranjo definido; b) milho no espaçamento de 1,0 m, e entre as fileiras do milho são dispostas duas de feijoeiro, sendo este arranjo, o mais praticado no Brasil, tanto no cultivo simultâneo como no de substituição; c) milho e feijoeiro semeados simultaneamente no mesmo sulco no espaçamento de 1,0 m; d) milho e feijoeiro semeados simultaneamente no mesmo sulco no espaçamento de 1,0 m, adicionando-se mais uma fileira de feijão entre as duas já existentes; e) semeadura em faixas, com fileiras simples de milho, espaçadas de 1,5 m e entre elas são intercaladas três ou mais fileiras de feijoeiro e, dependendo do número de fileiras de feijão, o espaçamento em relação ao milho varia de 0,25 a 0,50 m e, f) faixa de milho constituída de duas fileiras espaçadas de

0,50 m e intercaladas as de feijão, com duas, três ou mais fileiras, espaçadas também de 0,50 m entre si e a 0,25 ou 0,50 m das faixas de milho.

Andrews e Kassan (1976) classificaram os consórcios de culturas da seguinte maneira: 1) Cultivos Mistos: plantio simultâneo de duas ou mais culturas na mesma área, sem organizá-las em fileiras distintas; 2) Cultivos Intercalares: plantio simultâneo de duas ou mais culturas na mesma área, com uma ou mais culturas plantadas em fileiras; 3) Cultivos em Faixa: plantio simultâneo de duas ou mais culturas na mesma área porém em faixas diferentes. As faixas são suficientemente amplas para permitir o manejo independente de cada cultura, mas bastante estreitas para possibilitar a interação entre elas; 4) Cultivos de substituição: plantio de duas ou mais culturas no mesmo terreno de modo que uma é plantada depois que a cultura anterior alcançou a fase reprodutiva do crescimento, mas ainda não atingiu o ponto de colheita.

O cultivo em faixas de milho e feijão tem-se mostrado mais eficientes, como observou Vieira (1980), em estudo com diferentes arranjos de plantas, sendo que o cultivo em faixa alternada (duas fileiras de milho x quatro fileiras de feijão) mostrou-se mais eficiente em relação a arranjos como uma fileira de milho e uma fileira de feijão e duas fileiras de milho e uma de feijão. O mesmo autor afirmou, já naquela época, que na região Sul do país o sistema de consórcio tradicional estava sendo substituído pelo cultivo em faixas alternadas, em consequência da melhor vantagem econômica deste último e da facilidade de mecanização na semeadura, realização dos tratos culturais e colheita, constituindo-se um fator muito útil para a diminuição dos custos operacionais.

Em razão do aumento na interceptação de luz e do melhor aproveitamento da água e nutrientes disponíveis, acréscimos na produtividade podem ser obtidos pelo cultivo em faixas. Segundo Dourado Neto et al. (2003), a redução da competição inter e intra específica pelos fatores de produção, obtida pelo melhor espaçamento entre as plantas, dá-se pelo aumento da área foliar por unidade de área.

O cultivo em faixa é amplamente utilizado na Europa, Estados Unidos e Canadá, sendo geralmente utilizados em terrenos acidentados ou encostas muito íngremes, tendo como objetivos diminuir a erosão do solo, diversificação de produtos na propriedade, controle de plantas daninhas, aumento da infiltração e umidade de água no solo, melhoria da

qualidade de matéria orgânica, contribuindo assim para a fertilidade do solo e possibilitando a formação de agregados mais estáveis e aumento da disponibilidade de N no solo, decorrente da fixação de N₂, quando associado com leguminosas (FAO, 2010). Este tipo de cultivo reduz em 75% a erosão do solo em comparação com o cultivo solteiro (OMAFRA, 2010). No cultivo em faixa, geralmente é utilizada uma cultura de porte mais alto como sorgo e milho intercalada com uma cultura de porte mais baixo, como arroz, feijão-caupi, algodão, amendoim e trigo. A largura da faixa depende da inclinação do terreno, das práticas de manejo empregadas e da largura das semeadoras e pulverizadores (PEISLAND, 2010; TARAHAAT, 2010).

Produtores do norte da Nigéria utilizam a semeadura em faixa de feijão-caupi e sorgo (duas fileiras de sorgo e quatro de feijão-caupi), especialmente em áreas montanhosas ou encostas. Pesquisadores deste país afirmam que este tipo de cultivo proporciona maiores produtividades, além de proteger o solo contra danos causados pelo vento e pela água (WATSON, 2007).

De acordo com Polthanee et al. (2007), o plantio de mandioca em faixas com feijão-caupi é comumente usado por agricultores na Tailândia, em áreas de exploração leiteira, possibilitando a obtenção de vagens verdes de feijão-caupi para consumo humano e forragem para alimentação animal. O sistema consiste de faixas de mandioca (6 fileiras), intercaladas com faixas de feijão-caupi (4 fileiras). Este sistema proporciona maior lucratividade, onde as vagens de feijão-caupi, além de serem utilizadas para a alimentação, são comercializadas e, as folhas da leguminosa, juntamente com a mandioca, são destinadas à alimentação animal.

Serpa et al. (1981) compararam os sistemas de consórcio intercalar e em faixas, utilizando a cultivar de milho 'Piranão' (porte baixo) e a cultivar de feijão-comum 'Ricobaio 1014' (habito de crescimento II). Para tanto, utilizaram as combinações de 20 e 40 mil plantas de milho por hectare com as populações de 120 e 200 mil plantas de feijoeiro por hectare. Nos consórcios em faixa, empregaram as referidas populações nos sistemas de duas fileiras de milho e quatro de feijão (2x4) e a combinação quatro fileiras de feijão e quatro fileiras de milho (4x4), ambas as culturas com espaçamento de 0,5 m entre fileiras. Os dois sistemas de consórcio equipararam-se quanto à produção de grãos e valor de produção.

Entretanto, segundo os autores, o sistema em faixas alternadas (4x4) possibilita a colheita antecipada do milho, o que concorre para reduzir as perdas provocadas por ataque de carunchos no campo, melhorando a qualidade do milho, sem acarretar prejuízo ao feijoeiro. Ademais, neste sistema de cultivo há condições para mecanização, o que implica consequentemente, em redução dos custos e investimentos.

Souza et al. (2004), avaliando o efeito de diferentes arranjos espaciais na consorciação de milho e feijão-caupi, em diferentes proporções, observaram que o comprimento de vagem não apresentou diferença entre as proporções utilizadas, pois apresenta alta correlação genotípicas. As diferentes combinações no cultivo consorciado de milho e feijão-caupi também não influenciaram a produtividade de grãos do feijão-caupi, pois essa cultura possui elevado poder de compensação e é menos afetada pela competição com o milho. Contrariamente, o milho, na proporção 75%, para 25% de feijão-caupi, apresentou resultado superior quando em 25% de milho para 75% de feijão-caupi. O que está relacionado a população de plantas na área e ao baixo poder de compensação da cultura do milho.

O comportamento produtivo do consórcio de milho híbrido e feijão-caupi, em dois arranjos espaciais (milho intercalado ao feijão-caupi, milho e feijão-caupi na mesma fileira e o monocultivo das duas culturas), foi avaliado por Cardoso e Ribeiro (1987) estes constataram que a maior produtividade de grãos foi em monocultivo para ambas às culturas e a razão de área equivalente, mostrou uma eficiência na utilização da terra de 1,46 a favor dos sistemas consorciados, não havendo diferenças significativas nas produtividades de grãos de milho e de feijão-caupi quando plantados intercalados ou na mesma fileira.

No Brasil, o consórcio de milho com diferentes gêneros de feijão como, por exemplo, *Vigna* e *Phaseolus*, tem recebido nos últimos anos atenção especial, visto que mais da metade da produção de milho e quase a totalidade dos feijões comerciais é proveniente desse sistema de semeadura. Entretanto, a produtividade das duas culturas pode vir a sofrer decréscimos e, em geral, a cultura mais prejudicada é o feijão em decorrência da alta competitividade que o milho exerce o que acontece na maioria das vezes por falta de informações do melhor estabelecimento e escolha de cultivares adequadas para o consórcio. Desta forma, é necessária a utilização de práticas adequadas para este sistema de cultivo,

assim como a escolha correta de cultivares mais apropriadas para o estabelecimento do consórcio (Pereira Filho et al., 1991).

O cultivo consorciado de milho safrinha seja com braquiária, adubos verdes ou feijão-caupi proporciona grande quantidade e boa qualidade de palha para cobertura do solo, proporcionando benefícios às culturas cultivadas em sucessão, em especial a soja, além de ser uma importante alternativa para produção de palha e grãos, podendo viabilizar o sistema semeadura direta na Região Centro-Oeste do Brasil, como afirmou Ceccon (2008).

O consórcio do feijão-caupi com outras espécies tem sido objeto de vários estudos, incluindo as culturas da cana-de-açúcar (SOUZA FILHO e ANDRADE, 1985; ANDRADE e VIEIRA, 1990), da mandioca (TÁVORA e LOPES, 1990; ALVES et al., 2009), da mamona (TÁVORA et al., 1988), do algodão (SILVA et al., 1990; SILVA et al., 2009) e do milho (OLIVEIRA, 1993; TÁVORA et al., 2007; FERREIRA et al., 2010); entretanto, a maioria destes estudos foram desenvolvidos nas regiões Norte e Nordeste, sendo escassos em outras regiões do país.

A semeadura em faixas (4 fileiras de milho x 4 fileiras de feijão ou 2 fileiras de milho x 4 fileiras de feijão) tem como vantagens a maior incidência de luz na cultura do feijão, além do que a semeadura de quatro fileiras de milho por quatro fileiras de feijão proporciona condições de mecanização (SERPA et al., 1981). Entretanto, para sua aplicabilidade é necessário mais pesquisas, visto que são escassos os trabalhos com este tipo de arranjo. No Brasil, são poucos os trabalhos relacionados ao sistema de cultivos em faixas, geralmente seu estudo prioriza apenas comparar este sistema com os diferentes arranjos em cultivo consorciado, não levando em conta as diferentes cultivares de milho ou feijão-caupi utilizadas, nem a sua interferência na absorção de nutrientes.

A proposta de trabalho apresentada se justifica devido à escassez de informações sobre o consórcio de milho com diferentes cultivares de feijão-caupi no período de safrinha, nas regiões Botucatu-SP e Dourados-MS.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Localização e caracterização edafoclimática das áreas experimentais

No primeiro ano agrícola, foi conduzido um experimento no campo experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, em Dourados-MS (22° 18' S, 53° 16' W e a 408 m de altitude), em solo Latossolo Vermelho distroférico (EMBRAPA, 1999).

O clima em Dourados-MS, segundo a classificação climática de Köppen é do tipo Cwa. O clima Cwa é mesotérmico de inverno seco em que a temperatura média do mês mais frio é inferior a 18 °C e a do mês mais quente ultrapassa 22 °C e o total das chuvas do mês mais seco não ultrapassa 30 mm. A precipitação média anual na região de Dourados-MS é de 1.400 mm e as temperaturas médias variam entre 18 °C a 25 °C nos meses mais frio e mais quente, respectivamente (PEIXOTO, 2002).

Devido à ocorrência de estiagem, não houve produção da cultura do milho no primeiro ano da pesquisa (2009). Assim, no segundo ano agrícola, foram conduzidos dois experimentos idênticos, sendo um no campo experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, em Dourados-MS, e outro na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Ciências Agronômicas - UNESP, campus de Botucatu, em Botucatu-SP (22° 51' S, 48° 26' W e altitude de 740 m). O solo da área experimental também é classificado como Latossolo Vermelho distroférico (EMBRAPA, 1999).

Segundo a classificação climática de Köppen, o clima predominante na região de Botucatu-SP é do tipo Cwa, caracterizado pelo clima tropical de altitude, com inverno seco e verão quente e chuvoso (LOMBARDI NETO e DRUGOWICH, 1994). A precipitação média anual é 1.428 mm e a temperatura média anual é de 20,3 °C (CUNHA e MARTINS, 2009).

Antes da instalação dos experimentos foram coletadas amostras de solo das áreas experimentais e realizada as análises químicas. Na determinação do P, K, Ca e Mg em Dourados-MS, a metodologia utilizada foi a proposta por Mehlich (1953), nas demais análises utilizou-se metodologia proposta por Raij et al. (2001). Os resultados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Atributos químicos do solo, na profundidade de 0 a 0,20 m, antes da instalação dos experimentos.

Local	pH (CaCl ₂)	M.O. (g dm ⁻³)	P (mg dm ⁻³)	H+Al —————	K (mmol _c dm ⁻³)	Ca	Mg	CTC	V (%)
Dourados 2009	5,2	24	15	47	4,6	52	19	123	61
Dourados 2010	5,7	30	18	59	5,0	40	15	118	50
Botucatu 2010	5,2	26	21	45	3,0	54	29	131	66

As condições ambientais de distribuição de água (precipitação pluvial e irrigação) e temperatura do ar (máximas e mínimas) que foram registradas durante os períodos de execução dos experimentos estão ilustradas na Figura 1.

No experimento conduzido em Dourados-MS, no ano de 2010, foi realizada irrigação, com sistema de aspersão do tipo convencional, nos dias 04/03, 15/03, 19/03 e 15/04/2010, aplicando-se em cada data uma lâmina de água de 30 mm.

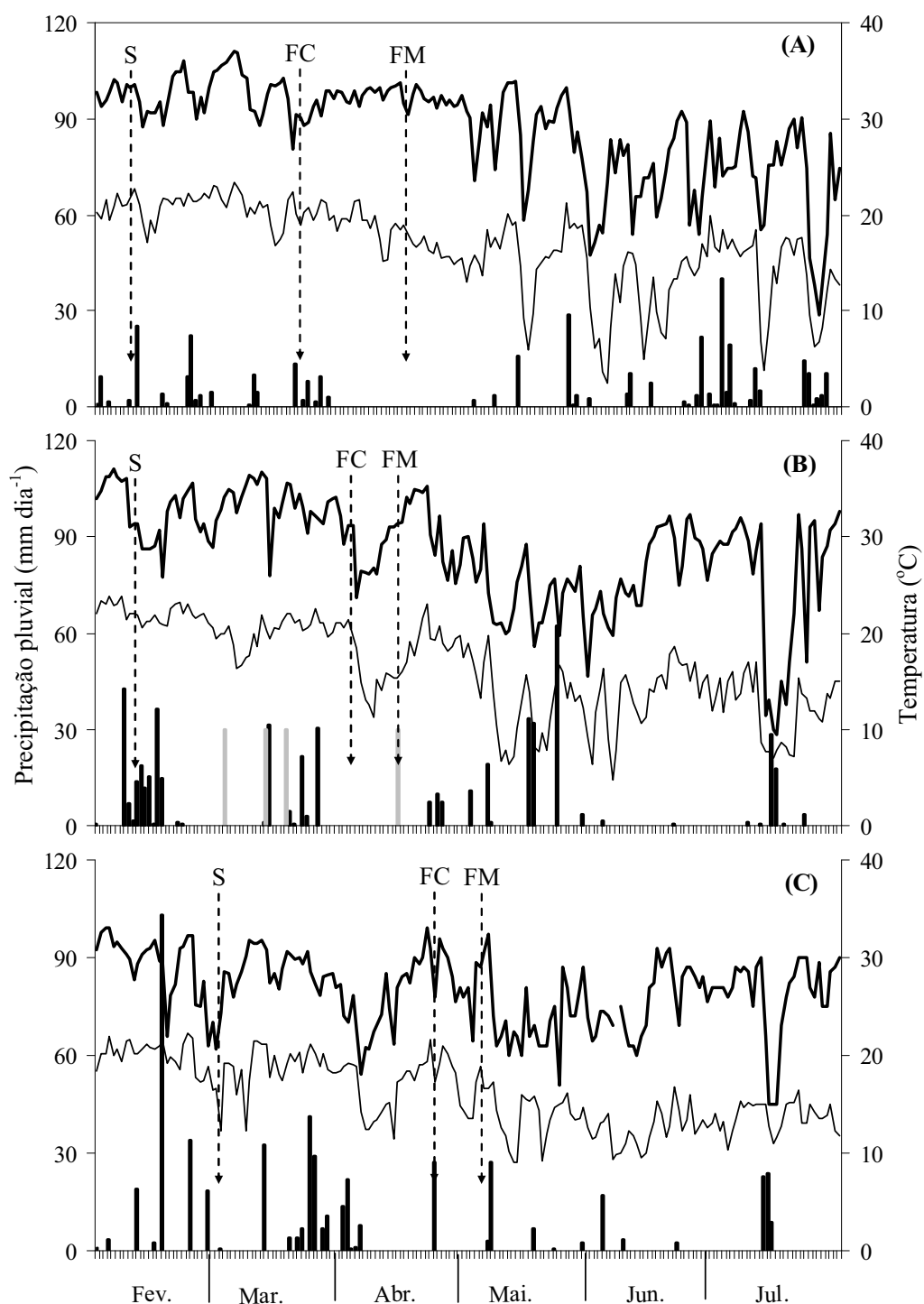


Figura 1. Precipitação pluvial (■), irrigação suplementar (■), temperaturas máxima (—) e mínima (—) registradas nas áreas experimentais durante o período de fevereiro a julho, em Dourados-MS, nos anos 2009 (A) e 2010 (B) e em Botucatu-SP no ano de 2010 (C). S: data de semeadura; FC: data de florescimento do feijão-caupi e, FM: data de florescimento do milho.

5.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com parcelas subdivididas e quatro repetições. No caso da cultura do feijão-caupi, foram considerados três sistemas de cultivo/cultivares de milho (consórcio com a variedade de milho (BR 473), consórcio com o híbrido de milho (BRS 1030 ou BRS 1010) e cultivo solteiro) nas parcelas e três cultivares de feijão-caupi (BRS Guariba, BRS Novaera e BRS Xiquexique) nas subparcelas. Para a cultura do milho, foram considerados duas cultivares de milho (BR 473 e BRS 1030 ou BRS 1010) nas parcelas e quatro sistemas de cultivo/cultivares de feijão-caupi (consórcio com BRS Guariba, consórcio com BRS Novaera, consórcio com BRS Xiquexique e cultivo solteiro) nas subparcelas. No experimento de Dourados-MS, em 2009, foi utilizado o híbrido de milho BRS 1030. Contudo, devido à dificuldade de aquisição de sementes desse material, no ano seguinte foi utilizado o híbrido BRS 1010, tanto no experimento de Dourados-MS, quanto de Botucatu-SP.

O sistema de consórcio foi constituído pela intercalação de faixas constituídas de quatro fileiras de feijão-caupi com faixas de quatro fileiras de milho. Ambas as culturas foram semeadas no espaçamento de 0,50 m entre fileiras. Foram semeadas oito sementes por metro de fileira, no caso da cultura do milho, e 13 sementes por metro de fileiras, para a cultura do feijão-caupi. Aos 15 dias após a semeadura (DAS) foi realizado desbaste, deixando-se para o milho três plantas por metro de fileira, totalizando uma população de 60 mil plantas por ha^{-1} para o cultivo solteiro e 30 mil plantas por ha^{-1} para o cultivo consorciado, para o feijão-caupi deixou-se sete plantas por metro de fileira, totalizando 140 mil plantas por ha^{-1} para o cultivo solteiro e 70 mil plantas por ha^{-1} para o cultivo consorciado. No caso do cultivo consorciado, cada unidade experimental foi constituída por oito fileiras de 6 m de comprimento, ou seja, quatro fileiras de milho e quatro de feijão-caupi (Figura 2). No cultivo solteiro, cada unidade experimental foi constituída por quatro fileiras de 6 m de comprimento.

Em todas as avaliações foram realizadas amostragens nas quatro fileiras de cada cultura por unidade experimental. Para a cultura do milho as amostragens de cada unidade experimental foram realizadas nas duas fileiras localizadas em cada lado da faixa de feijão-caupi. Já, para o feijão-caupi, sempre foram realizadas o mesmo número de

amostragens em cada uma das quatro fileiras de cada unidade experimental, para compor a média da mesma.

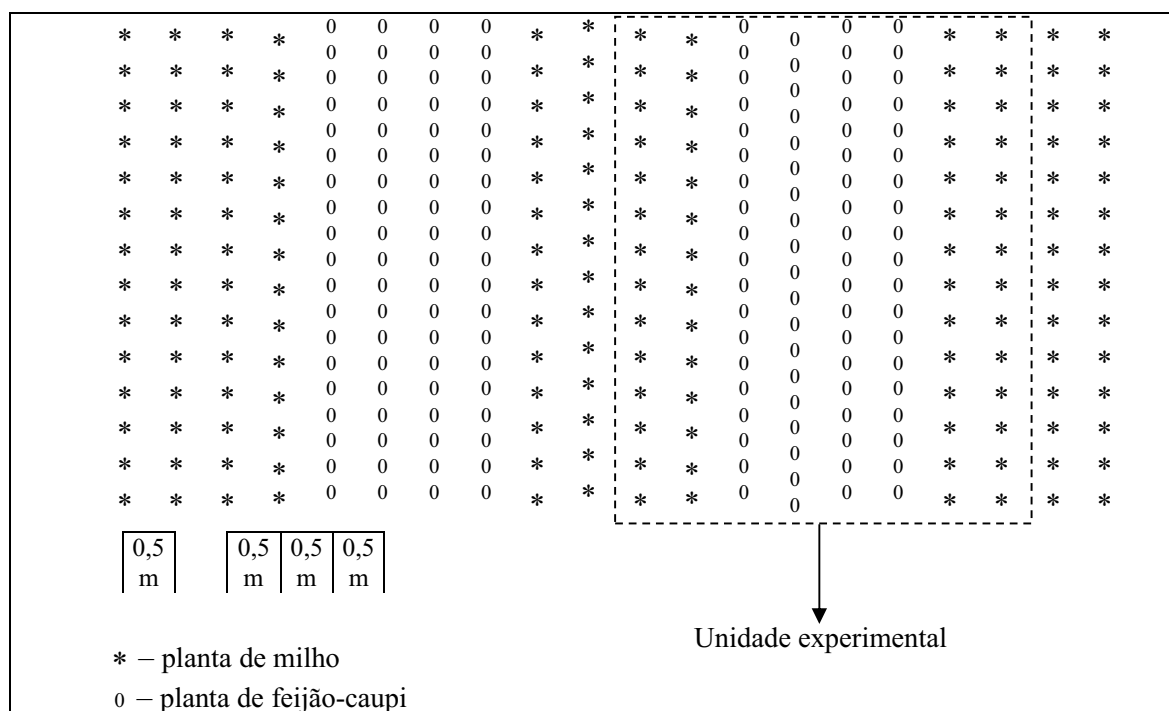


Figura 2. Esquema da disposição do consórcio em faixas de milho x feijão-caupi no campo.

5.3 Caracterização das cultivares

a) Cultivares de feijão-caupi

- BRS Guariba

A cv. BRS Guariba foi obtida do cruzamento da linhagem IT85F-2687, introduzida do International Institute of Tropical Agriculture (IITA), em Ibadan, Nigéria, com a linhagem TE87-98-8G, do Programa de Melhoramento da Embrapa Meio-Norte, em Teresina-PI. É uma cultivar com ciclo em torno de 65-70 dias, com florescimento médio de 41 dias, planta de porte semiereto, grão de coloração branca, com teor de proteína na faixa de 22% e de tamanho médio (massa média de 100 grãos na faixa de 19,5 g). Além disso, a cv. BRS Guariba é resistente ao mosaico do feijão-caupi, transmitido por pulgão (*Cowpea aphid-borne mosaic virus* – CABMV), e ao mosaico dourado do feijão-caupi (*Cowpea golden*

mosaic virus – CGMV), é moderadamente resistente ao oídio (*Erysiphe polygoni*) e a mancha-café (*Colletotrichum truncatum*) e é moderadamente tolerante à seca e a altas temperaturas (VILARINHO, 2007).

- BRS Novaera

A cv. BRS Novaera foi obtida do cruzamento da linhagem TE97-404-1F com a linhagem TE97-404-3F, do Programa de Melhoramento da Embrapa Meio-Norte. É uma cultivar com ciclo em torno de 65-70 dias, florescimento médio em torno de 45 dias, porte de planta semiereto, grãos de coloração branca, com massa média de 100 grãos em torno de 20 g. É moderadamente resistente ao vírus do mosaico dourado do feijão-caupi e altamente resistente à mancha-café, doença amplamente disseminada por todas as regiões produtoras do Brasil. O porte semiereto da planta permite a colheita totalmente mecanizada dos grãos (VILARINHO, 2007).

- BRS Xiquexique

A cv. BRS Xiquexique, lançada em setembro de 2008, é um dos grandes avanços no setor de grãos dos últimos anos, desenvolvida pela Embrapa Meio-Norte, é a primeira cultivar de feijão-caupi biofortificada, apresenta altos teores de Fe e Zn. É uma cultivar com ciclo em torno de 65-75 dias, florescimento médio em torno de 40-45 dias, porte de planta semiprostrado, grãos de coloração branca e com massa média de 100 grãos em torno de 16,5 gramas (DEUS, 2008; EMBRAPA-AMAZÔNIA OCIDENTAL, 2009)

b) Cultivares de milho

-BR 473

Desde os anos 80, a Embrapa Milho e Sorgo está desenvolvendo um programa para melhorar a qualidade protéica do milho. Um dos produtos desse programa foi a variedade BR 473 (GUIMARÃES et al., 1994, PACHECO, 1999). Esta cultivar é um sintético formado por seis linhagens-elites progenitoras de três híbridos simples que, por sua vez, formaram três híbridos duplos que foram competitivos com o BR 201. Têm a aparência e o sabor similar ao do milho comum, porém, com valores de triptofano (0,09%) e lisina (0,40%)

cerca de 50% maiores. Possui ciclo precoce (130 dias), com florescimento em torno de 63 dias, porte alto (2,35 m), inserção de espiga em torno de 1,32 m e com grãos semiduros de cor amarelo-alaranjada, sendo recomendado para todas as regiões do país (GUIMARÃES, 2004).

- BRS 1030

A cv. BRS 1030 é um híbrido simples, recomendado para as regiões Centro-Oeste e Sudeste, para o Norte do Paraná e para o sudoeste da Bahia. Possui ciclo precoce (126 dias), com florescimento médio em torno de 61 dias, possui porte de planta baixo (1,80 a 2,04 m), inserção de espiga baixa (0,94 a 1,03 m), e grãos semiduros de cor laranja (EMBRAPA MILHO E SORGO, 2010).

- BRS 1010

A cv. BRS 1010 é um híbrido simples, com ampla adaptação às regiões Sudeste, Centro-Oeste, norte do Paraná, sudoeste da Bahia e sul dos estados do Maranhão e do Piauí. Possui grãos laranja-avermelhados (coloração única no mercado) e espigas bem empalhadas. Possui ciclo precoce (126 dias), com florescimento médio em torno de 61 dias, possui porte de planta baixo (1,80 a 2,04 m), inserção de espiga baixa (0,94 a 1,03 m) e com grãos semiduros de cor laranja (EMBRAPA MILHO E SORGO, 2010).

5.4 Instalação e condução dos experimentos

5.4.1. Experimento de Dourados-MS, em 2009

O experimento foi instalado em área sob sistema plantio direto anteriormente ocupada com soja, na qual foi realizada dessecação com a utilização do herbicida glyphosate (1.560 g do ingrediente ativo (i.a) ha⁻¹) em 02/02/2009.

A semeadura foi realizada em 11/02/2009, mecanicamente, com semeadora de parcela Semeato, modelo SHP 249. As sementes do milho foram tratadas com thiodicarb (600 g do i.a. por 100 kg de sementes). As sementes de feijão-caupi foram inoculadas com a estirpe de *Bradyrhizobium* BR 3267 (SEMIA 6462), em veículo turfoso e concentração mínima de rizóbio na ordem de 10⁹ células g⁻¹ de inoculante, tendo a inoculação

consistida de uma proporção de 250 g do inoculante para 50 kg de sementes umedecidas em água potável (3 mL kg^{-1} de sementes), equivalendo à cerca de 600 mil células bacterianas semente⁻¹ do feijão-caupi. A adubação de semeadura foi realizada com base na análise química do solo (DUARTE et al., 1998), aplicando-se 200 kg ha^{-1} do fertilizante formulado-NPK 8-20-20. A emergência do feijão-caupi ocorreu em 16/02/2009 e a do milho em 19/02/2009.

Aos 20 DAS foi realizada a aplicação de 50 kg ha^{-1} de N em cobertura, em ambas as culturas, utilizando-se uréia como fonte.

Os demais tratos culturais e fitossanitários foram os recomendados para as culturas na região. O controle de plantas daninhas foi efetuado através de capina manual em 28/02/2009 e 20/03/2009. Para o controle de mosca branca (*Bemisia tabaci*), ácaro rajado (*Tetranychus urticae*), vaquinha (*Diabrotica speciosa*), tripes (*Thrips tabaci*) e cigarrinha verde (*Empoasca kraemerii*), foi realizada pulverização com o inseticida thiodicarb ($120 \text{ g do i.a ha}^{-1}$) + metamidofós ($600 \text{ g do i.a ha}^{-1}$) visando o controle de lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*). Para o controle de mosca branca e tripes, foi realizado em 19 de março a pulverização com o inseticida imidacloprid ($120 \text{ g do i.a ha}^{-1}$) e em 05 de abril foi novamente realizado a pulverização com thiodicarb ($120 \text{ g do i.a ha}^{-1}$).

A colheita do feijão-caupi foi realizada em 30/04/2009. O milho não foi colhido, pois a produtividade foi totalmente perdida devido à estiagem.

5.4.2. Experimentos de Dourados-MS e Botucatu-SP, em 2010

Em ambos os locais, as áreas onde foram implantados os experimentos tinham como cultura antecessora a soja e foram previamente manejadas com a utilização do herbicida glyphosate ($1560 \text{ g do i.a ha}^{-1}$) e triturador de restos culturais.

As sementes de milho foram tratadas com thiodicarb ($600 \text{ g do i.a. por } 100 \text{ kg de sementes}$), para ambos os locais de pesquisa. No experimento de Dourados-MS, as sementes de feijão-caupi foram inoculadas com a estirpe de *Bradyrhizobium* BR 3267 (SEMIA 6462), em veículo turfoso e concentração mínima de rizóbio na ordem de 10^9 células g⁻¹ de inoculante, tendo a inoculação consistido de uma proporção de 250 g do inoculante para 50 kg de sementes umedecidas em água potável (3 mL kg^{-1} de sementes), equivalendo à cerca de 600 mil células bacterianas semente⁻¹.

No experimento em Dourados-MS, a semeadura foi realizada mecanicamente, em 10/02/2010, utilizando semeadora de parcela Semeato, modelo SHP 249. A adubação foi realizada com base a análise química do solo (DUARTE et al., 1998), aplicando-se 200 kg ha⁻¹ do fertilizante formulado-NPK 8-20-20.

Em Botucatu-SP, a abertura dos sulcos e distribuição do fertilizante foi realizada com uma semeadora de Personale Drill 13 e a semeadura foi realizada manualmente, em 03/03/2010. A adubação foi realizada com base a análise química do solo (DUARTE et al., 1998), aplicando-se 200 kg ha⁻¹ do fertilizante formulado-NPK 8-28-16.

As emergências do feijão-caupi e do milho em Dourados-MS ocorreram, respectivamente, em 14 e 17/02/2010. Em Botucatu-SP, a emergência do feijão-caupi foi em 09/03/2010 e a do milho em 13/03/2010.

A adubação de cobertura foi realizada mediante a aplicação de 50 kg ha⁻¹ de N, em ambas as culturas, utilizando-se como fonte a uréia, aos 30 DAS em Dourados-MS e 20 DAS em Botucatu-SP.

O controle de plantas daninhas foi efetuado por meio de capinas manuais, sendo que para Dourados-MS, as mesmas foram realizadas nos dias: 25/02; 13/03 e 10/04/2010 e, em Botucatu-SP, nos dias 24/03, 14/04 e 04/05/2010.

Em Dourados-MS, foram realizados os seguintes tratamentos fitossanitários: em 26/02/2010 a aplicação dos inseticidas espinosade (48 g do i.a. ha⁻¹) e metamidofós (600 g do i.a ha⁻¹), para o controle de mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*), lagarta-do-cartucho e pulgão (*Aphis gossypii*); em 14/03/2010, visando o controle de lagarta do cartucho, vaquinha, cigarrinha-verde, mosca branca e pulgão, foram aplicados thiodicarb (120 g do i.a ha⁻¹) e metamidofós (600 g do i.a ha⁻¹); em 01/04/2010, para o controle de míldio (*Peronospora manshurica*; *Phytophthora phaseoli*) e oídio (*E. polygoni*), foi realizada a aplicação dos fungicidas tebuconazole (200 g do i.a ha⁻¹) e óxido cuproso (560 g do i.a ha⁻¹); em 07/05/2010 para o controle de ácaro-branco (*Polyphagotarsonemus latus*), mosca minadora e pulgão, foi utilizado espinosade (48g do i.a ha⁻¹) e metamidofós (600 g do i.a ha⁻¹); em 26/04/2010 para o controle de míldio e oídio, foram aplicados tebuconazole (200 g do i.a ha⁻¹) e óxido cuproso (560 g do i.a ha⁻¹).

Em Botucatu-SP, foram realizados os seguintes tratos fitossanitários: dia 17/03/2010, para o controle de tripes, cigarrinha-verde, mosca-branca, ácaro, vaquinha-verde-amarela e pulgão, foi aplicado o inseticida metamidofós (600 g do i.a. ha⁻¹); em 07/04/2010 foi realizada a aplicação com o inseticida-acaricida abamectina (18 g do i.a ha⁻¹) e óxido cuproso (560 g do i.a ha⁻¹); em 16/04/2010 foram aplicados o inseticida metamidofós (600 g do i.a ha⁻¹), o fungicida azoxistrobina (50 g do i.a ha⁻¹) e óxido cuproso (560 g do i.a ha⁻¹); em 05/05/2010 foi feita a aplicação com clorotalonil + tiofanato-metílico (300 g do i.a ha⁻¹) e deltametrina (5 g do i.a ha⁻¹); em 26/05/2010 foram pulverizados o inseticida deltametrina (5 g do i.a ha⁻¹) e do fungicida tebuconazole (200 g do i.a ha⁻¹).

A colheita do feijão-caupi foi realizada em 26/05/2010, no experimento de Dourados-MS, e em 16/06/2010, no de Botucatu-SP. O milho foi colhido em 26/07/2010, em Botucatu-SP, e em 24/06/210, em Dourados-MS.

5.5 Avaliações

5.5.1 Cultura do feijão-caupi

a) Índice relativo de clorofila e teor de nutrientes nas folhas

Antes de realizar as leituras, o aparelho foi calibrado com o verificador de leitura (“reading checker”) de acordo com as recomendações do manual. Foi tomado o cuidado de não amostrar plantas não sadias (com ataque de pragas e ocorrência de doenças) e atípicas (fora de espaçamento).

As leituras do índice relativo de clorofila (IRC) foram realizadas no terço superior do limbo do folíolo central da terceira folha completamente desenvolvida, a partir do ápice da planta, na haste principal, quando mais de 50% das plantas apresentavam-se em florescimento (TEIXEIRA et al., 2004), sempre no período da manhã, em 20 plantas na área útil da unidade experimental, sendo cinco plantas por fileira. Após as leituras, as folhas foram coletadas, secas em estufa a 60 °C, por 72 horas, em seguida moídas e analisadas quimicamente para determinação dos teores de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn), seguindo a metodologia descrita por Malavolta et al. (1997).

b) Florescimento e ciclo

Número de dias transcorridos da semeadura ao florescimento pleno e maturidade de 90% das plantas da unidade experimental.

c) População final de plantas

A determinação da população final foi realizada na véspera da colheita, em 5 m nas quatro fileiras de feijão-caupi de cada unidade experimental, sendo os resultados convertidos em plantas ha⁻¹.

d) Número de vagens por planta

Determinado mediante a relação entre número total de vagens e o número total de plantas, avaliados em cada unidade experimental.

e) Comprimento médio de vagens

Foi determinado em centímetros, pela média de três vagens por fileira, totalizando 12 vagens por unidade experimental. No caso de vagens curvas, mediu-se a maior linha reta da base da vagem até a sua extremidade.

f) Massa média de vagens

Avaliada através da pesagem de 12 vagens sem os grãos (3 vagens por fileira), sendo estas vagens as mesmas à que se refere o item e.

g) Massa de grãos por vagens

Avaliada através da pesagem do número total de grãos de 12 vagens (3 vagens por fileira), sendo estas vagens as mesmas à que se refere o item e.

h) Número de grãos por vagem

Determinado mediante a relação entre número total de grãos e o número total de vagens, avaliado em 12 plantas (3 plantas por fileira), sendo estas vagens as mesmas à que se refere o item e.

i) Massa de 100 grãos

Avaliada através da pesagem de quatro amostras, de 100 grãos cada uma, em cada unidade experimental. Os dados obtidos foram transformados para 13% de umidade (base úmida).

j) Produtividade de grãos

Foram colhidas manualmente todas as vagens contidas nas quatro fileiras de cada unidade experimental. Após a colheita foi realizada debulha manual dos grãos e pesagem, transformando-se a massa de grãos para kg ha^{-1} , corrigida a 13% de umidade (base úmida).

k) Teor de proteína bruta nos grãos

Quatro amostras de grãos de cada unidade experimental foram secas em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C, por 24 horas. Em seguida, os grãos foram moídos e submetidos à análise para determinação do teor de N, segundo Malavolta et al. (1997). O teor de proteína foi determinado mediante a multiplicação do teor de N pelo índice 6,25 (AOAC, 1990).

5.5.2 Cultura do milho

No primeiro experimento realizado em Dourados-MS, em virtude da estiagem ocorrida no mês de abril de 2009 (Figura 1), que coincidiu com o florescimento das plantas de milho, este foi prejudicado, não havendo enchimento dos grãos nas espigas. Assim para a cultura do milho, no ano de 2009, foram realizadas apenas avaliações referentes ao florescimento, altura de plantas, inserção de espigas, diâmetro do colmo e índice relativo de clorofila nas folhas.

a) Índice relativo de clorofila e teor de nutrientes nas folhas

Quando 50% das plantas da unidade experimental estavam pendoadas foi avaliado o IRC, no terço médio de 20 folhas (5 plantas por fileira) localizadas abaixo e do lado oposto à espiga, com “medidor eletrônico de clorofila” (ARGENTA, 2001). Após as

leituras, as folhas foram coletadas, secas em estufa a 60 °C, por 72 horas, em seguida moídas e analisadas quimicamente para determinação dos teores de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn), seguindo a metodologia proposta por Malavolta et al. (1997).

b) Altura de plantas

Foram determinadas quando todas as plantas haviam atingido a fase de pendoamento, tomando-se a distância entre o nível do solo e a inserção da folha bandeira. Estas avaliações foram realizadas com régua graduada em centímetros, os valores obtidos correspondem à média de 3 plantas em cada fileira, totalizando 12 plantas por unidade experimental.

c) Inserção da espiga

A altura de inserção de espiga foi determinada mediando-se à distância média, em centímetros, entre a superfície do solo e a base da inflorescência feminina, tomada nas mesmas plantas à que se refere o item b.

d) Diâmetro do colmo

A determinação do diâmetro do colmo foi realizada utilizando paquímetro digital graduado em milímetros. Os valores foram obtidos mediante medição realizada no terceiro entrenó a partir da superfície do solo, nas mesmas plantas à que se refere o item b.

e) Número de folhas

Foram contadas todas as folhas fotossinteticamente ativas que permaneciam na planta, considerando-se as mesmas plantas a que se refere o item b.

f) Porcentagem de plantas acamadas e/ou quebradas

O número de plantas da área útil de cada unidade experimental com ângulo superior à 45° com a vertical e/ou quebradas abaixo da inserção da espiga, foi expresso em porcentagem do total de plantas da unidade experimental.

g) População final de plantas

A determinação da população final foi realizada na véspera da colheita, em cada uma das fileiras da unidade experimental, sendo os resultados convertidos em plantas ha^{-1} .

h) Florescimento e ciclo

Número de dias transcorridos entre a emergência das plântulas ao florescimento pleno e maturidade de 90% das plantas da unidade experimental.

i) Número de espigas por planta

Na avaliação do número de espigas por plantas, foram contadas todas as espigas em 5 m de cada uma das fileiras de plantas da unidade experimental e o resultado dividido pelo número de plantas, obtendo-se assim o número médio de espigas por planta. Sendo consideradas apenas espigas que apresentavam grãos formados.

j) Comprimento da espiga

O comprimento da espiga foi determinado, em três espigas coletadas em cada uma das quatro fileiras de plantas, totalizando 12 espigas por unidade experimental, medindo-se, em centímetros, a distância entre a base e o ápice da espiga.

k) Número de fileiras de grãos por espiga

O número médio de fileiras de grãos da espiga foi determinado pela simples contagem das fileiras de grãos, nas mesmas espigas à que se refere o item j.

l) Diâmetro da espiga

O diâmetro da espiga foi obtido medindo-se, em milímetros, o diâmetro da porção central das mesmas espigas à que se refere o item j.

m) Massa de cem grãos

A massa de cem grãos foi determinada segundo metodologia descrita por Brasil (1992), com teor de água dos grãos corrigido para 13% (base úmida).

n) Produtividade de grãos

Foram colhidas manualmente as espigas contidas em cada uma das quatro fileiras de plantas de milho, contidas em cada unidade experimental, e a massa de grãos transformada para kg ha^{-1} , corrigida a 13% de umidade (base úmida).

o) Teor de proteína bruta nos grãos

Quatro amostras de grãos de cada unidade experimental foram secas em estufa com circulação forçada de ar a 105 °C, por 24 horas. Em seguida, os grãos foram moídos e submetidos à análise para determinação do teor de N, segundo Malavolta et al. (1997). O teor de proteína foi determinado mediante a multiplicação do teor de N pelo índice 6,25 (AOAC, 1990).

5.6 Índice de equivalência de área

O índice de equivalência de área (IEA) foi utilizado para avaliar a eficiência do consórcio em relação aos monocultivos, sendo obtido pela expressão: $\text{IEA} = (\text{Ca}/\text{Ma}) + (\text{Cb}/\text{Mb})$ onde, Ca e Cb são, respectivamente, as produtividades de grãos em consorciação das culturas do milho e feijão-caupi, e Ma e Mb são, respectivamente, as produtividades de grãos em monocultivo, das culturas do milho e feijão-caupi (WILLEY, 1979). O consórcio foi considerado eficiente quando o IEA foi superior a 1,00 e, ineficiente, quando foi inferior a 1,00.

5.7 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando a comparação de médias não protegida (VIEIRA, 1999b), ou seja, independentemente da significância do teste F foi

aplicado o teste de Tukey para comparação das médias. Para a análise estatística, utilizou-se o programa SISVAR (FERREIRA, 2000).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Cultura do feijão-caupi

No experimento realizado em Dourados-MS, no ano de 2009, o Índice relativo de clorofila (IRC) nas folhas do feijão-caupi sofreu influência apenas da cultivar, sendo os maiores valores observados na cv. BRS Novaera e os menores na BRS Xiquexique (Tabela 2). Como as plantas de feijão-caupi se encontravam em níveis elevados de N (Tabela 3), contata-se que o maior ou menor IRC apresentado, pode estar mais relacionadas à características genéticas da própria cultivar do que ao sistema de cultivo. De acordo com Lee (1988), o teor de clorofila varia muito entre as espécies, assim como entre genótipos de uma mesma espécie.

No segundo ano do experimento de Dourados-MS, houve interação entre o sistema de cultivo e as cultivares de feijão-caupi (Tabela 2). De maneira geral, a cv. BRS Xiquexique também apresentou menores valores de IRC, porém, diferindo apenas da cv. BRS Novaera, quando cultivada em consórcio com o milho híbrido BRS 1010, e dos demais cultivares, quando em cultivo solteiro. Por outro lado, apenas o cv. BRS Novaera sofreu efeito do sistema de cultivo, apresentado menores valores quando cultivado em consórcio com a variedade de milho BR 473. Este fato pode estar relacionado à maior altura média de plantas apresentada pela variedade, causando um maior sombreamento sobre as plantas de feijão-caupi. Entre os diversos componentes do ambiente, a luz é primordial para o crescimento das plantas, não só por fornecer energia para a fotossíntese, mas também por fornecer sinais que

regulam seu desenvolvimento por meio de receptores de luz sensíveis a diferentes intensidades, qualidade espectral e estado de polarização (REGO e POSSAMAR, 2006). Dessa forma, modificações nos níveis de luminosidade, aos quais uma espécie está adaptada, podem condicionar diferentes respostas fisiológicas em suas características bioquímicas, anatômicas e de crescimento (ATROCH et al., 2001).

Tabela 2. Índice relativo de clorofila (IRC) nas folhas de cultivares de feijão-caupi, em cultivo consorciado com cultivares de milho e solteiro.

Cultivares de feijão-caupi	Sistema de cultivo			Média
	Variedade ¹	Híbrido ²	Solteiro	
Dourados 2009				
BRS Guariba	65,3	64,4	68,9	66,2ab
BRS Novaera	69,4	68,7	69,1	69,0a
BRS Xiquexique	62,7	61,9	68,8	64,5b
Média	65,8	65,0	68,9	
CV _{Parcela} (%)		7,6		
CV _{Subparcela} (%)		6,2		
Dourados 2010				
BRS Guariba	42,6aA	44,0abA	44,7aA	44,2
BRS Novaera	41,3aB	47,2aA	44,2aAB	43,8
BRS Xiquexique	39,0aA	38,7bA	37,9bA	38,5
Média	41,0	43,3	42,3	
CV _{Parcela} (%)		6,7		
CV _{Subparcela} (%)		7,7		
Botucatu 2010				
BRS Guariba	57,1aA	55,2abAB	52,8aB	55,0
BRS Novaera	56,7aA	58,1aA	56,3abA	57,1
BRS Xiquexique	49,6bA	51,6bA	51,0bA	50,7
Média	54,5	55,0	53,3	
CV _{Parcela} (%)		4,0		
CV _{Subparcela} (%)		4,2		

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹Variedade de milho BR 473. ²Híbrido simples de milho BRS 1030 em Dourados 2009 e BRS 1010 em Dourados e Botucatu em 2010.

Em Botucatu-SP, no ano de 2010, também houve interação significativa entre os sistemas de cultivo e as cultivares de feijão-caupi, para o IRC (Tabela 2). A cv. BRS Xiquexique apresentou os maiores valores em todos os sistemas de cultivo. Já a cv. BRS Guariba apresentou menores valores de IRC quando em cultivo solteiro, em relação aos

cultivos consorciados. É provável que o sombreamento ocorrido no consórcio tenha promovido para esta cultivar um controle mais eficiente da temperatura foliar e, conseqüentemente, da condição hídrica da planta, de modo a permitir uma otimização da atividade fotossintética e da turgescência, necessárias ao crescimento (REIS, 1991), obtendo assim maiores valores de IRC quando em consórcio.

Os IRC para o feijão-caupi obtidos neste trabalho são semelhantes aos encontrados por Araújo et al. (2009) e Nascimento (2009). Porém, são superiores aos IRC encontrados em feijão-comum (TEIXEIRA et al., 2004; SANT'ANA et al., 2010; DIDONET et al., 2005), o que pode ser uma das causas das maiores taxas de fotossíntese líquida observadas em plantas de feijão-caupi quando comparado com o feijão-comum (LIMA, 2010).

Em Dourados-MS no ano de 2009, houve efeito significativo somente da cultivar de feijão-caupi para o teor de N foliar, sendo que a BRS Guariba apresentou os maiores valores (Tabela 3). Contudo, no segundo experimento de Dourados-MS, não houve efeito dos tratamentos nessa variável. Em Botucatu-SP, houve interação significativa entre os sistemas de cultivo e as cultivares de feijão-caupi. Independentemente do sistema de cultivo, as cultivares não apresentaram diferenças significativas. Apenas a cv. BRS Novaera foi influenciada pelos sistemas de cultivos estudados, para a qual obteve menores teores de N nas folhas quando em cultivo solteiro. Isso pode estar relacionada a um efeito de diluição, já que quando em condições de maior luminosidade essa cultivar pode ter acumulado maior quantidade de matéria seca, o que corroboram com os resultados obtidos por Jasmim et al. (2002), que verificaram menores teores de N em plantas de feijão-comum que apresentavam o maior acúmulo de matéria seca.

Nos três experimentos, os teores de N foliar estavam acima da faixa preconizada como adequada por Malavolta et al., (1997) para a cultura do feijão-caupi, que é de 18-22 g kg⁻¹, entretanto Linhares (2007) e Fonseca (2008), em estudo com três cultivares dessa espécie, obtiveram valores similares aos encontrados no presente trabalho (Tabela 3).

Sampaio e Brasil (2009), analisando os resultados de diversos estudos recentes relacionados à exigência nutricional do feijão-caupi, constataram que os teores de N encontrados nas folhas estão bem acima dos preconizados por Dantas et al. (1979) e Malavolta et al. (1997). Dessa forma, é possível afirmar que novos padrões para a diagnose foliar do

feijão-caupi devem ser estabelecidos de acordo com o ambiente de produção e com o uso de cultivares lançadas recentemente.

Tabela 3. Teores de nitrogênio (g kg^{-1}) nas folhas de cultivares de feijão-caupi, em cultivo consorciado com cultivares de milho e solteiro.

Cultivares de feijão-caupi	Sistema de cultivo			Média
	Variedade ¹	Híbrido ²	Solteiro	
Dourados-MS 2009				
BRS Guariba	43,5	41,5	41,8	42,3a
BRS Novaera	40,6	37,6	37,9	38,7b
BRS Xiquexique	39,5	40,6	38,4	39,5b
Média	41,2	39,9	39,4	
CV _{Parcela} (%)		8,3		
CV _{Subparcela} (%)		5,5		
Dourados-MS 2010				
BRS Guariba	39,1	42,9	43,3	41,8
BRS Novaera	43,5	43,1	43,2	43,3
BRS Xiquexique	40,8	41,0	39,4	40,4
Média	41,1	42,3	42,0	
CV _{Parcela} (%)		8,3		
CV _{Subparcela} (%)		8,3		
Botucatu-SP 2010				
BRS Guariba	46,8aA	49,7aA	44,6aA	47,1
BRS Novaera	47,9aA	47,3aAB	37,8aB	44,4
BRS Xiquexique	49,5aA	44,1aA	46,4aA	46,7
Média	49,0	46,1	43,0	
CV _{Parcela} (%)		13,1		
CV _{Subparcela} (%)		11,0		

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹Variedade de milho BR 473. ²Híbrido simples de milho BRS 1030 em Dourados 2009 e BRS 1010 em Dourados e Botucatu em 2010.

Trabalhos realizados por Wong e Wilson (1980) e Fujita et al. (1993), sobre o efeito do sombreamento em leguminosas forrageiras demonstraram que as plantas apresentam redução na produção de massa seca, na fixação biológica de N_2 e no conteúdo de nutrientes nas plantas, em condições de sombreamento intenso. Entretanto quando o sombreamento é menos intenso, a sombra pode beneficiar a fixação biológica de N_2 nas plantas e a absorção de nutrientes (LÁZARO, 2007), fato este observado no presente estudo, pois, de maneira geral, os teores de N em consórcio foram ligeiramente superiores ao

monocultivo (Tabela 3). O sombreamento parcial das plantas de feijão-caupi pode ter favorecido o maior desenvolvimento, fixação biológica do N_2 e, conseqüentemente, maiores teores de N foliar. Maior fixação biológica de N_2 foi observada por Eriksen e Whitney (1982), em leguminosas forrageiras parcialmente sombreadas.

Para os teores foliares de P, não houve interação entre os fatores estudados (sistema de cultivo x cultivares de feijão-caupi), em nenhum dos experimentos (Tabela 4). Nos experimentos de Dourados-MS, em 2009, e de Botucatu-SP, 2010 houve efeito significativo da cultivar de feijão-caupi, onde os menores teores de P foram observados na BRS Novaera, porém, não sendo estatisticamente diferente da cv. BRS Guariba. No segundo ano do experimento realizado em Dourados-MS, observou-se também efeito significativo do sistema de cultivo, onde os menores teores de P foram proporcionados pelo cultivo solteiro. Possivelmente este comportamento pode estar relacionado com o maior crescimento das plantas em decorrência da maior incidência de luz, ocasionando a maior diluição do nutriente na planta. Concentrações menores de nutrientes, em plantas sob alta irradiância, foram observados por Johnson et al. (1997). Este fato é comum em plantas sob alta irradiância, decorrente do maior investimento de carbono para a parte estrutural devido ao maior crescimento, resultando em maior diluição dos nutrientes.

Observa-se que os teores de P nas folhas dos cultivares de feijão-caupi estavam acima da faixa de suficiência estabelecida por Malavolta et al. (1997), ou seja, de 1,2 a 1,5 g kg⁻¹ (Tabela 4), o que pode estar relacionado com os teores médios (RAIJ et al., 1997) nos solos das áreas experimentais (Tabela 1) e com as doses de P aplicada. Os teores de P obtidos neste estudo são semelhantes aos resultados obtidos em pesquisas realizadas por Linhares (2008), Fonseca (2008) e Parry et al. (2008).

O alto teor P presente nas três cultivares (Tabela 4) tanto em cultivo solteiro e consorciado pode ter favorecido, em parte, as maiores concentrações de N (Tabela 3), pois, o P tem participação essencial no metabolismo do N (ARAÚJO e MACHADO, 2006). Além do que quando em condições de fornecimento limitado de P, ocorre diminuição na absorção de nitrato (NO_3^-) e diminuição na translocação do NO_3^- absorvido para a parte aérea (JESCHKE et al., 1997; ARAÚJO e MACHADO, 2006), reduzindo, conseqüentemente, os teores foliares de N.

Vale ressaltar que o adequado suprimento de P é de extrema importância para a melhoria do estado nutricional das leguminosas, pois, melhora a eficiência da simbiose *Rhizobium* e leguminosa, estimulando a formação dos nódulos, aumento do peso e número de nódulos, e com isso o crescimento das raízes e da parte aérea das plantas (ABDEL-WAHAB et al., 1994; LUYNDULA et al., 1994).

Tabela 4. Teores de fósforo (g kg^{-1}) nas folhas de cultivares de feijão-caupi, em cultivo consorciado com cultivares de milho e solteiro.

Cultivares de feijão-caupi	Sistema de cultivo			Média
	Variedade ¹	Híbrido ²	Solteiro	
Dourados 2009				
BRS Guariba	2,7	2,5	2,5	2,6a
BRS Novaera	2,3	2,2	2,1	2,2b
BRS Xiquexique	2,5	2,5	2,5	2,5a
Média	2,5	2,4	2,4	
CV _{Parcela} (%)		15,6		
CV _{Subparcela} (%)		6,6		
Dourados 2010				
BRS Guariba	2,1	1,9	1,7	1,9
BRS Novaera	1,9	1,8	1,8	1,8
BRS Xiquexique	2,0	2,0	1,8	1,9
Média	2,0A	1,9B	1,8C	
CV _{Parcela} (%)		4,7		
CV _{Subparcela} (%)		10,5		
Botucatu 2010				
BRS Guariba	1,8	1,8	1,7	1,8ab
BRS Novaera	1,7	1,5	1,6	1,6b
BRS Xiquexique	1,9	2,0	1,8	1,9a
Média	1,8	1,8	1,7	
CV _{Parcela} (%)		8,4		
CV _{Subparcela} (%)		9,6		

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹Variedade de milho BR 473. ²Híbrido simples de milho BRS 1030 em Dourados 2009 e BRS 1010 em Dourados e Botucatu em 2010.

Apenas no primeiro experimento realizado em Dourados-MS, houve interação significativa entre os fatores estudados, para os teores de K nas folhas das cultivares de feijão-caupi (Tabela 5). Verifica-se que o sistema de cultivo solteiro e o consórcio com o híbrido de milho (BRS 1030) ocasionaram decréscimos nos teores de K para as cv. BRS

Guariba e BRS Novaera. Quando em cultivo consorciado com a variedade de milho (BR 473), não houve diferença significativa entre as cultivares de feijão-caupi para os teores de K. Contrariamente, observa-se que quando em cultivo consorciado com o híbrido de milho ou em sistema de cultivo solteiro as cultivares de feijão-caupi diferiram significativamente, sendo que a BRS Novaera apresentou teores de K nas folhas significativamente menores que os demais cultivares.

Tabela 5. Teores de potássio (g kg^{-1}) nas folhas de cultivares de feijão-caupi, em cultivo consorciado com cultivares de milho e solteiro.

Cultivares de feijão-caupi	Sistema de cultivo			Média
	Variedade ¹	Híbrido ²	Solteiro	
Dourados 2009				
BRS Guariba	23,3aA	21,3aAB	20,5aB	21,7
BRS Novaera	21,9aA	18,6bB	18,3bB	19,6
BRS Xiquexique	21,9aA	21,5aA	19,3abA	20,9
Média	22,4	20,5	19,4	
CV _{Parcela} (%)		10,0		
CV _{Subparcela} (%)		5,0		
Dourados 2010				
BRS Guariba	27,3	28,2	26,7	27,4
BRS Novaera	26,9	25,2	27,6	26,6
BRS Xiquexique	29,0	27,8	27,5	28,1
Média	27,7	27,0	27,3	
CV _{Parcela} (%)		5,9		
CV _{Subparcela} (%)		7,9		
Botucatu 2010				
BRS Guariba	24,6	23,4	20,4	22,8ab
BRS Novaera	21,5	19,6	18,9	20,0b
BRS Xiquexique	24,3	25,1	25,1	25,6a
Média	23,5	23,4	21,5	
CV _{Parcela} (%)		24,1		
CV _{Subparcela} (%)		13,4		

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹Variedade de milho BR 473. ²Híbrido simples de milho BRS 1030 em Dourados 2009 e BRS 1010 em Dourados e Botucatu em 2010.

No experimento do ano de 2010, em Dourados-MS, não observou-se efeito dos fatores estudados nos teores de K nas folhas do feijão-caupi (Tabela 5).

Em Botucatu-SP, houve apenas efeito isolado do fator cultivar nos teores de K foliar (Tabela 5). A cv. BRS Novaera apresentou os menores valores, porém, diferindo significativamente das apenas da cv. BRS Xiquexique. Nota-se que, em ambos os locais de estudo, a cv. BRS Novaera apresentou, em relação às demais cultivares, teores de K nas folhas relativamente menores, fato este que pode estar mais relacionado a fatores genéticos, do que ao sistema de cultivo e ambiente que esta cultivar foi submetida.

Os teores foliares K encontrados no presente estudo estão abaixo da faixa preconizada por Malavolta et al. (1997), que é de 30-35 g kg⁻¹, porém, se enquadram no intervalo descrito por Fonseca (2008) (Tabela 5).

Em todos os experimentos, os teores de Ca nas folhas do feijão-caupi foram influenciados significativamente apenas pelo fator cultivar (Tabela 6). Houve comportamento semelhante das cultivares independentemente do local de estudo e a cv. BRS Novaera apresentou os maiores teores de Ca em relação às demais, apesar de não ter diferido estatisticamente da cv. BRS Xiquexique no experimento realizado em Dourados-MS, na safrinha de 2009.

Em todos os tratamentos os teores de Ca encontravam-se bastante abaixo da faixa estabelecida por Dantas et al. (1979) e Malavolta et al. (1997), ou seja, de 50-55 g kg⁻¹ (Tabela 6).

Tabela 6. Teores de cálcio (g kg^{-1}) nas folhas de cultivares de feijão-caupi, em cultivo consorciado com cultivares de milho e solteiro.

Cultivares de feijão-caupi	Sistema de cultivo			Média
	Variedade ¹	Híbrido ²	Solteiro	
Dourados 2009				
BRS Guariba	24,5	23,8	26,1	24,8b
BRS Novaera	31,2	27,6	31,1	30,0a
BRS Xiquexique	27,9	26,2	27,9	27,3ab
Média	27,7	25,9	28,4	
CV _{Parcela} (%)		15,1		
CV _{Subparcela} (%)		10,6		
Dourados 2010				
BRS Guariba	14,4	14,7	15,8	15,0b
BRS Novaera	22,0	23,6	21,0	22,0a
BRS Xiquexique	16,5	15,2	16,2	16,0b
Média	17,6	17,8	17,7	
CV _{Parcela} (%)		8,3		
CV _{Subparcela} (%)		5,5		
Botucatu 2010				
BRS Guariba	25,7	24,4	25,8	25,3b
BRS Novaera	26,2	27,0	27,8	27,0a
BRS Xiquexique	23,3	22,6	24,4	23,4b
Média	25,1	24,7	26,0	
CV _{Parcela} (%)		10,6		
CV _{Subparcela} (%)		14,2		

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹Variedade de milho BR 473. ²Híbrido simples de milho BRS 1030 em Dourados 2009 e BRS 1010 em Dourados e Botucatu em 2010.

Na Tabela 7, observa-se que em Dourados-MS, nos dois anos de experimentação, houve efeito significativo da cultivar utilizada sobre os teores foliares de Mg, sendo que a cv. BRS Novaera apresentou os maiores valores. Em Botucatu-SP, no ano de 2010, não houve influencia dos fatores estudados sobre esta variável. Os teores foliares de Mg encontrados na maioria dos tratamentos estão abaixo dos preconizados por Dantas (1979) e Malavolta et al. (1997), que estão entre 5 e 8 g kg^{-1} . Os maiores teores de Mg foram obtidos em Botucatu-SP, devido a maior disponibilidade de Mg no solo, em relação a Dourados-MS, nos anos de 2009 e 2010 (Tabela 1).

Tabela 7. Teores de magnésio (g kg^{-1}) nas folhas de cultivares de feijão-caupi, em cultivo consorciado com cultivares de milho e solteiro.

Cultivares de feijão-caupi	Sistema de cultivo			Média
	Variedade ¹	Híbrido ²	Solteiro	
Dourados 2009				
BRS Guariba	3,9	3,6	3,6	3,7b
BRS Novaera	4,6	4,1	4,0	4,2a
BRS Xiquexique	3,6	3,8	3,3	3,6b
Média	4,0	3,8	3,7	
CV _{Parcela} (%)		15,9		
CV _{Subparcela} (%)		8,1		
Dourados 2010				
BRS Guariba	2,5	3,0	2,7	2,8b
BRS Novaera	3,3	3,7	3,4	3,5a
BRS Xiquexique	2,6	2,6	2,3	2,5b
Média	2,8	3,1	2,8	
CV _{Parcela} (%)		20,1		
CV _{Subparcela} (%)		16,7		
Botucatu 2010				
BRS Guariba	5,4	4,9	4,7	4,7
BRS Novaera	4,8	4,5	5,1	5,0
BRS Xiquexique	4,4	4,6	4,9	4,6
Média	4,7	4,8	4,9	
CV _{Parcela} (%)		9,4		
CV _{Subparcela} (%)		12,4		

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹Variedade de milho BR 473. ²Híbrido simples de milho BRS 1030 em Dourados 2009 e BRS 1010 em Dourados e Botucatu em 2010.

Para os teores de S foliar, no experimento de Dourados-MS, realizado em 2009, houve interação entre os fatores estudados (Tabela 8). Estando estes teores dentro da faixa preconizada como adequada por Malavolta et al. (2007). A cv. BRS Guariba obteve desempenho semelhante, independentemente do sistema de cultivo a que foi submetida e apresentou os maiores teores de S nas folhas. Entretanto, as cultivares BRS Novaera e BRS Xiquexique foram influenciadas pelo sistema de cultivo, sendo os maiores teores de S observados em consórcio com a variedade de milho.

Em 2010, não houve efeito das cultivares e nem dos sistemas de cultivo estudados no teor de S nas folhas das plantas de feijão-caupi cultivadas em Dourados-MS (Tabela 8). Já em Botucatu-SP, houve efeito significativo das cultivares utilizadas, onde o

menor teor S foi observado nas cv. BRS Novaera, que diferiu da cv. BRS Xiquexique, que apresentou os maiores teores. Contudo, em grande parte dos tratamentos, nos três experimentos realizados, os teores de S observados encontravam-se acima do intervalo (1,5-2,0 g kg⁻¹) preconizado como adequado para o feijão-caupi (MALAVOLTA et al., 1997).

Tabela 8. Teores de enxofre (g kg⁻¹) nas folhas de cultivares de feijão-caupi, em cultivo consorciado com cultivares de milho e solteiro.

Cultivares de feijão-caupi	Sistema de cultivo			Média
	Variedade ¹	Híbrido ²	Solteiro	
Dourados 2009				
BRS Guariba	2,4aA	2,4aA	2,4aA	2,4
BRS Novaera	2,4aA	2,1aB	2,2aAB	2,2
BRS Xiquexique	2,4aA	2,3aAB	2,1aB	2,3
Média	2,4	2,3	2,2	
CV _{Parcela} (%)		3,4		
CV _{Subparcela} (%)		6,5		
Dourados 2010				
BRS Guariba	2,0	2,1	1,8	2,0
BRS Novaera	1,8	1,9	2,2	2,0
BRS Xiquexique	2,0	2,0	2,0	2,0
Média	1,9	1,9	2,0	
CV _{Parcela} (%)		10,0		
CV _{Subparcela} (%)		15,5		
Botucatu 2010				
BRS Guariba	3,1	3,2	3,0	2,9ab
BRS Novaera	2,9	2,8	2,7	2,7b
BRS Xiquexique	2,7	3,0	2,9	3,1a
Média	2,9	3,0	2,9	
CV _{Parcela} (%)		11,9		
CV _{Subparcela} (%)		11,3		

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹Variedade de milho BR 473. ²Híbrido simples de milho BRS 1030 em Dourados 2009 e BRS 1010 em Dourados e Botucatu em 2010.

Quanto aos teores de Cu nas folhas, observa-se, de acordo com a Tabela 9, que houve efeito apenas da interação entre sistemas de cultivo e cultivares no experimento realizado em Botucatu-SP, no ano de 2010. Apenas a cv. BRS Xiquexique foi influenciada pelo sistema de cultivo, tendo apresentado maiores teores de Cu nas folhas quando em monocultivo. Por outro lado, também apenas quando em monocultivo, a cv. BRS

Xiquexique se destacou das demais cultivares, apresentando teores de Cu nas folhas significativamente maiores.

Em todos os tratamentos os teores de Cu encontravam-se acima da faixa estabelecida como adequada para a cultura do feijão-caupi, que é de 5-7 mg kg⁻¹ (MALAVOLTA et al., 1997) (Tabela 9). Os elevados teores de Cu observados no segundo ano de condução dos experimentos foram devidos à realização de pulverizações do fungicida a base de óxido cuproso, cerca de 10 dias antes das coletas das folhas para diagnose foliar. No primeiro ano os teores se encontravam menores, visto que não foi realizada nenhuma aplicação com o fungicida no experimento.

Tabela 9. Teores de cobre (mg kg⁻¹) nas folhas de cultivares de feijão-caupi, em cultivo consorciado com cultivares de milho e solteiro.

Cultivares de feijão-caupi	Sistema de cultivo			Média
	Variedade ¹	Híbrido ²	Solteiro	
Dourados 2009				
BRS Guariba	8,4	8,4	8,3	8,7
BRS Novaera	8,3	9,8	7,8	8,6
BRS Xiquexique	7,9	8,4	8,3	8,2
Média	8,2	9,2	8,1	
CV _{Parcela} (%)		18,3		
CV _{Subparcela} (%)		21,7		
Dourados 2010				
BRS Guariba	41,0	51,3	55,0	49,4
BRS Novaera	50,0	62,5	48,7	53,7
BRS Xiquexique	52,0	48,5	30,7	43,7
Média	48,0	54,1	44,7	
CV _{Parcela} (%)		27,8		
CV _{Subparcela} (%)		20,8		
Botucatu 2010				
BRS Guariba	26,5aA	25,5aA	25,0bA	25,7
BRS Novaera	27,5aA	25,5aA	30,5bA	27,8
BRS Xiquexique	21,0aB	30,0aB	42,5aA	31,2
Média	25,0	27,0	32,7	
CV _{Parcela} (%)		19,1		
CV _{Subparcela} (%)		21,4		

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹Variedade de milho BR 473. ²Híbrido simples de milho BRS 1030 em Dourados 2009 e BRS 1010 em Dourados e Botucatu em 2010.

Os teores de Fe nas folhas da cultura de feijão-caupi não sofreram interação dos sistemas de cultivo e das cultivares (Tabela 10). Apesar de não apresentar diferenças significativas das demais cultivares, a cv. BRS Xiquexique, nos experimentos de Dourados-MS 2009 e 2010, apresentou teores de Fe nas folhas relativamente maiores, o que pode estar relacionado ao fato de esta cultivar ser biofortificada, visto que ela foi desenvolvida a partir de avaliações dos conteúdos de Fe e Zn, durante três anos de pesquisas, superando duas cultivares ricas em Zn e Fe usadas como testemunhas e introduzidas no Brasil pelo o IITA (International Institute of Tropical Agriculture), que tem sede na cidade de Ibadan, na Nigéria (SINIMBU, 2008). Contudo, destaca-se que os teores de Fe estavam bem abaixo da faixa (700-900 mg kg⁻¹) considerada adequada para a cultura por Malavolta et al. (1997).

Tabela 10. Teores de ferro (mg kg⁻¹) nas folhas de cultivares de feijão-caupi, em cultivo consorciado com cultivares de milho e solteiro.

Cultivares de feijão-caupi	Sistema de cultivo			Média
	Variedade ¹	Híbrido ²	Solteiro	
Dourados 2009				
BRS Guariba	156,7	171,8	157,9	162,1
BRS Novaera	174,3	147,9	147,8	156,7
BRS Xiquexique	190,5	181,3	159,8	177,2
Média	170,8	170,1	155,2	
CV _{Parcela} (%)		20,2		
CV _{Subparcela} (%)		16,3		
Dourados 2010				
BRS Guariba	214,1	207,7	206,7	209,5
BRS Novaera	195,3	166,8	215,5	192,5
BRS Xiquexique	226,0	214,1	258,2	232,8
Média	211,8	196,2	226,8	
CV _{Parcela} (%)		15,4		
CV _{Subparcela} (%)		22,6		
Botucatu 2010				
BRS Guariba	147,6	147,7	148,5	146,6
BRS Novaera	121,9	142,8	130,7	131,8
BRS Xiquexique	127,5	148,5	155,7	143,9
Média	132,3	145,0	145,0	
CV _{Parcela} (%)		18,7		
CV _{Subparcela} (%)		12,8		

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹Variedade de milho BR 473. ²Híbrido simples de milho BRS 1030 em Dourados 2009 e BRS 1010 em Dourados e Botucatu em 2010.

Os teores de Mn nas folhas do feijão-caupi foram afetados pelo cultivar, nos experimentos de Dourados-MS, em 2009, e de Botucatu-SP (Tabela 11). Em ambos os experimentos, a BRS Guariba apresentou teores mais elevados de Mn, porém, diferindo apenas da cv. BRS Novaera, em Dourados, e da cv. BRS Xiquexique, em Botucatu. Os teores de Mn encontrados neste estudo estão abaixo do intervalo considerado adequado (400-425 mg kg⁻¹) por Malavolta et al. (1997).

Tabela 11. Teores de manganês (mg kg⁻¹) nas folhas de cultivares de feijão-caupi, em cultivo consorciado com cultivares de milho e solteiro.

Cultivares de feijão-caupi	Sistema de cultivo			Média
	Variedade ¹	Híbrido ²	Solteiro	
Dourados 2009				
BRS Guariba	259,3	281,2	269,2	269,9a
BRS Novaera	197,1	172,1	191,3	186,8b
BRS Xiquexique	282,9	260,1	248,9	264,0a
Média	246,5	237,8	236,4	
CV _{Parcela} (%)		9,0		
CV _{Subparcela} (%)		10,13		
Dourados 2010				
BRS Guariba	136,7	116,2	126,5	126,5
BRS Novaera	118,3	131,1	157,3	135,7
BRS Xiquexique	119,0	110,9	140,0	123,3
Média	124,7	119,4	141,2	
CV _{Parcela} (%)		25,1		
CV _{Subparcela} (%)		13,6		
Botucatu 2010				
BRS Guariba	182,2	204,0	196,6	194,4a
BRS Novaera	181,0	184,2	190,9	185,4ab
BRS Xiquexique	138,8	152,3	164,7	152,0b
Média	167,4	180,2	184,1	
CV _{Parcela} (%)		32,0		
CV _{Subparcela} (%)		13,2		

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹Variedade de milho BR 473. ²Híbrido simples de milho BRS 1030 em Dourados 2009 e BRS 1010 em Dourados e Botucatu em 2010.

Mediante a Tabela 12, verifica-se que os teores de Zn nas folhas da cultura do feijão-caupi foram afetados pelo cultivar e pelo sistema de cultivo, porém, apenas no experimento de Botucatu-SP. A cultivar BRS Novaera apresentou teores de Zn nas folhas

significativamente maiores que a BRS Xiquexique, apesar da última ser considerada biofortificada nesse elemento (DEUS, 2008). O cultivo solteiro proporcionou teores de Zn nas folhas das cultivares de feijão-caupi menores que o cultivo consorciado, especialmente com o híbrido de milho (BRS 1010). Provavelmente, o maior desenvolvimento das plantas em cultivo solteiro ocasionou diluição deste nutriente nos seus tecidos.

No primeiro experimento (Dourados-MS – 2009), os teores de Zn se encontravam abaixo do intervalo considerado adequado por Malavolta et al. (2007), que é de 30 a 40 mg kg⁻¹ (Tabela 12). Entretanto, com exceção da cv. BRS Xiquexique, no segundo experimento de Dourados-MS, os teores de Zn das demais cultivares se enquadravam dentro da faixa de suficiência.

Tabela 12. Teores de zinco (mg kg⁻¹) nas folhas de cultivares de feijão-caupi, em cultivo consorciado com cultivares de milho e solteiro.

Cultivares de feijão-caupi	Sistema de cultivo			Média
	Variedade ¹	Híbrido ²	Solteiro	
Dourados 2009				
BRS Guariba	25,4	23,2	24,6	24,4
BRS Novaera	23,3	20,4	22,6	22,1
BRS Xiquexique	23,4	22,3	25,6	23,8
Média	24,0	22,0	24,3	
CV _{Parcela} (%)		17,5		
CV _{Subparcela} (%)		10,0		
Dourados 2010				
BRS Guariba	43,5	47,5	39,9	43,7
BRS Novaera	39,6	48,8	40,2	43,0
BRS Xiquexique	37,0	43,5	34,1	38,2
Média	40,0	46,6	38,1	
CV _{Parcela} (%)		23,5		
CV _{Subparcela} (%)		21,0		
Botucatu 2010				
BRS Guariba	48,4	51,3	43,2	47,6ab
BRS Novaera	49,3	61,7	46,6	52,5a
BRS Xiquexique	44,5	48,4	42,2	45,0b
Média	47,4AB	53,8A	44,0B	
CV _{Parcela} (%)		13,9		
CV _{Subparcela} (%)		12,7		

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹Variedade de milho BR 473. ²Híbrido simples de milho BRS 1030 em Dourados 2009 e BRS 1010 em Dourados e Botucatu em 2010.

É importante destacar que, de maneira geral, o cultivo em consórcio com cultivares de milho não influenciou negativamente os teores foliares da maioria dos nutrientes avaliados nas três cultivares de feijão-caupi. Tais resultados são indicativos de que a nutrição da cultura do feijão-caupi não é prejudicada pela consorciação, em faixas, com a cultura do milho, no período de safrinha.

No experimento de 2009, realizado em Dourados-MS, o número médio de dias para o florescimento do feijão-caupi foi menor que nos demais experimentos (Tabela 13). Este comportamento possivelmente relacionado às menores temperaturas registradas em 2010, para ambos os locais (Figura 1), visto que baixas temperaturas (<19 °C) ocasionam o retardamento do aparecimento de flores e o aumento do ciclo da cultura do feijão-caupi (ROBERTS et al., 1978; SUMMERFIELD et al., 1978; LITTLETON et al., 1979).

Tabela 13. Número médio de dias para a floração de cultivares de feijão-caupi, em cultivo consorciado com cultivares de milho e solteiro.

Cultivares de feijão-caupi	Sistema de cultivo			Média
	Variedade ¹	Híbrido ²	Solteiro	
Dourados 2009				
BRS Guariba	35	33	33	34
BRS Novaera	34	33	33	33
BRS Xiquexique	37	37	37	37
Média	35	34	34	
Dourados 2010				
BRS Guariba	54	53	55	54
BRS Novaera	53	53	53	54
BRS Xiquexique	57	57	56	57
Média	54	54	55	
Botucatu 2010				
BRS Guariba	57	56	55	56
BRS Novaera	57	56	55	56
BRS Xiquexique	60	60	58	59
Média	58	57	56	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹Variedade de milho BR 473. ²Híbrido simples de milho BRS 1030 em Dourados 2009 e BRS 1010 em Dourados e Botucatu em 2010.

Resultados de pesquisas demonstraram que a cv. BRS Xiquexique floresce em torno de 45 dias após a emergência (DAE), período este superior ao das demais

cultivares (BRS Guariba e BRS Novaera) que é de 41 DAE (EMBRAPA, 2009), isto se confirma nos dados obtidos para ambos os locais de cultivo (Tabela 13).

Em Dourados-MS, no ano de 2010, o florescimento médio das três cultivares de feijão-caupi foi aos 55 DAE, considerando-se 50% das parcelas floridas, e em Botucatu-SP, aos 57 DAE (Tabela 13). Dados semelhantes foram obtidos por Carvalho (1995), trabalhando com 10 cultivares de feijão-caupi, do banco de Germoplasma do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Ceará, verificou que as primeiras flores ocorriam em torno de 40 DAE e apresentavam 50% da floração aos 50 DAE.

Em Botucatu-SP, o período médio para o florescimento de todas as cultivares de feijão-caupi foi superior ao de Dourados-MS (Tabela 13), possivelmente em decorrência às condições climáticas locais, visto que Botucatu-SP apresenta temperaturas mais amenas, principalmente, menores valores de temperatura mínima (Figura 1). De acordo com Oliveira e Carvalho (1988); Watt et al. (1988), temperaturas noturnas baixas podem retardar a data de floração do feijão-caupi, assim como, seu ciclo de desenvolvimento pode ser prolongado.

O cultivo em consórcio não exerceu grande influência no número de dias para o florescimento, constatando-se que as condições locais exerceram maior influência sobre as cultivares de feijão-caupi do que o sistema de cultivo em que estas cultivares foram submetidas (Tabela 13).

O ciclo das cultivares de feijão-caupi encerrou-se em média aos 71, 82 e 85 DAE, respectivamente para Dourados, 2009 e Dourados e Botucatu em 2010 (Tabela 14).

Assim como o período para o florescimento, em Botucatu-SP, o ciclo das cultivares de feijão-caupi foram ligeiramente maiores do que em Dourados-MS, no ano de 2010 (Tabela 14). Contudo, considerando os dois anos de experimentação em Dourados-MS, verificou-se que no primeiro ano o ciclo da cultura foi em média 10 dias menor que no segundo ano. As temperaturas mais elevadas durante a condução do experimento em 2009 (Figura 1), provavelmente foi a responsável pela redução do ciclo. Segundo Dumet (2008), temperaturas frias durante a noite podem alongar o ciclo do feijão-caupi.

Tabela 14. Número médio de dias para a maturação de cultivares de feijão-caupi, em cultivo consorciado com cultivares de milho e solteiro.

Cultivares de feijão-caupi	Sistema de cultivo			Média
	Variedade ¹	Híbrido ²	Solteiro	
Dourados 2009				
BRS Guariba	71	70	71	71
BRS Novaera	70	70	71	70
BRS Xiquexique	73	73	73	73
Média	71	71	71	
Dourados 2010				
BRS Guariba	81	80	80	81
BRS Novaera	81	80	80	80
BRS Xiquexique	85	85	84	85
Média	82	82	82	
Botucatu 2010				
BRS Guariba	84	86	83	83
BRS Novaera	84	82	84	83
BRS Xiquexique	89	89	90	89
Média	86	85	86	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹Variedade de milho BR 473. ²Híbrido simples de milho BRS 1030 em Dourados 2009 e BRS 1010 em Dourados e Botucatu em 2010.

Em ambos os locais, a cv. BRS Xiquexique apresentou o maior ciclo e a BRS Guariba e BRS Novaera apresentaram datas de maturação inferiores e semelhantes (Tabela 14), o que está relacionado a características genéticas da própria cultivar.

Para a variável população final de plantas houve interação significativa entre os fatores (sistema de cultivo x cultivar), apenas no experimento de Dourados-MS, em 2009 (Tabela 15). Comparando-se os sistemas de cultivos, nota-se que as cultivares BRS Xiquexique e BRS Guariba apresentaram populações estatisticamente iguais nos sistemas consorciados, inferindo-se que para estas cultivares não houve efeito do tipo de cultivar de milho utilizada. Entretanto, em ambos os sistemas de cultivo, a cv. BRS Novaera proporcionou menores populações finais de plantas. Já no cultivo solteiro, as menores populações foram observadas para a cv. BRS Xiquexique. A cv. BRS Novaera, quando em consórcio com a variedade de milho, apresentou menor população de plantas que em consórcio com o híbrido. A maior altura média de plantas da variedade de milho BR 473 pode ter proporcionado um maior sombreamento sobre as fileiras de feijão-caupi, influenciando

negativamente o estabelecimento da população de plantas da cv. BRS Novaera. A cv. BRS Xiquexique possui porte semiprostrado e, possivelmente, encontrou no milho um tutor para o seu melhor desenvolvimento (Tabela 15). Santa Cecília e Vieira (1978), avaliando diferentes cultivares de feijão-comum, observaram o maior desenvolvimento em consórcio com o milho, das cultivares de feijão do tipo semitrepador do que as de tipo semiereto, de acordo com os mesmos autores, as plantas de feijão que apresentam este hábito de crescimento encontram no milho um ótimo tutor para o seu desenvolvimento.

Tabela 15. População final de plantas (plantas ha⁻¹) de cultivares de feijão-caupi, em cultivo consorciado com cultivares de milho e solteiro.

Cultivares de feijão-caupi	Sistema de cultivo			Média
	Variedade ¹	Híbrido ²	Solteiro	
Dourados 2009				
BRS Guariba	58.485aB	59.091abB	119.773aA	79.116
BRS Novaera	53.636bC	56.970bB	118.863aA	76.490
BRS Xiquexique	58.977aB	60.114aB	116.363bA	78.484
Média	57.033	58.724	118.834	
CV _{Parcela} (%)		1,3		
CV _{Subparcela} (%)		2,5		
Dourados 2010				
BRS Guariba	55.113	60.454	106.969	74.179
BRS Novaera	56.250	55.605	106.768	72.874
BRS Xiquexique	56.932	58.485	117.784	77.733
Média	56.098B	58.181B	110.507A	
CV _{Parcela} (%)		9,1		
CV _{Subparcela} (%)		5,8		
Botucatu 2010				
BRS Guariba	55.000	52.879	122.424	76.767
BRS Novaera	57.227	50.738	121.119	76.361
BRS Xiquexique	59.967	56.212	121.348	79.085
Média	57.308B	53.276B	121.630A	
CV _{Parcela} (%)		6,1		
CV _{Subparcela} (%)		3,8		

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹Variedade de milho BR 473. ²Híbrido simples de milho BRS 1030 em Dourados 2009 e BRS 1010 em Dourados e Botucatu em 2010.

Nos experimentos conduzidos em 2010, nota-se efeito significativo apenas do sistema de cultivo utilizado, onde estes se comportaram de forma semelhante, em

ambos os locais de estudo (Tabela 15). Independente da cultivar de feijão-caupi utilizada, a maior população final de plantas em todos os locais de condução do experimento foi no sistema de cultivo solteiro, fato este esperado, visto que a população em consórcio quase sempre é reduzida pela metade ou mais, devido ao menor número de fileiras da cultura na área.

O número de vagens por planta de feijão-caupi foi influenciado pela cultivar e pelo sistema de cultivo no primeiro experimento de Dourados-MS, e pela cultivar no segundo experimento de Dourados-MS (Tabela 16). No ano de 2009, o cultivo solteiro proporcionou o maior número de vagens por plantas. Vieira (1985) afirma que o número de vagens por planta decresce com a redução da densidade de fluxo radiante.

Quanto ao efeito do cultivar utilizado, verifica-se que em ambos os experimentos realizados em Dourados, os maiores valores foram observados na cv. BRS Xiquexique (Tabela 16); contudo, diferindo apenas da cv. BRS Guraíba, no ano de 2009, e da cv. BRS Novaera, em 2010. Esta variável, provavelmente para a cv. BRS Xiquexique, esta mais relacionada a características genéticas do que a condições climáticas e de solo. O menor número de vagens na cv. BRS Novaera, no segundo experimento de Dourados-MS, pode estar relacionado à sua maior susceptibilidade, em relação às demais cultivares, ao ataque de pulgões e ao mosaico severo do feijão-caupi (*Cowpea aphid-borne mosaic virus*). De acordo com Summerfield et al. (1985), além de fatores genéticos, contribuem para uma baixa eficiência da cultura, no tocante à relação vagens/flores, fatores como: estresse hídrico, excesso de adubação fosfatada, temperaturas elevadas (durante à noite), pouca luminosidade (em decorrência de elevadas densidades de plantio e quando em consórcio) e fotoperíodo inadequado, bem como fatores bióticos (pragas e doenças).

Tabela 16. Número médio de vagens por planta de cultivares de feijão-caupi, em cultivo consorciado com cultivares de milho e solteiro.

Cultivares de feijão-caupi	Sistema de cultivo			Média
	Variedade ¹	Híbrido ²	Solteiro	
Dourados 2009				
BRS Guariba	7,6	7,3	9,1	8,0b
BRS Novaera	8,6	9,1	10,2	9,3a
BRS Xiquexique	9,2	8,1	11,0	9,4a
Média	8,5B	8,2B	10,1A	
CV _{Parcela} (%)		7,1		
CV _{Subparcela} (%)		10,2		
Dourados 2010				
BRS Guariba	7,7	7,8	9,8	8,4a
BRS Novaera	6,4	6,5	7,1	6,7b
BRS Xiquexique	8,6	8,3	9,4	8,8a
Média	7,5	7,5	8,7	
CV _{Parcela} (%)		17,5		
CV _{Subparcela} (%)		16,0		
Botucatu 2010				
BRS Guariba	7,9	8,2	6,6	7,6
BRS Novaera	8,5	9,1	7,6	8,4
BRS Xiquexique	8,2	8,9	6,3	7,9
Média	8,2	8,7	6,8	
CV _{Parcela} (%)		36,8		
CV _{Subparcela} (%)		15,1		

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹Variedade de milho BR 473. ²Híbrido simples de milho BRS 1030 em Dourados 2009 e BRS 1010 em Dourados e Botucatu em 2010.

Quanto ao comprimento médio de vagens, houve efeito o sistema de cultivo, no experimento realizado em Dourados-MS, no ano de 2009, da cultivar, nos dois experimentos de Dourados-MS, e da interação entre os sistemas de cultivo e as cultivares de feijão-caupi, no experimento de Botucatu-SP (Tabela 17). Em Dourados-MS, no ano de 2009, o maior comprimento de vagens foi obtido em cultivo solteiro, sendo este estatisticamente diferente apenas do consórcio com a variedade de milho BR 473. Além disso, as cultivares BRS Guariba e BRS Xiquexique apresentaram vagens mais compridas que a BRS Novaera, em ambos os experimentos conduzidos em Dourados-MS.

Tabela 17. Comprimento médio de vagens (cm) de cultivares de feijão-caupi, em cultivo consorciado com cultivares de milho e solteiro.

Cultivares de feijão-caupi	Sistema de cultivo			Média
	Variedade ¹	Híbrido ²	Solteiro	
Dourados 2009				
BRS Guariba	19,6	20,2	20,3	20,0a
BRS Novaera	17,4	17,6	17,8	17,6b
BRS Xiquexique	20,4	20,5	21,1	20,5a
Média	19,1B	19,4AB	19,7A	
CV _{Parcela} (%)		1,7		
CV _{Subparcela} (%)		2,6		
Dourados 2010				
BRS Guariba	19,7	18,6	20,2	19,5a
BRS Novaera	18,7	16,9	16,7	17,4b
BRS Xiquexique	20,2	20,2	19,2	19,9a
Média	18,9	19,2	18,7	
CV _{Parcela} (%)		8,3		
CV _{Subparcela} (%)		5,3		
Botucatu 2010				
BRS Guariba	19,1bB	19,4aAB	20,1aA	19,5
BRS Novaera	18,0cA	17,6bA	17,5bA	17,7
BRS Xiquexique	20,1aA	20,1aA	20,1aA	20,1
Média	19,1	19,0	19,2	
CV _{Parcela} (%)		2,7		
CV _{Subparcela} (%)		2,4		

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹Variedade de milho BR 473. ²Híbrido simples de milho BRS 1030 em Dourados 2009 e BRS 1010 em Dourados e Botucatu em 2010.

Em Botucatu-SP, apesar das interações significativas, de maneira geral, a cv. BRS Novaera também apresentou menores valores de comprimento de vagens, em todos os sistemas de cultivo e nos dois locais (Tabela 17). O consórcio da cv. BRS Guariba com a variedade de milho proporcionou menor comprimento de vagens em relação as demais cultivares de feijão-caupi. Considerando que as folhas da variedade de milho são mais planas do que as do híbrido, isto pode ter proporcionado pequeno decréscimo no comprimento das vagens, visto que folhas mais planas dificultam a penetração de luz para a cultura do feijão-caupi. Esses dados confirmam os relatos de feitas por Bezerra Neto et al. (1979), que comparou o comportamento de 10 cultivares de feijão-comum em consórcio com cultivares de milho de porte baixo e folhas normais, porte e folhas normais e porte normal e folhas eretas, e

constatou que a cultivar de milho de porte normal e folhas eretas levou a maiores valores dos componentes de produção e da produtividade do feijão, possivelmente, a cultivar de milho com folhas normais permitiu a menor penetração de luz.

De maneira geral, em todos os locais de pesquisa, as cultivares BRS Xiquexique e BRS Guariba apresentaram maiores comprimentos médios de vagens (Tabela 17). Os valores obtidos para a cv. BRS Xiquexique são semelhantes aos encontrados por Oliveira et al. (2009); entretanto, os valores obtidos pelo mesmo autor para as cultivares BRS Novaera e BRS Guariba são inferiores aos encontrados nesta pesquisa.

O número médio de grãos por vagem do feijão-caupi foi influenciado significativamente apenas pela cultivar utilizada, nos três experimentos (Tabela 18). De maneira geral, os maiores valores foram observados na cv. BRS Xiquexique, seguidos dos da cv. BRS Guariba. Esta variável apresenta alta herdabilidade genética, sendo pouco influenciada pelo ambiente, além disso, esta característica geralmente não apresenta correlação com a produtividade (ANDRADE et al., 1998). Sampaio et al. (2006) observaram que as linhagens do tipo semiereto e ereto apresentaram em média de 15,1 à 11,6 grãos por vagem, valores semelhantes aos encontrados nesta pesquisa. Teixeira et al. (2006), avaliando 22 genótipos, observaram que as linhagens que se destacaram em número de grãos por vagem foram TVX5059-09C-02 e IT82G-9, ambas com valores de 11,3. O número de grãos por vagens encontrados neste trabalho são superiores aos encontrados por Ceccon et al. (2009), em Dourados-MS. Oliveira et al. (2009) avaliando à inoculação com rizóbio, no semi-árido do estado do Piauí, e nas mesmas cultivares de feijão-caupi utilizadas neste estudo, obtiveram menores valores para o número de grãos por vagens para as três cultivares.

Tabela 18. Número médio de grãos por vagem de cultivares de feijão-caupi, em cultivo consorciado com cultivares de milho e solteiro.

Cultivares de feijão-caupi	Sistema de cultivo			Média
	Variedade ¹	Híbrido ²	Solteiro	
Dourados 2009				
BRS Guariba	13,7	13,8	12,8	13,4b
BRS Novaera	11,4	10,8	11,6	11,2c
BRS Xiquexique	15,7	15,6	16,3	15,8a
Média	13,6	13,4	13,6	
CV _{Parcela} (%)		5,1		
CV _{Subparcela} (%)		4,0		
Dourados 2010				
BRS Guariba	13,0	12,5	13,4	13,0a
BRS Novaera	10,2	12,2	10,5	11,0b
BRS Xiquexique	14,0	14,2	13,9	14,0a
Média	12,4	13,0	12,6	
CV _{Parcela} (%)		12,9		
CV _{Subparcela} (%)		8,5		
Botucatu 2010				
BRS Guariba	12,9	12,8	12,9	12,9b
BRS Novaera	9,9	10,6	9,9	10,1c
BRS Xiquexique	14,7	15,1	15,0	15,0a
Média	12,6	12,6	12,8	
CV _{Parcela} (%)		2,7		
CV _{Subparcela} (%)		6,6		

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹Variedade de milho BR 473. ²Híbrido simples de milho BRS 1030 em Dourados 2009 e BRS 1010 em Dourados e Botucatu em 2010.

A massa média de grãos por vagens sofreu efeito somente da interação entre o sistema de cultivo e as cultivares de feijão-caupi, no experimento realizado em Dourados-MS, em 2009 (Tabela 19). A cv. BRS Novaera, quando em consórcio com o híbrido de milho teve decréscimos na massa média de vagens em relação ao cultivo solteiro. A maior massa média obtida foi em cultivo solteiro evidenciando que, quando em consórcio, esta cultivar apresenta menor massa média de grãos. Em cultivo solteiro houve diferenças significativas entre as variedades de feijão-caupi, onde a maior massa média foi observada para a cv. BRS Novaera (3,5 g), que diferiu significativamente da cv. BRS Guariba (2,7 g).

Tabela 19. Massa média de grãos por vagem (g) de cultivares de feijão-caupi, em cultivo consorciado com cultivares de milho e solteiro.

Cultivares de feijão-caupi	Sistema de cultivo			Média
	Variedade ¹	Híbrido ²	Solteiro	
Dourados 2009				
BRS Guariba	2,9aA	2,9aA	2,7bA	2,8
BRS Novaera	3,0aAB	2,9aB	3,5aA	3,2
BRS Xiquexique	2,7aA	2,9aA	3,0abA	2,9
Média	2,9	2,9	3,1	
CV _{Parcela} (%)		9,6		
CV _{Subparcela} (%)		11,0		
Dourados 2010				
BRS Guariba	2,5	2,5	2,6	2,5
BRS Novaera	1,9	2,5	2,4	2,3
BRS Xiquexique	2,6	2,3	2,5	2,4
Média	2,3	2,4	2,5	
CV _{Parcela} (%)		21,6		
CV _{Subparcela} (%)		17,0		
Botucatu 2010				
BRS Guariba	2,1	2,1	2,2	2,1
BRS Novaera	2,3	2,2	2,1	2,1
BRS Xiquexique	2,1	2,3	2,2	2,2
Média	2,2	2,1	2,2	
CV _{Parcela} (%)		6,0		
CV _{Subparcela} (%)		5,8		

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹Variedade de milho BR 473. ²Híbrido simples de milho BRS 1030 em Dourados 2009 e BRS 1010 em Dourados e Botucatu em 2010.

A massa média da vagem sem os grãos sofreu efeito da interação, nos experimentos de Dourados-MS (Tabela 20). Em Botucatu não houve efeito dos fatores estudados sobre essa variável. Em 2009, a cv. BRS Guariba apresentou menor massa média da casca de vagem quando em consórcio, porém, a cv. BRS Novaera apresentou redução em seus valores apenas quando em consórcio com o híbrido de milho. Diferentemente do observado para as outras cultivares, a cv. BRS Xiquexique apresentou menor massa média de vagens sem grãos no cultivo solteiro. No consórcio com a variedade de milho, a cv. BRS Guariba apresentou menores valores de massa média da vagem sem os grãos. Quando o sistema de consorciação envolveu o uso do híbrido de milho, o maior valor dessa variável foi observado

para a cv. BRS Xiquexique, porém, no sistema de cultivo solteiro não houve diferença entre as cultivares.

No experimento conduzido em Dourados, no ano de 2010, a cv. BRS Novaera apresentou menor massa média da vagem sem os grãos que as demais cultivares, quando em consórcio com a variedade de milho (Tabela 20). No monocultivo, a cv. BRS Guariba proporcionou os maiores valores. Além disso, a cv. BRS Novaera foi negativamente influenciada pela consorciação com a variedade de milho BR 473.

Tabela 20. Massa média da vagem sem os grãos (g) de cultivares de feijão-caupi, em cultivo consorciado com cultivares de milho e solteiro.

Cultivares de feijão-caupi	Sistema de cultivo			Média
	Variedade ¹	Híbrido ²	Solteiro	
Dourados 2009				
BRS Guariba	0,5bB	0,4bB	0,7aA	0,5
BRS Novaera	0,7aA	0,3bB	0,6aA	0,5
BRS Xiquexique	0,7aA	0,8aA	0,5aB	0,7
Média	0,5	0,6	0,6	
CV _{Parcela} (%)		13,0		
CV _{Subparcela} (%)		18,9		
Dourados 2010				
BRS Guariba	0,7aA	0,7aA	0,7aA	0,7
BRS Novaera	0,4bB	0,6aA	0,5bAB	0,5
BRS Xiquexique	0,6aA	0,6aA	0,5bA	0,6
Média	0,6	0,6	0,6	
CV _{Parcela} (%)		20,2		
CV _{Subparcela} (%)		14,8		
Botucatu 2010				
BRS Guariba	0,7	0,7	0,7	0,7
BRS Novaera	0,7	0,7	0,7	0,7
BRS Xiquexique	0,6	0,7	0,7	0,7
Média	0,7	0,7	0,7	
CV _{Parcela} (%)		11,7		
CV _{Subparcela} (%)		9,3		

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹Variedade de milho BR 473. ²Híbrido simples de milho BRS 1030 em Dourados 2009 e BRS 1010 em Dourados e Botucatu em 2010.

A massa média de cem grãos não sofreu efeito do sistema de cultivo, em nenhum dos experimentos, porém, foi afetada pela cultivar utilizado (Tabela 21). A cv.

BRS Novaera apresentou a maior massa média de cem grãos, seguida das cultivares BRS Guariba e BRS Xiquexique, esta com a menor massa média.

Tabela 21. Massa média de cem grãos (g) de cultivares de feijão-caupi, em cultivo consorciado com cultivares de milho e solteiro.

Cultivares de feijão-caupi	Sistema de cultivo			Média
	Variedade ¹	Híbrido ²	Solteiro	
Dourados 2009				
BRS Guariba	15,6	15,5	15,6	15,6b
BRS Novaera	17,4	17,3	18,0	17,6a
BRS Xiquexique	14,1	14,1	14,1	14,1c
Média	15,7	15,7	15,9	
CV _{Parcela} (%)	9,9			
CV _{Subparcela} (%)	14,1			
Dourados 2010				
BRS Guariba	15,6	15,5	15,6	15,6b
BRS Novaera	17,4	17,3	18,0	17,6a
BRS Xiquexique	14,1	14,1	14,1	14,1c
Média	15,7	15,7	15,9	
CV _{Parcela} (%)	1,7			
CV _{Subparcela} (%)	5,0			
Botucatu 2010				
BRS Guariba	14,7	15,2	14,4	14,8b
BRS Novaera	19,4	19,7	19,4	19,4a
BRS Xiquexique	12,7	12,5	12,4	12,5c
Média	15,7	15,8	15,4	
CV _{Parcela} (%)	4,0			
CV _{Subparcela} (%)	3,6			

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹Variedade de milho BR 473. ²Híbrido simples de milho BRS 1030 em Dourados 2009 e BRS 1010 em Dourados e Botucatu em 2010.

Os resultados semelhantes nos diferentes locais de cultivo levam a crer que esta variável está relacionada às características genéticas de cada cultivar, não sendo influenciada pelo sistema de cultivo. De acordo com Corrêa et al. (2009), esta variável apresenta grande estabilidade, sendo pouco influenciada por diferenças no ambiente de produção. Resultados semelhantes foram obtidos por Távora et al. (1988) e Rando e Quintanilha (1990), consorciando feijão-caupi com mamona, por Souza et al. (2004), em feijão-caupi consorciado com milho. Cardoso et al. (2009), avaliando os componentes da

produção e a produtividades de grãos secos de cultivares de feijão-caupi, sob irrigação, obteve resultados similares aos encontrados para as cultivares BRS Novaera e BRS Xiquexique.

A produtividade de grãos do feijão-caupi foi influenciada pela interação entre sistemas de cultivo e cultivares, em os ambos locais e anos de pesquisa (Tabela 22). De maneira geral, como era de se esperar, as maiores produtividades foram obtidas no sistema de monocultivo.

Tabela 22. Produtividade de grãos (kg ha^{-1}) de cultivares de feijão-caupi, em cultivo consorciado com cultivares de milho e solteiro.

Cultivares de feijão-caupi	Sistema de cultivo			Média
	Variedade ¹	Híbrido ²	Solteiro	
Dourados 2009				
BRS Guariba	632bB	652aB	1.465bA	916
BRS Novaera	744aB	635aB	1.756aA	1.045
BRS Xiquexique	675abB	651aB	965cA	764
Média	684	646	1395	
CV _{Parcela} (%)		7,9		
CV _{Subparcela} (%)		6,7		
Dourados 2010				
BRS Guariba	563aB	570aB	1.231aA	787
BRS Novaera	434aB	390aB	779bA	534
BRS Xiquexique	674aB	651aB	1.454aA	926
Média	557	537	1155	
CV _{Parcela} (%)		14,8		
CV _{Subparcela} (%)		21,9		
Botucatu 2010				
BRS Guariba	674aB	591aB	1.180aA	815
BRS Novaera	637aB	565aB	1.164aA	789
BRS Xiquexique	715aB	789aAB	1.150aA	885
Média	676	648	1.165	
CV _{Parcela} (%)		25,4		
CV _{Subparcela} (%)		10,4		

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹Variedade de milho BR 473. ²Híbrido simples de milho BRS 1030 em Dourados 2009 e BRS 1010 em Dourados e Botucatu em 2010.

No primeiro experimento, a cv. BRS Novaera foi mais produtiva que as demais no sistema de monocultivo e em consórcio com a variedade de milho (Tabela 22). No consórcio com o híbrido de milho, as cultivares de feijão-caupi não diferiram entre si

quanto a produtividade de grãos. Contrariamente, no segundo experimento realizado em Dourados-MS, a cv BRS Novaera, foi a menos produtiva no sistema solteiro, e semelhante à demais nos sistemas de consórcios. No experimento de Botucatu-SP, todas as cultivares de feijão-caupi se comportaram de maneira semelhante quanto a produtividade de grãos, tanto em consórcio quanto em monocultivo.

Todas as cultivares de feijão-caupi (Tabela 22), independentemente do sistema (solteiro ou consórcio) e local de cultivo, apresentaram produtividades superiores a média nacional, que é de 366 kg ha⁻¹ (IBGE, 2008). Entretanto, nota-se que em Dourados-MS, no ano de 2010, a produtividade da cv. BRS Novaera, em cultivo solteiro foi reduzida em mais de 55% em relação à safra anterior, possivelmente devido à sua maior suscetibilidade ao ataque de pulgões que transmitiram as plantas o mosaico severo do feijão-caupi, onde estas apresentavam intenso nanismo, afetando, principalmente o número de vagens por planta e de grãos por vagem (Tabelas 16 e 18). Estudos conduzidos por Gonçalves e Lima (1982), em casa de vegetação, revelaram que em função da idade da planta infectada com o vírus a produção pode ser reduzida em até 81%. Apesar da relativa escassez de chuvas, especialmente durante a fase final de condução do primeiro experimento em Dourados-MS (Figura 1), esta não influenciou a produtividade de grãos do feijão-caupi, devido ao fato de que até a fase de florescimento da cultura não houve estresse hídrico, as plantas de milho podem ter proporcionado um microclima favorável ao feijão-caupi, já que em condições de escassez de chuvas, o solo onde se encontram as plantas de milho mantém-se úmido por mais tempo do que o cultivado com feijão em monocultivo (PORTES et al. 1988).

A cv. BRS Xiquexique, apesar de ter sido a menos produtiva em monocultivo, no primeiro experimento, alcançou elevadas produtividades no cultivo consorciado (Tabela 22). Tais resultados são discordantes de Francis (1979) e Santos (2007), que afirmam que a produtividade de cultivares de feijão em monocultivo é o principal fator que determinam o seu desempenho no consórcio.

O tipo de cultivar de milho utilizado no consórcio não afetou a produtividade média de grãos das cultivares de feijão-caupi (Tabela 22), portanto, assim como constatado por Andrade et al. (1974), Ramalho et al. (1984), Vieira (1999a) e Santos (2007), o

porte mais alto da variedade de milho não influenciou de forma negativa a produtividade dos cultivares de feijão-caupi.

No experimento de Dourados, no ano de 2009, a cv. BRS Guariba quando em consórcio com o milho BR 473 e BRS 1030, obteve redução média de 56,9% e 55,4%, respectivamente, na produtividade de grãos (Tabela 22), já a cv. BRS Novaera apresentou as maiores reduções de produtividade, sendo 57% em consórcio com a variedade BR 473 e 63,8% com o híbrido BRS 1030. Apesar de apresentar a menor produtividade em monocultivo, a cv. BRS Xiquexique foi a que obteve a maior estabilidade produtiva em consórcio, pois sofreu decréscimo de 30% quando em cultivo consorciado com a variedade BR 473 e 32,5% quando com o híbrido BRS 1030, em comparação com o sistema solteiro. A redução da produtividade em consórcio é consequência da menor quantidade de plantas de feijão-caupi por hectare (Tabela 15). A diminuição da produtividade em sistemas consorciados também foi relatada por Ramalho et al. (1985), que observaram uma redução média de 58% na produtividade dos feijoeiros consorciados com milho, quando comparados ao monocultivo. Coelho et al. (1984) observaram reduções na produtividade do feijoeiro na ordem de 66%. Já Cruz et al. (1984), verificaram reduções de 84 e 70% na produtividade do feijoeiro, quando em consórcio.

No segundo experimento de Dourados-MS, as menores reduções na produtividade de grãos (44% e 50%) em relação ao monocultivo, foram observadas na cv. BRS Novaera, respectivamente, quando em consórcio com o milho variedade BR 473 e com o híbrido BRS 1010 (Tabela 22). Nas cultivares BRS Guariba e BRS Xiquexique, a redução de produtividade proporcionada pelo consórcio, em relação ao cultivo solteiro, foi em média de 54%. Em Botucatu-SP, o cultivo consorciado levou a uma redução média na produtividade de grãos das cultivares de feijão-caupi, da ordem de 43% em relação ao cultivo solteiro.

Távora et al. (2007) avaliou o consórcio de milho com feijão-caupi, onde este foi semeado na entrelinha do milho, obtendo 267 kg ha⁻¹ para o feijão-caupi em consórcio, valor bem abaixo dos obtidos neste trabalho em cultivo consorciado, provavelmente devido à maior competição entre as espécies, provocada pela semeadura em fileiras intercalares. Costa e Marinho (2000), estudando diferentes arranjos no consórcio milho e feijão-caupi, constataram que os maiores decréscimos na produção do feijão-caupi foram no

cultivo intercalar (1 fileira de milho x 1 fileira de feijão-caupi) e os melhores arranjos foram em cultivo em faixa (1 fileira de milho x 3 fileiras de feijão-caupi). Serpa et al. (1981) comparou o sistema de cultivo consorciado (sistema tradicional com fileiras intercalares), com o sistema de faixas alternadas, com quatro fileiras de milho e quatro fileiras de feijão-comum, sendo que este se equiparou ao consórcio intercalar de milho com feijão, na época “da seca” e foi superior ao consórcio intercalar de milho com feijão, na época “das águas”.

A queda da produtividade em consórcio de milho com feijão com fileiras alternadas (1 fileira milho x 1 fileira de feijão) ou até mesmo com arranjos como duas fileiras de milho x duas fileiras de feijão, em relação a quatro fileiras de milho x quatro fileiras de feijão, provavelmente é em decorrência da proximidade entre as fileiras de milho, que ocasiona maior competição entre as espécies, especialmente por fatores inerentes à distribuição e absorção da radiação solar e funcionamento do metabolismo fotossintético, tendo como consequência redução na produtividade de grãos. A semeadura de quatro fileiras de milho intercaladas com quatro fileiras de feijão é vantajosa, pelo maior espaçamento lateral que proporciona maior luminosidade à cultura do feijão e menor competição por nutrientes e água com a cultura do milho, podendo amenizar a redução de produtividade de grãos do feijão.

O arranjo de plantas, com quatro fileiras de feijão-caupi intercaladas com quatro fileiras de milho, pode ter tornado o ambiente menos competitivo por recursos ambientais para ambas as culturas. É possível, que o sombreamento do milho sobre os feijoeiros não tenha sido fotossinteticamente restritivo e, que até tenha tido efeitos positivos, principalmente, sobre as relações hídricas desta última, reduzindo a evaporação direta da água do solo e possibilitando condições para manutenção dos estômatos abertos por mais tempo, mesmo em períodos mais quentes do dia, com maior eficiência na absorção de água e nutrientes e no metabolismo do aparato fotossintético.

No primeiro ano de experimento, o teor de proteína bruta nos grãos do feijão-caupi foi influenciado significativamente apenas pela cultivar utilizada (Tabela 23). O maior teor foi observado nos grãos da cv. BRS Xiquexique, seguida da cv. BRS Guariba.

Em 2010, para ambos os locais de cultivo houve interação entre os fatores estudados para a os teores de proteína nos grãos do feijão-caupi (Tabela 23). Em Dourados-MS, no ano de 2010, a cv. BRS Xiquexique produziu grãos com menor teor de

proteína, quando em consórcio com o milho híbrido BRS 1010, porém, as demais cultivares não foram significativamente influenciadas. Independentemente do sistema de cultivo, as cultivares não diferiram entre si. Contrariamente, no experimento de Botucatu-SP, as cultivares de feijão-caupi diferiram estatisticamente entre si, no cultivo solteiro, sendo o maior teor de proteína foi observado na cv. BRS Guariba. Todavia, esta cultivar, quando em consórcio com a variedade de milho BR 473, apresentou redução significativa nos valores dessa variável (Tabela 23). Lajolo et al. (1996) afirmaram que o teor de proteína nos grãos do feijoeiro é variável de acordo com o local de cultivo, as condições climáticas e a própria cultivar.

Tabela 23. Teores de proteína bruta (%) em grãos de cultivares de feijão-caupi, em cultivo consorciado com cultivares de milho e solteiro.

Cultivares de feijão-caupi	Sistema de cultivo			Média
	Variedade ¹	Híbrido ²	Solteiro	
Dourados 2009				
BRS Guariba	21,1	21,2	20,3	20,8ab
BRS Novaera	20,3	19,7	20,3	20,1b
BRS Xiquexique	21,3	22,0	20,8	21,4a
Média	20,9	20,9	20,4	
CV _{Parcela} (%)		3,4		
CV _{Subparcela} (%)		5,3		
Dourados 2010				
BRS Guariba	24,1aA	17,4aA	21,3aA	21,0
BRS Novaera	24,3aA	26,1aA	21,1aA	22,3
BRS Xiquexique	23,8aAB	17,0aB	26,1aA	23,8
Média	24,4	20,2	22,8	
CV _{Parcela} (%)		20,8		
CV _{Subparcela} (%)		22,8		
Botucatu 2010				
BRS Guariba	21,2aB	21,5aAB	23,2aA	22,0
BRS Novaera	20,8aA	21,3aA	21,1bA	21,1
BRS Xiquexique	20,0aA	20,3aA	20,7bA	20,5
Média	20,7	21,1	21,5	
CV _{Parcela} (%)		4,8		
CV _{Subparcela} (%)		4,8		

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹Variedade de milho BR 473. ²Híbrido simples de milho BRS 1030 em Dourados 2009 e BRS 1010 em Dourados e Botucatu em 2010.

Os teores de proteína encontrados variaram de 17,4% a 26,1% (Tabela 23). Maia (2000) também observou teores de proteínas nos grãos do feijão-caupi variando de 19,5% a 26,1%. Os teores obtidos nesta pesquisa também são semelhantes aos encontrados em outras cultivares de feijão-caupi desenvolvidas e cultivadas em outras partes do mundo (ENEBO, 1995; HUSSAIN e BASAHY, 1998; PREET e PUNIA, 2000; GIAMI et al., 2001).

6.2 Cultura do milho

No primeiro experimento de Dourados-MS, houve interação entre os fatores estudados (Tabela 24). A variedade de milho BR 473 comportou-se de maneira semelhante quanto ao IRC, independentemente do sistema de cultivo a que foi submetida. Porém, o híbrido BRS 1030, quando em cultivo consorciado com a cv. BRS Guariba de feijão-caupi apresentou valores de IRC estatisticamente menor do que quando em cultivo solteiro ou consorciado com a cv. BRS Xiquexique. Destaca-se que o cultivo solteiro ou o consórcio com a cultivar de feijão-caupi menos produtiva proporcionou os maiores valores de IRC nas folhas do híbrido de milho. As cultivares BRS Guariba e BRS Novaera, provavelmente, por terem alcançado maiores produtividades nesse experimento, competiram mais fortemente com o híbrido por água, nutrientes e luz do que a cv. BRS Xiquexique, ocasionando decréscimos no IRC. Com exceção do cultivo em consórcio com o feijão-caupi cv. BRS Guariba, a variedade de milho apresentou menores valores de IRC que o híbrido (Tabela 24).

Em Dourados-MS, no ano de 2010, o IRC nas folhas do milho não foi afetado pelos tratamentos (Tabela 24). No experimento de Botucatu-SP, a variedade de milho também apresentou IRC menor que o híbrido. Argenta et al. (2002a) afirmam que o teor relativo de clorofila na folha de milho está altamente associado com a produtividade de grãos. Assim, os maiores valores de IRC do híbrido pode estar relacionado com o seu maior potencial produtivo, em comparação com a variedade.

Os valores de IRC obtidos em Botucatu-SP estão acima do indicado por Malavolta et al. (1997), possivelmente a melhor distribuição de chuvas e temperaturas mais amenas favoreceram o maior desenvolvimento das plantas de milho, elevando os IRC

(Figura 1). Contudo, os valores observados nos experimentos de Dourados-MS, estão dentro da faixa relatada com a adequada (45-48) por Malavolta et al. (1997) e valores semelhantes foram obtidos por Ceccon et al. (2010), para o híbrido BRS 1010, em consórcio com braquiárias.

Tabela 24. Índice relativo de clorofila nas folhas de cultivares de milho, em cultivo consorciado com cultivares de feijão-caupi e solteiro.

Análise de variância com cultivares de milho duplo e solteiro.			
Sistema de cultivo	Cultivares de milho		Média
	Variedade ¹	Híbrido ²	
Dourados 2009			
BRS Guariba	42,9aA	42,0bA	42,4
BRS Novaera	40,3aB	46,8abA	43,6
BRS Xiquexique	41,1aB	50,0aA	45,7
Solteiro	44,3aB	53,9aA	49,1
Média	42,2	48,3	
CV _{Parcela} (%)		7,8	
CV _{Subparcela} (%)		5,5	
Dourados 2010			
BRS Guariba	44,4	47,4	45,7
BRS Novaera	44,6	46,6	45,6
BRS Xiquexique	45,3	46,8	46,1
Solteiro	44,7	45,3	45,0
Média	44,7	46,5	
CV _{Parcela} (%)		5,4	
CV _{Subparcela} (%)		6,6	
Botucatu 2010			
BRS Guariba	51,5	54,7	52,8
BRS Novaera	51,2	54,5	52,9
BRS Xiquexique	52,3	55,6	54,0
Solteiro	52,4	55,3	53,9
Média	51,9B	54,9A	
CV _{Parcela} (%)		2,9	
CV _{Subparcela} (%)		2,6	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹Variedade de milho BR 473. ²Híbrido simples de milho BRS 1030 em Dourados 2009 e BRS 1010 em Dourados e Botucatu em 2010.

Na Tabela 25, encontram-se os teores de N nas folhas das cultivares de milho em cultivo solteiro ou consorciado com cultivares de feijão-caupi. Observa-se que em Dourados-MS houve interação entre os sistemas de cultivo e cultivares de milho, já em Botucatu-SP, não houve efeitos dos fatores estudados.

Tabela 25. Teores de nitrogênio (g kg^{-1}) nas folhas de cultivares de milho, em cultivo consorciado com cultivares de feijão-caupi e solteiro.

Consorciação com cultivares de milho duplo e solteiro.			
Sistema de cultivo	Cultivares de milho		Média
	Variedade ¹	Híbrido ²	
Dourados 2010			
BRS Guariba	35,2abA	36,0aA	35,6
BRS Novaera	33,9bA	32,8aA	33,4
BRS Xiquexique	34,6bA	31,9aA	33,3
Solteiro	39,2aA	33,7aB	36,5
Média	35,1	34,3	
CV _{Parcela} (%)		15,5	
CV _{Subparcela} (%)		5,9	
Botucatu 2010			
BRS Guariba	27,1	29,7	28,4
BRS Novaera	28,9	30,2	29,6
BRS Xiquexique	27,6	28,3	28,0
Solteiro	27,0	30,1	28,6
Média	27,7	29,6	
CV _{Parcela} (%)		9,1	
CV _{Subparcela} (%)		9,3	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹Variedade de milho BR 473. ²Híbrido simples de milho BRS 1010.

Em Dourados-MS, o híbrido de milho BRS 1010 comportou-se diferentemente da variedade de milho, não apresentando diferenças em função do sistema de cultivo a que foi submetido (Tabela 25), enquanto a variedade apresentou no cultivo solteiro teores de N superiores os observados no consórcio com as cultivares de feijão-caupi BRS Novaera e BRS Guariba. Além disso, quando em monocultivo, a variedade de milho BR 473 apresentou teor de N nas folhas maiores que o híbrido BRS 1010.

Os teores de N foliar obtidos em Dourados-MS, estão acima dos considerados adequados ($27,5\text{-}32,5 \text{ g kg}^{-1}$) por Büll (1993) e Malavolta et al. (1997), porém, de acordo com a relatada por Cantarella et al. (1997) (Tabela 25). Já em Botucatu-SP os teores

observados estão de acordo com os preconizados pelos referidos autores. Os maiores teores de N encontrados no experimento de Dourados-MS, possivelmente são decorrentes do maior pH e da maior quantidade de matéria orgânica no solo (Tabela 1), que pode ter favorecido a maior disponibilidade do nutriente para a cultura do milho. Sabe-se que os efeitos benéficos da matéria orgânica (fornecimento de nutrientes, efeitos físicos no solo e ativação da microflora) proporcionam grandes benefícios às plantas (MALAVOLTA, 1972).

Os teores de P nas folhas da cultura do milho não foram influenciados pelos fatores estudados (Tabela 26). Neste estudo não se verificou a influência do N sobre o aumento da absorção de P, como foi observado por Terman e Noggle (1973). Entretanto, os maiores teores de P em Dourados-MS podem ter sofrido influência do pH mais elevado. De acordo com Malavolta et al. (1997), pH próximos a 6,0 favorecem a maior absorção deste nutriente pela planta. Os teores foliares de P, em ambos os experimentos estavam abaixo das faixas de suficiência indicadas por Büll (1993), Malavolta et al. (1997) e Cantarella et al. (1997) (Tabela 26).

Tabela 26. Teores de fósforo (g kg^{-1}) nas folhas de cultivares de milho, em cultivo consorciado com cultivares de feijão-caupi e solteiro.

com cultivares de milho: duplo e solteiro.			
Sistema de cultivo	Cultivares de milho		Média
	Variedade ¹	Híbrido ²	
Dourados 2010			
BRS Guariba	1,6	1,5	1,6
BRS Novaera	1,6	1,5	1,6
BRS Xiquexique	1,6	1,6	1,6
Solteiro	1,5	1,7	1,6
Média	1,6	1,6	
CV _{Parcela} (%)		5,4	
CV _{Subparcela} (%)		8,1	
Botucatu 2010			
BRS Guariba	1,5	1,4	1,5
BRS Novaera	1,4	1,4	1,4
BRS Xiquexique	1,4	1,4	1,4
Solteiro	1,5	1,4	1,4
Média	1,5	1,4	
CV _{Parcela} (%)		11,4	
CV _{Subparcela} (%)		7,2	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹Variedade de milho BR 473. ²Híbrido simples de milho BRS 1010.

Para os teores de K, também não foram verificados efeitos, em ambos os locais de pesquisa (Tabela 27), indicando o consórcio com feijão-caupi não exerceu nenhum efeito negativo sobre a absorção deste nutriente. Além disso, em todos os tratamentos, os teores de K nas folhas do milho encontravam-se dentro da faixa de suficiência ($17-35 \text{ g kg}^{-1}$), indicada como adequada por Cantarella et al. (1997).

Tabela 27. Teores de potássio (g kg^{-1}) nas folhas de cultivares de milho, em cultivo consorciado com cultivares de feijão-caupi e solteiro.

consolidado com cultivares de reijão-caupi e solteiro.			
Sistema de cultivo	Cultivares de milho		Média
	Variedade ¹	Híbrido ²	
Dourados 2010			
BRS Guariba	27,2	26,4	26,8
BRS Novaera	25,1	26,2	25,6
BRS Xiquexique	25,3	27,3	25,6
Solteiro	25,7	25,1	25,4
Média	25,8	26,3	
CV _{Parcela} (%)		12,7	
CV _{Subparcela} (%)		9,7	
Botucatu 2010			
BRS Guariba	21,0	21,0	21,0
BRS Novaera	20,4	20,5	20,4
BRS Xiquexique	20,1	20,3	20,2
Solteiro	21,3	21,1	21,2
Média	20,7	20,8	
CV _{Parcela} (%)		18,6	
CV _{Subparcela} (%)		10,0	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹Variedade de milho BR 473. ²Híbrido simples de milho BRS 1010.

Da mesma forma do observado para P e K, os teores de Ca nas folhas do milho não foram afetados pelos fatores estudados (Tabela 28), estando acima da faixa de suficiência preconizada por Malavolta et al. (1997) e dentro da tida como adequada por Cantarella et al. (1997).

Quanto ao teor de Mg foliar, foi detectada interação entre o sistema de cultivo e cultivar de milho utilizada, no experimento de Dourados-MS (Tabela 29). Houve influência do sistema de cultivo no teor de Mg nas folhas da variedade de milho BR 473, sendo o maior valor verificado em cultivo solteiro, porém, diferindo apenas do cultivo em

consórcio com a cultivar de feijão-caupi BRS Xiquexique. Para o mesmo local não houve diferenças entre as cultivares em nenhum dos sistemas de cultivo empregados.

Tabela 28. Teores de cálcio (g kg^{-1}) nas folhas de cultivares de milho, em cultivo consorciado com cultivares de feijão-caupi e solteiro.

com cultivares de milho: BRS Guariba, BRS Novaera, BRS Xiquexique e Solteiro.			
Sistema de cultivo	Cultivares de milho		Média
	Variedade ¹	Híbrido ²	
Dourados 2010			
BRS Guariba	4,8	5,7	5,2
BRS Novaera	5,6	5,6	5,6
BRS Xiquexique	5,8	5,5	5,7
Solteiro	4,9	5,2	5,0
Média	5,5	5,3	
CV _{Parcela} (%)		6,5	
CV _{Subparcela} (%)		10,9	
Botucatu 2010			
BRS Guariba	8,0	9,3	8,7
BRS Novaera	7,9	9,0	8,4
BRS Xiquexique	7,4	8,6	8,0
Solteiro	7,2	8,0	7,6
Média	7,6	8,7	
CV _{Parcela} (%)		25,5	
CV _{Subparcela} (%)		11,2	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹Variedade de milho BR 473. ²Híbrido simples de milho BRS 1010.

No experimento de Botucatu-SP, não houve efeito dos fatores estudados sobre o teor de Mg foliar nas cultivares de milho (Tabela 29). Os teores de Mg enquadraram-se no intervalo descrito como adequado por Cantarella et al. (1997).

Tabela 29. Teores de magnésio (g kg^{-1}) nas folhas de cultivares de milho, em cultivo consorciado com cultivares de feijão-caupi e solteiro.

Consorciação com cultivares de milho duplo e solteiro.			
Sistema de cultivo	Cultivares de milho		Média
	Variedade ¹	Híbrido ²	
Dourados 2010			
BRS Guariba	3,3abA	2,9aA	3,1
BRS Novaera	3,3abA	3,1aA	3,2
BRS Xiquexique	3,5aA	3,0aA	3,2
Solteiro	2,8bA	3,0aA	2,9
Média	3,2	3,0	
CV _{Parcela} (%)		15,8	
CV _{Subparcela} (%)		10,1	
Botucatu 2010			
BRS Guariba	5,8	5,0	5,4
BRS Novaera	5,4	5,3	5,3
BRS Xiquexique	5,1	5,0	5,0
Solteiro	5,0	5,0	5,0
Média	5,3	5,1	
CV _{Parcela} (%)		10,0	
CV _{Subparcela} (%)		5,8	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹Variedade de milho BR 473. ²Híbrido simples de milho BRS 1010.

Para os teores foliares de S, houve diferença apenas entre as cultivares de milho, no experimento de Dourados-MS, onde a variedade BR 473 apresentou valor estatisticamente superior ao do híbrido BRS 1010 (Tabela 30). Em Dourados-MS as cultivares de milho apresentaram teores de S nas folhas dentro do intervalo considerado adequado por Cantarella et al. (1997), com exceção de alguns tratamentos que apresentaram valores superiores a este intervalo, semelhante aos teores verificados em Botucatu-SP.

Tabela 30. Teores de enxofre (g kg^{-1}) nas folhas de cultivares de milho, em cultivo consorciado com cultivares de feijão-caupi e solteiro.

Comparação com cultivares de milho duplo e solteiro.			
Sistema de cultivo	Cultivares de milho		Média
	Variedade ¹	Híbrido ²	
Dourados 2010			
BRS Guariba	1,9	1,7	1,8
BRS Novaera	1,8	1,8	1,8
BRS Xiquexique	1,9	1,7	1,8
Solteiro	1,8	1,8	1,8
Média	1,8A	1,7B	
CV _{Parcela} (%)		3,3	
CV _{Subparcela} (%)		7,3	
Botucatu 2010			
BRS Guariba	2,6	2,5	2,6
BRS Novaera	2,7	2,6	2,6
BRS Xiquexique	2,7	2,6	2,6
Solteiro	2,4	2,6	2,5
Média	2,6	2,6	
CV _{Parcela} (%)		10,9	
CV _{Subparcela} (%)		5,9	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹Variedade de milho BR 473. ²Híbrido simples de milho BRS 1010.

Houve interação entre os sistemas de cultivo e cultivares de milho, para os teores de Cu em Dourados-MS e Botucatu-SP (Tabela 31). Em Dourados-MS, o híbrido de milho apresentou maiores teores de Cu, em relação à variedade, quando submetido aos sistema de cultivo consorciado com as cultivares de feijão-caupi BRS Guariba e BRS Xiquexique. No sistema de cultivo solteiro e consorciado com a cv. BRS Novaera as cultivares de milho comportaram-se de forma semelhante, não apresentando diferenças significativas.

Em Dourados-MS, o sistema de cultivo não influenciou os teores de Cu foliar no híbrido (Tabela 31). Entretanto, a variedade de milho sofreu influência do sistema de cultivo, apresentando maiores teores de Cu no cultivo solteiro, que diferiu significativamente do sistema consorciado com as cultivares de feijão-caupi BRS Guariba e BRS Xiquexique. Em Botucatu-SP, o híbrido de milho BRS 1010 apresentou teores de Cu nas folhas superiores aos da variedade quando em cultivo solteiro, porém, menores no consórcio com as cultivares de feijão-caupi BRS Guariba e BRS Novaera (Tabela 31). Para a variedade BR 473, os maiores teores de milho forma observados em consórcio com a cv de feijão-caupi

BRS Guariba, seguidos do consórcio com a cv. BRS Novaera. Já para o híbrido BRS 1010, ao contrário do observado para a variedade, os maiores valores foram verificados no sistema de monocultivo de milho. Os teores de Cu, dependendo do tratamento, encontravam-se dentro ou acima da faixa de suficiência ($6\text{--}20\text{ mg kg}^{-1}$) relatada por Cantarella et al. (1997) e Malavolta et al. (1997). De maneira geral, os teores de Cu observados em Botucatu-SP foram superiores os de Dourados-MS, o que pode estar relacionado com o menor pH do solo e com as aplicações de fungicidas contendo o nutriente.

Tabela 31. Teores de cobre (mg kg^{-1}) nas folhas de cultivares de milho, em cultivo consorciado com cultivares de feijão-caupi e solteiro.

Consorciação com cultivares de milho: duplo e solteiro.			
Sistema de cultivo	Cultivares de milho		Média
	Variedade ¹	Híbrido ²	
Dourados 2010			
BRS Guariba	12,0bB	15,3aA	13,6
BRS Novaera	13,0abA	14,5aA	13,8
BRS Xiquexique	11,8bB	15,5aA	13,6
Solteiro	15,0aA	13,5aA	14,3
Média	12,9	14,7	
CV _{Parcela} (%)		8,5	
CV _{Subparcela} (%)		5,8	
Botucatu 2010			
BRS Guariba	37,3aA	24,5bB	30,9
BRS Novaera	31,3abA	20,6bB	26,0
BRS Xiquexique	27,8bA	22,3bA	25,0
Solteiro	17,5cB	35,3aA	26,4
Média	28,4	25,7	
CV _{Parcela} (%)		15,6	
CV _{Subparcela} (%)		11,0	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹Variedade de milho BR 473. ²Híbrido simples de milho BRS 1010.

Em relação os teores de Fe nas folhas do milho, não houve efeito dos fatores estudados, em ambos os locais de pesquisa (Tabela 32). Os teores de Fe em Botucatu-SP estão dentro das faixas estabelecidas por Cantarella et al. (1997) e Malavolta et al. (1997), porém, os teores observados em Dourados-MS estão acima do indicado (Tabela 32).

Tabela 32. Teores de ferro (mg kg^{-1}) nas folhas de cultivares de milho, em cultivo consorciado com cultivares de feijão-caupi e solteiro.

com cultivares de milho: duplo e solteiro.			
Sistema de cultivo	Cultivares de milho		Média
	Variedade ¹	Híbrido ²	
Dourados 2010			
BRS Guariba	410,8	386,5	398,7
BRS Novaera	375,7	406,7	388,2
BRS Xiquexique	441,4	399,4	420,5
Solteiro	422,9	384,9	403,9
Média	412,7	392,9	
CV _{Parcela} (%)		12,8	
CV _{Subparcela} (%)		16,8	
Botucatu 2010			
BRS Guariba	183,6	172,3	177,9
BRS Novaera	195,7	193,8	194,8
BRS Xiquexique	164,6	171,9	175,8
Solteiro	164,6	171,9	168,3
Média	179,4	179,0	
CV _{Parcela} (%)		22,7	
CV _{Subparcela} (%)		8,9	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹Variedade de milho BR 473. ²Híbrido simples de milho BRS 1010.

Na Tabela 33, estão apresentados os teores foliares de Mn, onde verifica-se que houve interação entre os fatores estudados, em ambos os locais de condução dos experimentos. Tanto em Dourados-MS quanto em Botucatu-SP, independente do cultivar de feijão-caupi utilizado no consórcio, a variedade de milho BR 473 apresentou os maiores teores foliares de Mn que o híbrido, no sistema consorciado. Entretanto, quando em cultivo solteiro, o híbrido BRS 1010 apresentou maiores teores de Mn do que a variedade, no experimento de Botucatu-SP.

Observa-se que em ambos os locais, a variedade de milho apresentou os menores teores de Mn quando em sistema de monocultivo (Tabela 33). Já o híbrido apresentou, no experimento de Dourados-MS, maiores teores quando cultivado sem a consorciação com o feijão-caupi.

Destaca-se que em todas as cultivares estudadas, independente do sistema de cultivo, foram constatados teores foliares de Mn dentro do intervalo considerado adequado por Cantarella et al. (1997) e Malavolta et al. (1997) (Tabela 33).

Tabela 33. Teores de manganês (mg kg^{-1}) nas folhas de cultivares de milho, em cultivo consorciado com cultivares de feijão-caupi e solteiro.

Comparação com cultivares de milho duplo e solteiro.			
Sistema de cultivo	Cultivares de milho		Média
	Variedade ¹	Híbrido ²	
Dourados 2010			
BRS Guariba	82,0aA	56,5bB	69,3
BRS Novaera	77,1aA	57,5bB	67,3
BRS Xiquexique	74,3aA	60,0bB	67,2
Solteiro	59,9bB	79,0aA	69,4
Média	63,3	73,3	
CV _{Parcela} (%)		15,5	
CV _{Subparcela} (%)		9,7	
Botucatu 2010			
BRS Guariba	109,6aA	85,9aB	97,8
BRS Novaera	104,7aA	86,7aB	95,7
BRS Xiquexique	103,2aA	77,6aB	90,4
Solteiro	80,8bA	79,6aA	80,2
Média	99,6	82,4	
CV _{Parcela} (%)		4,0	
CV _{Subparcela} (%)		6,9	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹Variedade de milho BR 473. ²Híbrido simples de milho BRS 1010.

Quanto os teores de Zn, verifica-se que apenas os resultados de Botucatu-SP foram afetados pela interação entre os fatores estudados (Tabela 34). Em Dourados-MS não houve efeito significativo do sistema de cultivo ou cultivar utilizada, assim como também não verificou-se a interação entre os fatores estudados. No experimento de Botucatu-MS, nota-se que os diferentes sistemas de cultivo influenciaram a variedade de milho BR 473, quanto aos teores de Zn nas folhas, sendo o menor teor observado no sistema cultivo solteiro, porém, diferindo estatisticamente apenas do cultivo em consórcio com a cv. de feijão-caupi BRS Xiquexique. Quanto ao híbrido de milho, este não foi influenciado pelos sistemas de cultivo estudados.

Os teores de Zn obtidos estavam acima do limite mínimo (15 mg kg^{-1}) estabelecido por Cantarella et al. (1997) e Malavolta et al. (1997) (Tabela 34).

Tabela 34. Teores de zinco (mg kg^{-1}) nas folhas de cultivares de milho, em cultivo consorciado com cultivares de feijão-caupi e solteiro.

com cultivares de milho: duplo e solteiro.			
Sistema de cultivo	Cultivares de milho		Média
	Variedade ¹	Híbrido ²	
Dourados 2010			
BRS Guariba	22,9	26,6	24,7
BRS Novaera	22,6	23,3	22,3
BRS Xiquexique	22,3	26,4	24,4
Solteiro	22,5	26,3	24,1
Média	22,8	25,3	
CV _{Parcela} (%)		14,7	
CV _{Subparcela} (%)		13,3	
Botucatu 2010			
BRS Guariba	58,0abA	52,4aA	55,2
BRS Novaera	57,9abA	50,5aA	54,2
BRS Xiquexique	61,0aA	48,5aA	54,8
Solteiro	54,5bA	40,9aA	47,7
Média	54,5	51,5	
CV _{Parcela} (%)		23,5	
CV _{Subparcela} (%)		18,7	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹Variedade de milho BR 473. ²Híbrido simples de milho BRS 1010.

O florescimento da variedade e do híbrido, variou de 60 e 65 DAE, respectivamente (Tabela 35). Em Botucatu-SP as temperaturas mais amenas e a maior disponibilidade de água favoreceram o maior ciclo do milho em relação a Dourados-MS (Tabela 37). De acordo com Fancelli e Dourado Neto (2003), o aumento da temperatura, principalmente noturna, além de incrementar o processo respiratório, contribuiu para a aceleração da acumulação de graus-dias, contribuindo para o encurtamento do ciclo da cultura, reduzindo o aparato fotossintético e, conseqüentemente, a quantidade de radiação interceptada, bem como o potencial de produção.

O híbrido apresentou ciclo menor que a variedade, em média 10 dias menor em Dourados-MS e 10 dias menor, em Botucatu-SP (Tabela 36).

Tabela 35. Número de dias para o florescimento de cultivares de milho, em cultivo consorciado com cultivares de feijão-caupi e solteiro.

Sistema de cultivo	Cultivares de milho		Média
	Variedade ¹	Híbrido ²	
	Dourados 2009		
BRS Guariba	64	61	62
BRS Novaera	63	61	62
BRS Xiquexique	62	62	62
Solteiro	65	62	63
Média	64	61	
	Dourados 2010		
BRS Guariba	62	60	61
BRS Novaera	62	60	61
BRS Xiquexique	62	61	61
Solteiro	64	62	63
Média	62	61	
	Botucatu 2010		
BRS Guariba	64	61	62
BRS Novaera	63	60	61
BRS Xiquexique	64	60	61
Solteiro	63	60	61
Média	63	60	

¹Variedade de milho BR 473. ²Híbrido simples de milho BRS 1030 em Dourados 2009 e BRS 1010 em Dourados e Botucatu em 2010.

Tabela 36. Número de dias para a maturação de cultivares de milho, em cultivo consorciado com cultivares de feijão-caupi e solteiro.

Sistema de cultivo	Cultivares de milho		Média
	Variedade ¹	Híbrido ²	
	Dourados 2010		
BRS Guariba	131	121	126
BRS Novaera	130	120	123
BRS Xiquexique	131	121	126
Solteiro	133	122	128
Média	131	121	
	Botucatu 2010		
BRS Guariba	146	140	143
BRS Novaera	145	141	143
BRS Xiquexique	145	138	142
Solteiro	143	138	140
Média	145	139	

¹Variedade de milho BR 473. ²Híbrido simples de milho BRS 1010.

Por ocasião do florescimento pleno do milho foi realizada a determinação da altura de plantas, cujos dados podem ser observados na Tabela 37. De maneira geral, o híbrido de milho apresentou a menor altura média de plantas independente do sistema de cultivo. O maior crescimento das cultivares de milho ocorreu em Botucatu-SP; entretanto, não foram constatadas diferenças estatísticas.

Tabela 37. Altura de plantas (m) de cultivares de milho, em cultivo consorciado com cultivares de feijão-caupi e solteiro.

Sistema de cultivo	Cultivares de milho		Média
	Variedade ¹	Híbrido ²	
Dourados 2009			
BRS Guariba	1,5	1,3	1,3
BRS Novaera	1,4	1,3	1,5
BRS Xiquexique	1,5	1,3	1,4
Solteiro	1,5	1,3	1,4
Média	1,4A	1,3B	
CV _{Parcela} (%)		5,3	
CV _{Subparcela} (%)		5,1	
Dourados 2010			
BRS Guariba	1,7	1,5	1,6
BRS Novaera	1,7	1,5	1,6
BRS Xiquexique	1,7	1,5	1,6
Solteiro	1,7	1,5	1,6
Média	1,7A	1,5B	
CV _{Parcela} (%)		6,6	
CV _{Subparcela} (%)		2,9	
Botucatu 2010			
BRS Guariba	1,7	1,6	1,7
BRS Novaera	1,7	1,6	1,6
BRS Xiquexique	1,8	1,7	1,7
Solteiro	1,8	1,7	1,8
Média	1,8	1,6	
CV _{Parcela} (%)		9,0	
CV _{Subparcela} (%)		6,9	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹Variedade de milho BR 473. ²Híbrido simples de milho BRS 1030 em Dourados 2009 e BRS 1010 em Dourados e Botucatu em 2010.

Nota-se também que a variedade foi em média 20 cm mais alta que o híbrido (Tabela 37), independente do sistema utilizado, o que concorda com os dados

apresentados pelos detentores dessas cultivares (GUIMARÃES, 2004; EMBRAPA MILHO E SORGO, 2010). A maior altura de planta obtida pela variedade esta relaciona a características genéticas, visto que esta apresenta porte alto e o híbrido porte baixo, desta forma constata-se a inexistência da influência da presença do feijão-caupi no crescimento do referido cereal.

A ausência de diferenças estatísticas nessa variável, para todos os sistemas de cultivo estudados, pode ser explicada pela maior competição que o milho exerce sobre as plantas de feijão-caupi. Segundo Flesch (2002), as diferenças em porte e arquitetura dessas duas espécies consorciadas, favorecem o milho na competição por radiação solar, além disso o milho por ter um sistema radicular mais vigoroso, é favorecido em relação ao feijoeiro na absorção de água e nutrientes.

O menor porte de plantas de milho em Dourados-MS, no experimento de 2009, esta relacionado à estiagem prolongada (45 dias sem chuvas) e as altas temperaturas que ocorreram durante as fases de pendoamento, polinização e enchimento dos grãos da cultura (Figura 1), afetando o desenvolvimento das plantas de milho.

Como verificado para altura da planta, a altura de inserção da espiga também foram observados maiores valores para a variedade (Tabela 38). Santos (2007) também observaram que a variedade de milho apresenta plantas mais altas e a maior altura de inserção da primeira espiga em relação aos híbridos.

Em Botucatu-SP, houve efeito significativo do sistema de cultivo sobre a altura de inserção da espiga (Tabela 38). Verificou-se maior altura da espiga nas plantas de milho cultivadas de forma solteira.

Em Dourados-MS, no ano de 2009, a inserção de espiga apresentou valores inferiores aos observados em 2010, fato ocasionado pelo estresse hídrico sofrido pela cultura do milho (Figura 1), como mencionado anteriormente.

Tabela 38. Altura de inserção da espiga (m) de cultivares de milho, em cultivo consorciado com cultivares de feijão-caupi e solteiro.

com cultivares de milho e milho solteiro.			
Sistema de cultivo	Cultivares de milho		Média
	Variedade ¹	Híbrido ²	
Dourados 2009			
BRS Guariba	0,68	0,50	0,60
BRS Novaera	0,60	0,53	0,56
BRS Xiquexique	0,63	0,43	0,53
Solteiro	0,59	0,49	0,54
Média	0,62A	0,50B	
CV _{Parcela} (%)		18,2	
CV _{Subparcela} (%)		10,1	
Dourados 2010			
BRS Guariba	0,69	0,58	0,64
BRS Novaera	0,74	0,61	0,68
BRS Xiquexique	0,74	0,59	0,67
Solteiro	0,73	0,59	0,66
Média	0,72B	0,59B	
CV _{Parcela} (%)		19,2	
CV _{Subparcela} (%)		8,7	
Botucatu 2010			
BRS Guariba	0,90	0,82	0,86b
BRS Novaera	0,89	0,83	0,86b
BRS Xiquexique	0,86	0,83	0,85b
Solteiro	0,94	0,90	0,92a
Média	0,90	0,85	
CV _{Parcela} (%)		10,0	
CV _{Subparcela} (%)		4,4	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹Variedade de milho BR 473. ²Híbrido simples de milho BRS 1030 em Dourados 2009 e BRS 1010 em Dourados e Botucatu em 2010.

O diâmetro de colmo foi influenciado apenas pela cultivar de milho utilizada, no experimento de Botucatu-SP (Tabela 39), sendo o maior valor verificado no híbrido BRS 1010. Os maiores valores de diâmetro de colmo apresentado pelo híbrido podem estar relacionados à maior capacidade de armazenamento de fotoassimilados o que pode contribuir consideravelmente para maiores produtividades. Segundo Magalhães et al. (2002) após polinização ocorre a translocação dos fotoassimilados armazenados no colmo para os grãos indicando a relação entre diâmetro de colmo e enchimento de grãos.

Tabela 39. Diâmetro do colmo (mm) de cultivares de milho, em cultivo consorciado com cultivares de feijão-caupi e solteiro.

Cultivares de milho			
Sistema de cultivo	Variedade ¹	Híbrido ²	Média
Dourados 2009			
BRS Guariba	17,6	16,5	17,1
BRS Novaera	16,3	16,0	16,1
BRS Xiquexique	18,4	15,9	17,1
Solteiro	15,9	15,4	16,0
Média	17,1	16,0	
CV _{Parcela} (%)		15,8	
CV _{Subparcela} (%)		8,9	
Dourados 2010			
BRS Guariba	20,7	23,2	21,9
BRS Novaera	20,8	21,6	21,2
BRS Xiquexique	20,1	21,9	21,0
Solteiro	19,7	21,9	20,9
Média	20,3	22,1	
CV _{Parcela} (%)		10,8	
CV _{Subparcela} (%)		6,6	
Botucatu 2010			
BRS Guariba	24,5	28,6	26,6
BRS Novaera	25,1	30,7	27,8
BRS Xiquexique	24,9	28,6	26,7
Solteiro	23,9	28,5	26,2
Média	24,6B	29,1A	
CV _{Parcela} (%)		5,1	
CV _{Subparcela} (%)		5,2	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹Variedade de milho BR 473. ²Híbrido simples de milho BRS 1030 em Dourados 2009 e BRS 1010 em Dourados e Botucatu em 2010.

No primeiro ano do experimento de Dourados, o diâmetro médio de colmo das cultivares de milho apresentou valores inferiores aos obtidos no ano seguinte (Tabela 39), o que está associado ao estresse hídrico ocorrido durante a condução do experimento (Figura 1). De acordo com Sangoi (1993), em ambientes onde ocorre intensa competição entre as plantas de milho seja por água ou nutrientes, o diâmetro do colmo é diminuído. O resultado referente a diâmetro do colmo merece atenção especial, pois o aumento nos valores destes parâmetros, geralmente está associado com aumento de produtividade (CRUZ et al., 2008). De acordo com Fornasieri Filho (1992), o colmo da planta

de milho é um órgão de sustentação e também de reserva de fotoassimilados. Após a polinização ocorre a translocação dos fotoassimilados armazenados no colmo para os grãos indicando que as plantas com colmos mais grossos têm maior quantidade de reserva para o enchimento de grãos (MAGALHÃES et al., 2002).

O número de folhas por planta de milho não foi influenciado pelos fatores estudados (Tabela 40). Em Dourados-MS, foi observado menor número de folhas do que nos experimento de Botucatu-MS. Possivelmente, esse resultado está relacionado à maior distribuição de chuvas e temperaturas mais amenas, o que pode ter favorecido o maior desenvolvimento da planta ocasionando em um maior número de folhas. A redução no número de folhas pode acarretar diminuição da atividade fotossintética, com consequente redução na produção de carboidratos e produtividade de grãos. De acordo com Paterniani e Viégas (1987), em termos gerais, pode se considerar que o caráter mais importante na determinação da eficiência da produtividade de grãos é a extensão da área foliar que permanece fisiologicamente ativa após a emergência da espiga.

Tabela 40. Número médio de folhas por plantas de cultivares de milho, em cultivo consorciado com cultivares de feijão-caupi e solteiro.

com cultivares de milho: duplo e solteiro.			
Sistema de cultivo	Cultivares de milho		Média
	Variedade ¹	Híbrido ²	
Dourados 2010			
BRS Guariba	9,8	10,3	10,0
BRS Novaera	10,3	10,3	10,3
BRS Xiquexique	10,0	10,3	10,1
Solteiro	10,8	10,0	10,4
Média	10,2	10,2	
CV _{Parcela} (%)		13,9	
CV _{Subparcela} (%)		8,7	
Botucatu 2010			
BRS Guariba	11,3	12,3	11,8
BRS Novaera	11,3	12,3	11,8
BRS Xiquexique	14,0	12,3	13,1
Solteiro	11,8	12,0	11,9
Média	12,1	12,2	
CV _{Parcela} (%)		14,0	
CV _{Subparcela} (%)		14,4	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹Variedade de milho BR 473. ²Híbrido simples de milho BRS 1010.

Para a população final de plantas de milho, houve efeito da interação entre sistema de cultivo e cultivar, nos dois locais de cultivo (Tabela 41). No experimento de Dourados-MS, de maneira geral, o híbrido BRS 1010 apresentou maiores populações. Já no experimento de Botucatu-SP, o híbrido apresentou menor população de plantas que a variedade em cultivo solteiro.

Em ambos os locais, as maiores populações de plantas foram observados no sistema de cultivo solteiro (Tabela 41), o que era de se esperar já que nesse sistema foi semeado o dobro de sementes, quando comparado com os sistemas de consórcio.

Tabela 41. População final de plantas (plantas ha⁻¹) de cultivares de milho em cultivo consorciado com cultivares de feijão-caupi e solteiro.

Comparações com cultivares de milho duplo e solteiro.			
Sistema de cultivo	Cultivares de milho		Média
	Variedade ¹	Híbrido ²	
Dourados 2010			
BRS Guariba	27.777bB	31.111bA	28.888
BRS Novaera	29.259bB	31.875bA	30.567
BRS Xiquexique	29.272bA	30.208bA	29.740
Solteiro	47.500aB	57.291aA	52.395
Média	33.452	37.621	
CV _{Parcela} (%)		3,0	
CV _{Subparcela} (%)		4,1	
Botucatu 2010			
BRS Guariba	26.978bA	30.000bA	28.489
BRS Novaera	29.773bA	31.137bA	30.455
BRS Xiquexique	30.606bA	31.667bA	31.136
Solteiro	63.636aA	57.273aB	60.455
Média	37.748	37.519	
CV _{Parcela} (%)		3,0	
CV _{Subparcela} (%)		2,4	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹Variedade de milho BR 473. ²Híbrido simples de milho BRS 1010.

Houve interação significativa dos fatores estudados na percentagem de plantas acamadas e/ou quebradas, em ambos os experimentos (Tabela 42). Em Dourados-MS, o híbrido BRS 1010 e a variedade BR 473, foram estatisticamente diferentes, em todos os sistemas de cultivos utilizados. Quando em consórcio com a cultivar de feijão-caupi BRS Guariba, a variedade de milho apresentou menor porcentagem, entretanto, nos demais sistemas

de cultivo o híbrido obteve menores porcentagens de plantas acamadas e quebradas em relação à variedade. Além disso, para a variedade de milho (BR 473), os sistemas que proporcionaram menores porcentagens de acamamento e quebramento de colmo foram os consorciados com a cv. BRS Guariba (12%) e cv. BRS Novaera (15%), sendo estaticamente diferente do cultivo solteiro (29%) e do cultivo consorciado com a cv. BRS Xiquexique (27%). Para o híbrido de milho o cultivo em consorcio com a cv. BRS Guariba proporcionou a maior porcentagem de quebramento e acamamento de colmo (19%), sendo estatisticamente diferente do consórcio com a cv. BRS Novaera (10%).

Tabela 42. Porcentagem de plantas acamadas e quebradas (%) por hectare de cultivares de milho, em cultivo consorciado com cultivares de feijão-caupi e solteiro.

Sistema de cultivo	Cultivares de milho		Média
	Variedade ¹	Híbrido ²	
Dourados 2010			
BRS Guariba	12aA	19bB	16
BRS Novaera	15aB	10aA	12
BRS Xiquexique	27bB	15abA	21
Solteiro	29bB	15abA	21
Média	20	15	
CV _{Parcela} (%)		20,3	
CV _{Subparcela} (%)		21,0	
Botucatu 2010			
BRS Guariba	6bA	12bB	9
BRS Novaera	3aA	11bB	7
BRS Xiquexique	7bB	5aA	6
Solteiro	14cB	4aA	9
Média	8	8	
CV _{Parcela} (%)		10,0	
CV _{Subparcela} (%)		7,7	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹Variedade de milho BR 473. ²Híbrido simples de milho BRS 1010.

Em Botucatu-SP, houve diferença dos sistemas de cultivo dentro das cultivares utilizadas (Tabela 42). As menores porcentagens de quebramento e acamamento de plantas para a variedade de milho (BR 473) foram observadas em cultivo consorciado, destacando-se o consórcio com a cultivar de feijão-caupi BRS Novaera, que apresentou apenas 3% de acamamento de plantas. Comportamento diferente da variedade foi observado para o

híbrido, para o qual menor porcentagem de acamamento foi em cultivo solteiro e em consórcio com a cultivar de feijão-caupi BRS Xiquexique com 5% e 4%, respectivamente. Entre as cultivares, no mesmo local, o cultivo consorciado da variedade com as cultivares de feijão-caupi BRS Guariba e BRS Novaera foram estatisticamente diferentes do híbrido, apresentando menor porcentagem de acamamento e quebraimento de colmo, já em cultivo solteiro e em consórcio com a cv. BRS Xiquexique, o híbrido de milho apresentou valores significativamente menores que variedade.

De acordo com Argenta et al. (2001b), o diâmetro de colmo e altura de plantas exerce forte influência sobre o quebraimento e acamamento das plantas, de maneira geral os menores diâmetros de colmo associados a maior altura de plantas proporcionam maior porcentagem de plantas acamadas ou quebradas. Este comportamento foi observado em Dourados onde a cultivar de milho BR 473 obteve em média 20% de plantas acamadas ou quebradas quando associadas ao diâmetro médio de colmo e altura média plantas, respectivamente, de 20,3 mm e 1,7 m, já o híbrido apresentou menor porcentagem de plantas acamadas ou quebradas (15%) em virtude do maior diâmetro médio de colmo (22,1 mm) e menor altura de plantas (1,5 m).

O número médio de espigas por planta não foi afetado pelo sistema de cultivo ou cultivar utilizado (Tabela 43). Apesar de não apresentar diferença estatística, observa-se que a variedade de milho apresentou valores relativamente maiores. Isto pode estar associado ao fato das variedades possuírem um caráter mais prolífico do que os híbridos. De acordo com Noce et al. (2006), número de espigas acima de 1,0 indica condições satisfatórias para o desenvolvimento da lavoura. O número de espigas por planta é uma variável que reflete a competição pelos fatores de produção disponíveis no ambiente. As cultivares avaliadas apresentaram o mesmo comportamento tanto no ambiente consorciado como no cultivo solteiro, fato este que pode ser atribuído a boa adaptação destes materiais para os sistemas de cultivo utilizados.

Tabela 43. Número médio de espigas por planta de cultivares de milho, em cultivo consorciado com cultivares de feijão-caupi e solteiro.

Consorciação com cultivares de milho duplo e solteiro.			
Sistema de cultivo	Cultivares de milho		Média
	Variedade ¹	Híbrido ²	
Dourados 2010			
BRS Guariba	1,2	1,1	1,1
BRS Novaera	1,3	1,0	1,1
BRS Xiquexique	1,1	1,0	1,1
Solteiro	1,4	1,0	1,2
Média	1,3	1,0	
CV _{Parcela} (%)		16,7	
CV _{Subparcela} (%)		16,0	
Botucatu 2010			
BRS Guariba	1,1	1,0	1,0
BRS Novaera	1,2	1,1	1,1
BRS Xiquexique	1,1	1,0	1,0
Solteiro	1,1	1,0	1,0
Média	1,1	1,0	
CV _{Parcela} (%)		17,7	
CV _{Subparcela} (%)		19,2	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹Variedade de milho BR 473. ²Híbrido simples de milho BRS 1010.

Em Dourados-MS, houve efeito apenas do sistema de cultivo sobre o comprimento médio da espiga do milho (Tabela 44). Já em Botucatu-SP, houve interação entre os fatores estudados, para essa variável.

No experimento de Dourados-MS, o maior comprimento médio da espiga de milho foi obtido no cultivo consorciado com a cultivar de milho BRS Novaera e o menor no cultivo solteiro (Tabela 44). Além disso, de maneira geral, nesse experimento, os cultivos consorciados proporcionaram maiores comprimentos das espigas em relação ao cultivo solteiro. A redução do comprimento de espigas em cultivo solteiro também pode estar associada à maior competição interespecífica por água, nutrientes e luminosidade, fato também constatado por Dozza (1997).

Em Botucatu-SP, os sistemas diferiram entre si dentro da variedade de milho BR 473, sendo que o consórcio com a cultivar de feijão-caupi BRS Novaera proporcionou o menor comprimento de espigas (Tabela 44). Para o híbrido não houve diferença entre os sistemas de cultivo utilizados. Para o mesmo local, observa-se a que as

cultivares de milho, quando em sistema de cultivo consorciado com a cv. BRS Guariba foram estatisticamente iguais, porém, nos demais sistemas de cultivo o comprimento da espiga do híbrido de milho foi maior que da variedade.

Tabela 44. Comprimento médio das espigas (cm) de cultivares de milho, em cultivo consorciado com cultivares de feijão-caupi e solteiro.

Sistema de cultivo	Cultivares de milho		Média
	Variedade ¹	Híbrido ²	
Dourados 2010			
BRS Guariba	16,4	17,5	17,0ab
BRS Novaera	17,2	17,8	17,5aA
BRS Xiquexique	16,9	17,6	17,3ab
Solteiro	16,5	16,7	16,6b
Média	16,8	17,4	
CV _{Parcela} (%)		8,0	
CV _{Subparcela} (%)		2,7	
Botucatu 2010			
BRS Guariba	17,0aA	17,7aA	17,4
BRS Novaera	15,6bB	17,7aA	16,9
BRS Xiquexique	16,8aB	18,1aA	17,5
Solteiro	16,7aB	17,6aA	17,2
Média	16,5	17,8	
CV _{Parcela} (%)		3,8	
CV _{Subparcela} (%)		2,3	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹Variedade de milho BR 473. ²Híbrido simples de milho BRS 1010.

As espigas apresentaram comprimento entre 15,6 a 18,1 cm (Tabela 44), estando dentro dos padrões comerciais caso sejam destinadas a comercialização do milho verde. De acordo com Paiva Junior et al. (2001), o comprimento de espigas superior a 15 cm encontra-se dentro dos padrões técnicos recomendados para a comercialização de milho verde. Andrade et al. (2010) avaliando a produção de milho em cultivo consorciado com feijão-caupi, observou que o comprimento médio das espigas de milho variou de 17,4 e 18,1 cm, valores semelhantes aos encontrados no presente estudo.

Para a variável diâmetro médio da espigas não houve interação entre os fatores estudados (sistema de cultivo x cultivares de milho), assim como também não houve

diferença dos sistemas de cultivo utilizados, entretanto houve diferenças significativas entre as cultivares de milho (Tabela 45).

Observa-se que o maior diâmetro de espiga do híbrido de milho (BRS 1010) foi maior que da variedade (BR 473), em ambos locais de pesquisa (Tabela 45).

O consórcio, apesar de nos últimos anos apresentar maior adoção por grandes produtores ainda é em sua maioria uma prática realizada por agricultores familiares, que muitas vezes comercializam o milho ainda verde. Considerando que, na comercialização de espigas de milho verde, o diâmetro da espiga é um atributo importante; e que são consideradas comercializáveis espigas despalhadas com diâmetro maior que 30 mm (PAIVA JUNIOR et al., 2001), observa-se que apesar de a determinação do diâmetro ter sido realizada quando a cultura já se encontrava em maturidade fisiológica, todos os sistemas e cultivares apresentaram diâmetro superior ao indicado (Tabela 45). Avaliando o consórcio de milho verde e plantas aromáticas Carvalho et al. (2010), obteve diâmetro médio de espigas superior a 40 mm, estes resultados são semelhantes aos encontrados neste trabalho.

Tabela 45. Diâmetro médio da espiga (mm) de cultivares de milho, em cultivo consorciado com cultivares de feijão-caupi e solteiro.

com cultivares de milho duplo e solteiro.			
Sistema de cultivo	Cultivares de milho		Média
	Variedade ¹	Híbrido ²	
Dourados 2010			
BRS Guariba	45,0	47,3	46,2
BRS Novaera	44,7	48,3	46,5
BRS Xiquexique	44,4	47,4	45,9
Solteiro	44,4	47,7	46,0
Média	44,6B	47,7A	
CV _{Parcela} (%)		2,3	
CV _{Subparcela} (%)		3,2	
Botucatu 2010			
BRS Guariba	45,8	48,8	47,3
BRS Novaera	44,6	49,0	46,8
BRS Xiquexique	45,6	49,7	47,7
Solteiro	45,0	49,2	47,1
Média	45,2B	49,2A	
CV _{Parcela} (%)		2,6	
CV _{Subparcela} (%)		2,4	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹Variedade de milho BR 473. ²Híbrido simples de milho BRS 1010.

Os resultados referentes o número médio de grãos por espigas são apresentados na Tabela 46. A análise dos resultados demonstrou não haver diferença estatística entre os tratamentos no experimento de Dourados-MS. Entretanto, em Botucatu-SP houve interação entre os fatores estudados. No cultivo consorciado com a cultivar de feijão-caupi BRS Guariba, o híbrido apresentou o menor número de grãos por espiga do que a variedade. Por outro lado, a variedade de milho (BR 473), quando em consórcio com a cv. BRS Novaera apresentou menor número de grãos que nos demais sistemas. Não houve efeito significativo do sistema de cultivo para o híbrido de milho.

Tabela 46. Número médio de grãos por espiga de cultivares de milho, em cultivo consorciado com cultivares de feijão-caupi e solteiro.

Sistema de cultivo	Cultivares de milho		Média
	Variedade ¹	Híbrido ²	
Dourados 2010			
BRS Guariba	422,5	406,3	414,4
BRS Novaera	420,8	420,8	420,8
BRS Xiquexique	439,8	398,3	419,0
Solteiro	419,5	398,8	409,1
Média	425,6	406,0	
CV _{Parcela} (%)		5,5	
CV _{Subparcela} (%)		5,1	
Botucatu 2010			
BRS Guariba	486,2aA	435,2aB	460,9
BRS Novaera	429,8bA	441,1aA	435,4
BRS Xiquexique	468,5aA	445,4aA	456,9
Solteiro	469,8aA	457,5aA	463,7
Média	463,6	444,8	
CV _{Parcela} (%)		3,3	
CV _{Subparcela} (%)		4,3	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹Variedade de milho BR 473. ²Híbrido simples de milho BRS 1010.

Para a massa média de cem grãos, houve apenas efeito da cultivar de milho utilizada, em ambos locais de pesquisa (Tabela 47). O híbrido BRS 1010 apresentou massa de cem grãos superior à variedade. De acordo com Cruz et al. (2008), a massa de 100 grãos é uma característica influenciada pelo genótipo, disponibilidade de nutrientes e pelas condições climáticas durante os estádios de enchimento dos grãos.

Tabela 47. Massa média de cem grãos (g) de cultivares de milho, em cultivo consorciado com cultivares de feijão-caupi e solteiro.

Cultivares de milho			
Sistema de cultivo	Variedade ¹	Híbrido ²	Média
Dourados 2010			
BRS Guariba	26,2	29,8	28,0
BRS Novaera	26,4	30,3	28,3
BRS Xiquexique	25,8	31,5	28,0
Solteiro	24,8	30,8	27,8
Média	25,7B	30,6A	
CV _{Parcela} (%)		6,1	
CV _{Subparcela} (%)		3,7	
Botucatu 2010			
BRS Guariba	23,1	30,6	26,8
BRS Novaera	23,1	29,7	26,3
BRS Xiquexique	23,9	31,3	27,6
Solteiro	22,9	31,3	27,1
Média	23,2B	30,7A	
CV _{Parcela} (%)		6,7	
CV _{Subparcela} (%)		5,8	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹Variedade de milho BR 473. ²Híbrido simples de milho BRS 1010.

Houve efeito significativo do sistema de cultivo e da cultivar de milho utilizada, para a produtividade de grãos do milho, entretanto não houve interação entre estes fatores, tanto para Dourados-MS quanto para Botucatu-SP (Tabela 48). Em ambos locais, a maior produtividade foi obtida no sistema de cultivo solteiro, que diferiu de todos os sistemas consorciados. Além disso, a produtividade de grãos do milho foi semelhante em todos os sistemas consorciados, independentemente da cultivar de feijão-caupi utilizada.

O híbrido de milho BRS 1010 foi mais produtivo que a variedade BR 473, independentemente dos sistemas de cultivo, em ambos os experimentos (Tabela 48), fato possivelmente atribuído a sua boa condição de adaptação, sua base genética (híbrido simples), a disposição das folhas (eretas) e o menor porte. De acordo com Argenta et al. (2001b), as plantas de milho que apresentem menor altura, folhas mais eretas e pequeno acamamento de colmos, permitem maior penetração de luz no dossel, mesmo com alto índice de área foliar, e a diminuição de competição intraespecífica por recursos naturais possibilitando maior eficiência de uso da radiação e a obtenção de altas produtividades. O híbrido apresentou menor número

de grãos por espigas (Tabela 46), porém, apresentou maior comprimento de espiga (Tabela 44), maior diâmetro de espigas (Tabela 45) e maior massa média de cem grãos (Tabela 47), refletindo, assim, em maior produtividade de grãos que a variedade de milho. Segundo Mohammadi et al. (2003), a massa do grão e o número de grãos por espiga são os componentes mais importantes na predição da produtividade de grãos.

Tabela 48. Produtividade de grãos (kg ha^{-1}) de cultivares de milho, em cultivo consorciado com cultivares de feijão-caupi e solteiro.

com cultivares de reiçao-caupi e solteiro.			
Sistema de cultivo	Cultivares de milho		Média
	Variedade ¹	Híbrido ²	
Dourados 2010			
BRS Guariba	2.338	3.443	2.890b
BRS Novaera	2.481	3.823	3.152b
BRS Xiquexique	2.374	3.306	2.840b
Solteiro	3.782	5.424	4.602a
Média	2.743B	3.999A	
CV _{Parcela} (%)		9,4	
CV _{Subparcela} (%)		15,8	
Botucatu 2010			
BRS Guariba	2.287	3.481	2.884b
BRS Novaera	2.353	3.685	3.019b
BRS Xiquexique	2.442	3.840	3.141b
Solteiro	4.775	7.194	5.985a
Média	2.964B	4.550A	
CV _{Parcela} (%)		11,2	
CV _{Subparcela} (%)		11,1	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹Variedade de milho BR 473. ²Híbrido simples de milho BRS 1010.

Em ambos os locais de condução do experimento houve decréscimos na produção do milho consorciado em relação ao sistema de cultivo solteiro, independente da cultivar de feijão-caupi utilizada (Tabela 48). Resultados semelhantes foram obtidos por Skóra Neto (1993), que observou menores produtividades do milho consorciado com feijão-de-porco em plantio simultâneo, comparado ao milho ao solteiro. Vale ressaltar que, o híbrido comportou de forma semelhante tanto em cultivo solteiro como em cultivo consorciado, apresentando produtividade superior à variedade. Este fato corrobora com Vieira (1985), onde este afirma que as cultivares de milho mais produtivas em monocultivo assim se comportam

em consórcio. Além disso, destaca-se que o milho comportou-se de forma semelhante em cultivo consorciado, independente da cultivar de feijão-caupi utilizada, concordando com Carvalho e Leal (1991) e Santos (2007), que não observaram efeito significativo de diferentes cultivares de feijão sobre a produtividade de grãos do milho.

Em Dourados-SP, a variedade de milho BR 473, em consórcio com as cultivares de feijão-caupi BRS Novaera, BRS Xiquexique e BRS Guariba, produziu, respectivamente, 34%, 37% e 38% menos que em monocultivo (Tabela 48). Para o mesmo local, as reduções observadas para o híbrido BRS 1010, foram de 29%, 36% e 39%, respectivamente, em consórcio com a BRS Novaera, BRS Guariba e BRS Xiquexique. Em Botucatu-SP, as reduções na produtividade de grãos da variedade BR 473, no cultivo consorciado com as cultivares de feijão-caupi BRS Xiquexique, BRS Novaera e BRS Guariba foram, respectivamente, de 49%, 51% e 52%, em comparação ao cultivo solteiro. Já o híbrido BRS 1010 em consórcio com as cultivares BRS Xiquexique, BRS Novaera e BRS Guariba apresentou reduções de produtividade da ordem de 46%, 49% e 52%, respectivamente.

Em geral os decréscimos de produção do milho em cultivo consorciado no presente estudo variaram de 29 a 52%, estes resultados são menores dos encontrados por Silva (1980), que foram de 60 a 75%, trabalhando com o consórcio intercalar entre milho e feijão-comum. Távora et al. (2007), avaliando o consórcio de milho e feijão-caupi em diferentes proporções de planta, observou que na associação de 25% milho + 75% feijão-caupi, a redução da produtividade do milho em relação ao monocultivo (100% milho) foi de 57%. Raposo et al. (1995) avaliando consorcio de milho e feijão, em diferentes arranjos, obteve redução de 37,3% na produtividade do milho para o arranjo de duas fileiras de milho x três fileiras de feijão. Serpa et al. (1981), avaliando diferentes arranjos e populações de plantas, observou redução de 28% produtividade de milho no arranjo de duas fileiras de milho x quatro fileiras de feijão e 23% no arranjo de quatro fileiras de milho x quatro fileiras de feijão.

O sistema de cultivo quatro fileiras de feijão-caupi intercaladas com quatro fileiras de milho, também chamado de cultivo intercalar ou cultivo em faixa, pode em parte, ter favorecido ambas os consortes (Tabelas 22 e 48). Este arranjo possibilita a menor

competição por água, luz e nutrientes entre as culturas, ocasionando em menores decréscimos de produção em relação ao monocultivo.

Diversos trabalhos demonstraram que o milho não é afetado pela presença do feijão ou feijão-caupi, principalmente quando sua densidade de semeadura é semelhante à do monocultivo, entretanto há relatos de redução na produtividade da gramínea (ANDRADE et al., 1974; SANTA CECILIA e VIEIRA, 1978; REIS et al., 1984; CRUZ et al., 1987; PEREIRA FILHO et al., 1991). Lima et al. (1987) concluíram que a presença do feijoeiro, independente da densidade de plantas estudada, não afetou o milho.

As condições climáticas (menores temperaturas e maior disponibilidade hídrica) em Botucatu-SP (Figura 1), possivelmente contribuíram as maiores produtividades obtidas tanto para o híbrido quanto para a variedade, em relação a Dourados-MS.

Para os teores de proteína bruta nos grãos, houve interação entre o sistema de cultivo e cultivares de feijão-caupi em Dourados-MS (Tabela 49). No sistema de cultivo consorciado com a cultivar de feijão-caupi BRS Novaera, o híbrido foi superior à variedade. Porém, em consórcio com a cv. BRS Xiquexique, o híbrido foi inferior. Além disso, o híbrido de milho foi afetado pelo sistema de cultivo, apresentado menor teor de proteína bruta nos grãos quando em consórcio com a cultivar de feijão-caupi BRS Novarea, em comparação com a BRS Xiquexique.

Em Botucatu-SP houve apenas o efeito da cultivar de milho utilizada (Tabela 49). Independente do sistema de cultivo, o maior teor médio de proteína foi observado nos grãos da variedade BR 473. A variedade de milho BR 473 que faz parte dos chamados milhos QPM (sigla em inglês para milho de alta qualidade protéica), possui elevados teores de lisina e triptofano, dois aminoácidos essenciais à alimentação humana.

O grão de milho é composto por endosperma (82,3%), embrião (11,5%), pericarpo (5,3%) e ponta (0,8%). Nessas porções da semente são encontradas as proteínas, que em média representam 8,5% do endosperma, 18,5% do embrião, 5,0% do pericarpo e 9,1% da ponta. A soma desses valores é que proporciona um valor médio de proteína no grão, de aproximadamente 10%, o que pode variar com o tipo de grão, fertilidade do solo e condições climáticas (TOSELLO, 1987). Os valores obtidos para os teores de

proteína neste trabalho variaram de 7,5% a 11,7% (Tabela 49). Resultados semelhantes foram obtidos por Miguel Neto et al. (2010) e Oliveira et al. (2004).

Tabela 49. Teores de proteína bruta (%) em grãos de cultivares de milho, em cultivo consorciado com cultivares de feijão-caupi e em cultivo solteiro.

consorciação com cultivares de milho duplo e em cultivo solteiro.			
Sistema de cultivo	Cultivares de milho		Média
	Variedade ¹	Híbrido ²	
Dourados 2010			
BRS Guariba	8,6aA	7,9abA	8,2
BRS Novaera	9,2aA	7,5bB	8,3
BRS Xiquexique	8,0aB	9,2aA	8,3
Solteiro	8,2aA	8,5abA	8,6
Média	8,5	8,2	
CV _{Parcela} (%)		4,1	
CV _{Subparcela} (%)		8,5	
Botucatu 2010			
BRS Guariba	10,4	8,3	9,4
BRS Novaera	10,4	8,6	9,5
BRS Xiquexique	9,7	8,9	9,3
Solteiro	11,7	9,6	10,6
Média	10,6A	8,8B	
CV _{Parcela} (%)		15,3	
CV _{Subparcela} (%)		11,2	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹Variedade de milho BR 473. ²Híbrido simples de milho BRS 1010.

O consórcio, apesar de apresentar crescente adoção entre produtores empresariais, ainda é, na sua maioria, utilizado por pequenos agricultores, que o utilizam para a produção de alimentos para consumo próprio, ou para os animais de criação. Desta forma, a utilização de cultivares de milho que apresentem altos valores protéicos são de extrema importância para estes produtores, pois fornecem alimentos mais nutritivos e diminuem os gastos.

O maior valor biológico da proteína dos milhos de alta qualidade protéica implica também em seu melhor aproveitamento metabólico por animais monogástricos, como suínos, aves, peixes e equídeos. Em muitos casos, esse tipo de milho pode ser utilizado como fonte única de proteína, podendo-se assim, se reduzir os gastos com

concentrados protéicos e, devido à melhor eficiência de sua conversão alimentar, obtêm-se ganhos de peso significativos (PACHECO et al., 1999).

No que se referem à alimentação humana, os milhos de alta qualidade protéica têm mostrado superioridade em relação ao milho normal, representando uma excelente fonte protéica. Estudos de nutrição infantil, comparando o uso de milho QPM e milho comum, como fontes únicas de proteína na dieta de crianças desnutridas, revelam que a retenção de N proveniente de milho QPM é 50% maior que a de milho comum (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1988).

6.3 Índice de equivalência de área

Mediante o Índice de equivalência de área (IEA), utilizando as produtividades de grãos do feijão-caupi (kg ha^{-1}) e do milho (kg ha^{-1}), com 13% de umidade (Tabelas 22 e 48), constata-se que o consórcio foi eficiente para todas as combinações de cultivares de milho e cultivares de feijão-caupi utilizadas (Tabela 50), com exceção apenas para os consórcios do milho híbrido BRS 1010 com as cultivares de feijão-caupi BRS Guariba e BRS Novaera, em Botucatu-SP.

De acordo com Vieira (1985), o consórcio é eficiente quando o IEA for superior a 1,00 e prejudicial à produção quando inferior a 1,00. Em Dourados-MS, os sistemas mais eficientes em termos de uso da terra, foram obtidos pelos consórcios do híbrido de milho BRS 1010 e da variedade BR473 com a cultivar de feijão-caupi BRS Novaera (Tabela 50).

Em Botucatu-SP, o consórcio do híbrido BRS 1010 com a cultivar de feijão-caupi BRS Xiquexique apresentou IEA de 1,22 (Tabela 50), ou seja, para que os monocultivos produzissem a mesma quantidade de grãos que um hectare do consórcio ter-se-ia que cultivar 0,69 ha de feijão-caupi e 0,53 ha de milho, totalizando 1,22 ha. Portanto, os monocultivos exigiriam 22% a mais de área do que o cultivo destas culturas em consórcio.

A superioridade dos sistemas consorciados, estimada pelo IEA, também foi observada por vários pesquisadores, demonstrando ser a consorciação dessas culturas uma excelente alternativa para pequenos e médios produtores. Nos sistemas consorciados há maior aproveitamento por área porque, ao semear duas culturas, o agricultor

quase sempre tem maior eficiência de utilização da sua terra, assim como constatado neste estudo (Tabela 50), onde apenas dois entre os vários sistemas de cultivo foram inviáveis. Assim, em uma mesma área o agricultor produz em consórcio, uma quantidade de grãos maior do que produziria em monocultivo, sendo de extrema importância para agricultores que dispõem de pouca terra.

Tabela 50. Índice de equivalência de área (IEA) do consórcio milho com cultivares de feijão-caupi em Dourados-MS e Botucatu-SP, no ano de 2010.

Tratamentos em Consórcio	Dourados 2010	Botucatu 2010
Milho BRS 1010 + Feijão-caupi BRS Guariba	1,10	0,98
Milho BRS 1010 + Feijão-caupi BRS Novaera	1,21	1,00
Milho BRS 1010 + Feijão-caupi BRS Xiquexique	1,06	1,22
Milho BR 473 + Feijão-caupi BRS Guariba	1,07	1,05
Milho BR 473 + Feijão-caupi BRS Novaera	1,21	1,04
Milho BR 473 + Feijão-caupi BRS Xiquexique	1,09	1,13

Em trabalho realizado na Zona da Mata de Minas Gerais, Silva (1982) relata este fator como o de maior importância para os agricultores, pois é uma região montanhosa, de pequenas propriedades, onde tem-se de extrair o máximo de pequenas áreas. De acordo com Vieira (1985) e Oliveira e Silva et al. (2001), para que o IEA seja válido é necessário examiná-lo juntamente com as produções obtidas. Portanto, deve-se ter em mente que o pequeno agricultor geralmente associa o milho com feijão-caupi objetivando colher a segunda cultura como um ganho extra, sem dano ou com dano mínimo à produtividade do milho (SANTOS, 2007).

Vale ressaltar que mesmo com baixo IEA, o consórcio pode ser economicamente interessante. Por exemplo, o consórcio da variedade de milho BR 473 com o feijão-caupi BRS Xiquexique, pode ser mais rentável até mesmo do que sistemas que apresentaram IEA superiores, pois como este sistema proporcionou maiores produções de feijão-caupi, caso o preço deste produto esteja elevado, este sistema de cultivo pode se sobressair ao consórcio da variedade com a cv. BRS Novaera (IEA = 1,22), pois do ponto de

vista econômico o primeiro consórcio pode ser mais interessante. Normalmente o preço do feijão-caupi é maior que do milho.

7 CONCLUSÕES

A nutrição das culturas de feijão-caupi e milho não é prejudicada pelo cultivo em consórcio.

A cultivar de milho utilizada no consórcio em faixas não tem influência no desempenho das cultivares de feijão-caupi.

As diferentes cultivares de feijão-caupi estudadas apresentam desempenho semelhante em cultivo consorciado em faixas com milho.

A cultivar de milho que apresenta maior produtividade de grãos em monocultivo é também a mais produtiva no sistema consorciado.

As culturas do milho e do feijão-caupi apresentam maiores produtividade de grãos em cultivo solteiro que quando consorciadas.

As menores produtividades de grãos das culturas em consórcio estão mais relacionadas à menor população de plantas empregada neste sistema de cultivo, do que com a competição entre elas.

O cultivo consorciado em faixas não interfere no teor de proteínas dos grãos nas culturas do milho e feijão-caupi.

O cultivo consorciado em faixas de milho e feijão-caupi proporciona uso mais eficiente da terra do que o monocultivo dessas culturas.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDEL-WAHAB, S. M. et al. Evaluation of N₂- fixation of faba bean, chickpea and lentil as affected by phosphorus fertilization. **Crop Science**, Madison, v. 1, n. 1, p. 71-73, 1994.

AGRIANUAL. ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA. São Paulo: FNP **Consultoria e Comércio**, 2003. 545p.

AGRONEGÓCIO - PORTAL DO AGRONEGÓCIO. **Novo grão no cerrado**. 2010.
Disponível em: <http://www.agronegocio.go.gov.br/index.php?pg=noticias&id_noticia=7886>. Acesso em: 29 dez. 2010.

AIDAR, H.; VIEIRA, C. Cultura associada de feijão e milho. III. Efeito de populações de plantas no sistema de plantio simultâneo de ambas as culturas. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 26, n. 143, p. 102-111, 1979.

ALVES, J. M. A. et al. Avaliação agroeconômica da produção de cultivares de feijão-caupi em consórcio com cultivares de mandioca em Roraima. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, v. 3, n. 1, p. 15-30, 2009.

ANDRADE, L. N. T. et al. **Caracterização das variáveis de produção de milho verde em cultivo orgânico e consorciado com feijão- caupi**. Disponível em: <<http://www.emdagro.se.gov.br/modules/wfdownloads/index.php>>. Acesso em: 24 dez. 2010.

ANDRADE, M. A.; RAMALHO, M. A. P.; ANDRADE, M. J. P. Consorciação de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) com cultivares de milho (*Zea mays* L.) de porte diferente. **Agros**, Lavras, v. 4, n. 2, p. 23-30, 1974.

ANDRADE, M. J. B. et al. Resposta da cultura do feijoeiro à aplicação foliar de molibdênio e às adubações nitrogenadas de plantio e cobertura. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 22, n. 214, p. 499-508, 1998.

ANDRADE, M. J. B.; VIEIRA, C. Avaliação de sistemas de semeadura consorciado do feijão com cana-de-açúcar. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 37, n. 214, p. 526-533, 1990.

ANDREWS, D. J.; KASSAM, A. H. A. The importance of multiple cropping in increasing world food supplies. **American Society of Agronomy**, Madison, p.1-11, 1976.

AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15. ed. Arlington: Association of Official Analytical Chemists Inc., 1990. 684 p.

ARAÚJO, A. P.; MACHADO, C. T. T. Fósforo. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 253-280

ARAÚJO, G. A. A et al. Cultura associada de feijão e milho. VI. Efeito do espaçamento entre covas de milho. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 30, n. 171, p. 394-397, 1983.

ARGENTA G. **Monitoramento do nível de nitrogênio na planta como indicador da adubação nitrogenada em milho**. 2001. 112 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

ARGENTA G. et al. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e de nitrogênio na folha de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 2, n. 13, p. 158-167, 2001a.

ARGENTA G.; SILVA, P. R. F.; SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado da arte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 6, p. 1075-1084, 2001b.

ARGENTA, G. et al. Parâmetros de planta como indicadores do nível de nitrogênio na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 4, p. 519-527, 2002.

ASHOKAN P. K.; VIKRAMAN, R.; SUDHADARA K. Studies on cassava-legume intercropping systems for the Oxisols of Kerala State, India. **Tropical Agriculture**, Trinidad, v. 62, n.4, p. 313-318, 1985.

ATROCH, E. M. A. C. et al. Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forticata* LINK submetidas à diferentes condições de sombreamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 4, p. 853-862, 2001.

BEZERRA NETO, F.; ANDRADE, M. A.; JUNQUEIRA NETO, A. Efeito da arquitetura do milho (*Zea mays* L.) sobre algumas variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em cultura consorciada. In: EPAMIG. **Projeto Feijão. Relatório 77/78**. Belo Horizonte, 1979. p. 72-89.

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

BONETTI, R. **Transferência de nitrogênio do feijão para o milho consorciado: avaliação pelo método de diluição isotópica do ¹⁵N e efeito da associação micorrízica**. 1991. 63 f. Tese (Doutorado em Agronomia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1991.

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

BÜLL, L. T. Nutrição mineral do milho. In: BÜLL, L.T.; CANTARELLA, H. (Eds.). **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1993. p. 63-121.

CANTARELLA, H. Adubação do milho "safrinha". In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO SAFRINHA, 5., 1999, Barretos. Campinas: Instituto Agrônomo, 1999. p. 15-24.

CANTARELLA, H. et al. **Recomendações de calagem e adubação para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1997. p. 43-71. (Boletim Técnico 100).

CARDOSO, M. J.; RIBEIRO, V. Q. Comportamento de sistemas de associação milho com feijão macassar. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 8, n. 2, p. 57- 62, 1987.

CARDOSO, M. J.; RIBEIRO, V. Q. Milho e sorgo consorciados ao feijão-caupi para sistema agrícola familiar do semi-árido piauiense. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO. GOIÂNIA, 28., 2010, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2010. p. 2128-2132.

CARDOSO, M. J.; RIBEIRO, V. Q.; ANDRADE, M. J. B.; Produtividades de grãos secos e componentes de produtividade de feijão-caupi sob irrigação. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 2009, 2., 2009. Belém. **Anais...** Belém: CPATU, 2009. p. 759-762.

CARDOSO, M. J. et al. População de plantas no consórcio milho x feijão macassar sob regimes de sequeiro e irrigado. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 23 n. 1/2, p. 21-31, 1992.

CARVALHO, H. W. L.; LEAL, M. L. S. Cultivares de milho e de feijão em monocultivo e em consórcio. II Ensaios de produtividade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 26, n. 9, p. 1467-1473, 1991.

CARVALHO, L. M. et al. Produção orgânica de milho verde consorciado com plantas aromáticas. Disponível em:<
http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/46_0748.pdf>.
Acesso em: 27 dez. 2010.

CARVALHO, W. P. **Efeito das densidades de semeadura em cultivares de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) sob condições de irrigação**. 1995. 66 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1995.

CECCON, G. **Milho safrinha com braquiária em consórcio**. Comunicado Técnico, Dourados/MS, n. 140, 2008. Disponível em:
<http://www.atrpr.com/planilhas/artigos/comunicado_tecnico_consorcio_milho_safrinhacbraquiaria_2008.pdf>. Acesso em: 05 dez. 2009.

CECCON, G. **Desafios no consórcio milho safrinha e braquiária**. 2010. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2010_1/consorcio/index.htm>. Acesso em: 16 dez. 2010.

CECCON, G. et al. Avaliação de genótipos de feijão-caupi em Dourados, Mato Grosso do Sul. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 2., 2009, Belém. **Anais...** Belém: CPATU, 2009. p. 573-87.

CECCON, G. et al. Híbridos de milho em consórcio com populações de *Brachiaria ruziziensis* na safra 2009/2010, em Dourados, MS. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28., Goiânia, 2010. Goiânia. **Anais...** Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2010. p. 1960-1965.

CERETTA, C. A. et al. Fornecimento de nitrogênio por leguminosas para o milho em sucessão nos sistema de cultivo mínimo e convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 215-220, 1994.

CLARCK, A. D. L.; DAVIS, J. Luz factor crítico em la asociación fríjol-maiz. **Hojas de frijol para América Latina**, Cali, p. 2-4, 1979.

COELHO, A. M.; SILVA, B. G. Fontes de nitrogênio na consorciação milho-verde e feijão cultivados em várzea. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 15., 1984. Maceió. **Anais...** Maceió: EMBRAPA Milho e Sorgo, 1984. p. 323-330.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Levantamento de dados**. Disponível em: <www.conab.gov.br>. Acesso em 03 dez. 2010.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Semeadura de feijão-macassar se expande no Mato Grosso**. 2008. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/index.php?PAG=73&NSN=712>> Acesso em: 05 dez. 2009.

CORRÊA, M. L. P. et al. **Componentes de produção e participação da ordem dos racemos no rendimento da mamoneira consorciada com feijão-caupi e amendoim**. 2009. Disponível em: <<http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/mamona/publicacoes/cbm3/trabalhos/MANEJO%20CULTURAL/MC%2009.pdf>>. Acesso em: 13 jan. 2011.

COSTA, J. G.; MARINHO, J. T. S. Efeito de diferentes arranjos no consórcio milho-feijão e milho-feijão-caupi no Acre, Brasil. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 30, n. 3 p. 363-368, 2000.

CRUZ, J. C.; RAMALHO, M. A. P.; SALES, L. T. G. Utilização de cultivares de milho prolífico no consórcio de milho-feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 22, n. 2, p. 202-211, 1987.

CRUZ, J. C. et al. Avaliação de cultivares de milho associados com feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 2, n. 2, p. 163-168, 1984.

CRUZ, C. S. et al. Adubação nitrogenada para o milho cultivado em sistema semeadura direto, no Estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n.1, p. 62-68, 2008.

CUNHA, A. R; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n.1, p. 1-11, 2009.

DANTAS, J. P.; BERGAMIN FILHO, H.; MALAVOLTA, E. Estudo sobre nutrição mineral do feijão macassar (*Vigna sinenses* (L.) Endl.). II Exigência de macro e micronutrientes. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v. 36, p. 425-433, n. 3, 1979.

DE-POLLI, H.; CHADA, S. S. Adubação verde incorporada ou em cobertura na produção de milho em solo de baixo potencial de produtividade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 13, n. 3, p. 287-293, 1989.

DEUS, E. **Feijão-caupi recebe melhoramento biofortificado gerando: BRS Xiquexique**. 2008. Disponível em: <<http://seagro.to.gov.br/noticia.php?id=967>>. Acesso em: 10 jan. 2011.

DIDONET, A. D.; BRAZ, A. J. B. P.; SILVEIRA, M. P. Adubação nitrogenada de cobertura no feijoeiro irrigado: uso do clorofilômetro. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 21, n.3, p. 103-111, 2005.

DOURADO NETO, D. et al. Efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a produtividade de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 2, n.3, p. 63-77, 2003.

DOZZA, M. **Influência da densidade de semeadura na seleção e expressão dos caracteres prolificidade e produção de grãos na população de milho (*Zea Mays* L.)**. 1997. 67 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas)-Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1997.

DUARTE, A. P.; CANTARELA, H.; RAIJ, B. V. Milho “safrinha” In: RAIJ, B. V. et al. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo e Fundação IAC, 1998. p. 60-61. (Boletim técnico 100).

DUMET D.; ADELEKE R.; FALOYE B. Regeneration guidelines: cowpea. In: DULLOO M. E. et al. (Eds.). 2008. **Crop specific regeneration guidelines**. Disponível em: <http://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/index.php?option=com_content&view=article&id=274&Itemid=401>. Acesso em: 01 dez. 2010.

EMBRAPA - AMAZÔNIA OCIDENTAL. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **BRS Guariba, BRS Novaera e BRS Xiquexique Novas Cultivares de Feijão-Caupi para o Amazonas**. 2009. Disponível em: <http://www.cpaa.embrapa.br/eventos/Dia_Campo_feijao_caupi.pdf>. Acesso em: 29 dez. 2010.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Feijão caupi é exportado para seis países**. 2007. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2007/dezembro/2a-semana/feijao-caupi-exportado-para-seis-paises/>>. Acesso em: 29 dez. 2010.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPQ, 1999. 412 p.

EMBRAPA MEIO-NORTE - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Cultivo de feijão-caupi**. 2003. Disponível em: <<http://www.cpamn.embrapa.br/pesquisa/graos/FeijaoCaupi/referencias.htm>>. Acesso em: 7 out. 2010.

EMBRAPA MEIO-NORTE - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Estatística da produção de feijão-caupi**. 2009. Disponível em: <<http://www.portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?id=34241>>. Acesso em: 29 dez. 2010.

EMBRAPA MILHO E SORGO - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Milho BRS 1030**: novo híbrido simples de milho. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/produtos/produtos/brs1030.htm>>. Acesso em: 29 dez. 2010.

ENE-OBONG, H.N. Content of antinutrients and in vitro protein digestibility of the African yambean, pigeon and cowpea. **Plant and Foods for Human Nutrition**, Dordrecht, v. 48, n.3, p. 225-233, 1995.

ERIKSEN, F.I.; WHITNEY, A.S. Growth and fixation of some tropical forage legumes as influenced by solar radiation regimes. **Agronomy Journal**, Madison, v. 74, n.4, p. 703-709, 1982.

ESTEVES, A.; PEREIRA, E. B. C; RUSCHEL, R. Avaliação de características agronômicas em cultivares de milho (*Zea Mays*) introduzidas, na semeadura de “safrinha”. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 20., Goiânia, 1994. Centro-Oeste: cinturão de milho e sorgo no Brasil; **Resumos...** Goiânia: ABMS, EMGOPA, EMBRAPA, CNPMS, UFG, EMATER-GO, 1994. p. 36.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Milho**: estratégias de manejo para alta produtividade. Piracicaba: Esalq/USP/LPV, 2003. 208p.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Milho: fisiologia da produção. In: Seminário sobre fisiologia da produção e manejo de água e de nutrientes na cultura do milho de alta produtividade, 1996. **Palestras....** Piracicaba: ESALQ/USP-POTAFÓS, 1996. p. 1-29.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Diversified cropping system: Strip cropping**. Disponível em: <<http://www.fao.org/teca/content/diversified-cropping-system-strip-cropping>>. Acesso em: 27 dez. 2010.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **FAOSTAT: Crops. Cow peas, dry**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>>. Acesso em: 04 out. 2009.

FERREIRA, D. F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 2000. (SISVAR 4.1. pacote computacional).

FERREIRA, V. M. et al. Performance produtiva do consórcio milho – feijão caupi e disponibilidade hídrica do solo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 5, n.2, p. 177-186, 2010.

FLESCH, R. D. Consórcio na região sul. In: ZIMMERMANN, M. J. O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Eds.). **Cultura do feijoeiro**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTAFOS, 1988. p. 397-413.

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

FONSECA, M. R. **Nutrição mineral e produção do feijão caupi em função do fósforo e da saturação por bases, em Latossolo Amarelo**. 2008. 70 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Solos e Nutrição de Plantas)-Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2008.

FONTES, L. A. N., GALVÃO, J. D., COUTO, W. S. Estudo de sistemas culturais milho-feijão no Município de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 23, n. 130, p. 448-496, 1976.

FORNASIERI FILHO, D. A. **A cultura do milho**. Jaboticabal: UNESP/FUNEP, 1992. 373p.

FRANCIS, C. A.; FLOR, C. A.; TEMPLE, S. R. Adapting varieties for intercropped systems in the tropics. In: SYMPOSIUM ON MULTIPLE CROPPING. **Proceedings...** Knoxville: 1979. p. 235-253.

FREIRE FILHO, F. R. Genética do caupi. In: ARAÚJO, J. P. P.; WATT, E. E. **O caupi no Brasil**. Brasília, DF: IITA/EMBRAPA, 1988. p.159-229.

FREIRE FILHO, F. R. et al. **Características botânicas e agronômicas de cultivares de feijão-massacar** (*Vigna unguiculata* L. Walp.). Teresina: Embrapa –UEPAE de Teresina, 1991. 40p.

FREIRE FILHO, F. R. et al. (Eds.). **Feijão-caupi**: avanços tecnológicos. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2001. 519 p.

FUJITA, K. et al. Effect of shading on growth and dinitrogen fixation of kudzu and tropical pasture legumes. **Soil Science and Plant Nutrition**, Tokyo, v. 39, n. 1, p. 43-54, 1993.

GIAMI, S. Y.; AKUSU, M. O.; EMELIKE, J. N. Evaluation of selectcted food attributes of four advanced lines of ungerminated Nigerian cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). **Plant foods for Human Nutrition**, Dordrecht, v. 56, n.1, p. 61-73, 2001.

GONÇALVES, M. F.; LIMA, J. A. A. Efeitos do "cowpea severe mosaic virus" sobre a produtividade do feijão-de-corda cv. Pitiúba. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 7, p. 549, (Suplemento), 1982.

GONÇALVES, P. A. S. **Principais pragas e inimigos naturais nas culturas do milho, *Zea mays* L., e feijão, *Phaseolus vulgaris* L., em monocultivo e consorciadas, em Lavras – Minas Gerais**. 124 f. Tese (Mestrado em Fitossanidade)-Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1989.

GRANGEIRO, T. B. et al. 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.

GUIMARÃES, P. E. O. et al. Quality protein maize improvement at the National Maize and Sorghum Research Center - CNPMS/Embrapa/Brazil. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON QUALITY PROTEIN MAIZE. **Proceedings...** Sete Lagoas: Embrapa, 1994. p. 185-203.

GUIMARÃES, P. E. O. et al. **BR 473: variedade de milho amarelo com qualidade protéica melhorada (QPM)**. Comunicado Técnico 105. 2004. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2004/comunicado/Com_105.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2009.

HUSSAIN, M. A.; BASAHY, A. Y. Nutrient-composition and amino acid pattern of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp., *fabaceae*) grown in the Giza area of Saudi Arabia. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, Oxford, v. 49, n.2, p. 117-124, 1998.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro: IBGE, v. 16-20, 2004-2008.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sistema de recuperação automática – SIDRA**. 2007. Disponível em: <[http:// www.sidra.ibge.gov.br](http://www.sidra.ibge.gov.br)>. Acesso em: 28. dez. 2010.

JASMIM, M. J.; MONNERAT, P. H.; ROSA, R. C. C. Efeito da omissão de N, Ni, Mo, Co e S sobre os teores de N e S em feijoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 967-975, 2002.

JESCHKE, W. D. et al. Effects of P deficiency on assimilation and transport of nitrate and phosphate in intact plants of castor bean (*Ricinus communis* L.) **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 48, n. 1, p. 75-91, 1997.

JOHNSON, J. D. et al. Ecophysiological responses of *Fagus sylvatica* seedlings to changing light conditions. II. The interaction of light environment and soil fertility on seedlings physiology. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 101, n. 1, p. 124-134, 1997.

KLUTHCOUSKI, J. et al. **Cultivo de milho verde consorciado com feijoeiro, sob irrigação, no inverno: uso eficiente dos recursos**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF-APA, 1997. 34 p.

LAJOLO, F. M.; GENOVESE, M. I.; MENEZES, E. W. Qualidade nutricional. In: ARAUJO, R. S. et al. (Coords.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p. 23-56.

LÁZARO, C. C. M. **Efeito do sombreamento em variedades de *Stylosanthes guianensis***. 2007. 52 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas)-Universidade Estadual Paulista Julio Mesquita Filho, Jaboticabal, 2007.

LEE, D. W. Simulating forest shade to study the development ecology of tropical plants: juvenile growth in three vines in India. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 4, n. 3, p. 281-292, 1988.

LIMA, A. A. F.; SANTANA, R. F.; SILVA, A. D. N. **Respostas fisiológicas e bioquímicas de cultivares de feijões comum e caupi submetidas à deficiência hídrica**. Disponível em: <<http://connepi.ifal.edu.br/ocs/index.php/connepi/CONNEPI2010/paper/viewFile/1308/851>>. Acesso em: 01 jan. 2010.

LIMA, J. M. P. et al. Influência de diferentes populações e da adubação no sistema consorciado milho e feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 22, n. 8, p. 817-823, 1987.

LIMA, M. B. et al. 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**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 55-59, 2005.

LINHARES, C. F. L. **Comportamento de três cultivares de caupi, submetidos à omissão de nutrientes, cultivados em amostras de Gleissolo de várzea do Rio Pará**. 2007. 58 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)-Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2007.

LITTLETON, E. J. et al. The growth and development of cowpeas (*Vigna unguiculata*) under tropical field conditions 2. Accumulation and partition of dry weight. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 93, n. 2, p. 309-320, 1979.

LOMBARDI NETO, F.; DRUGOWICH, M. I. **Manual técnico de manejo e conservação de solo e água**. Campinas: CATI, v. 2, 1994. p. 168.

LOPES, N. F. et al. Análise de crescimento e conversão da energia solar em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) submetido a três níveis de densidade do fluxo radiante. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 29, n. 166, p. 586-606, 1982.

LUYINDULA, N. et al. Effect of soilbradyrhizobium populations on nodulation and growth of *Glycine max* (L.) Merril. Afr. **Crop Science**, Madison, v. 1, p. 68-70, 1994.

MAGALHÃES, P. C. et al. **Fisiologia do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, p. 23, 2002. (Circular Técnica 22).

MAIA, F. M. M. et al. Proximate composition, amino acid content and haemagglutinating and trypsin-inhibiting activities of some Brazilian *Vigna unguiculata* (L.) Walp. cultivars. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 80, n.4, p. 453-458, 2000.

MALAVOLTA, E. Nutrição e adubação. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE FEIJÃO, 1., 1971, Campinas. **Anais...** Viçosa: UFV, 1971. p. 211-242.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997. p. 308.

MEHLICH, A. **Determination of P, Ca, Mg, K, Na and NH₄ by North Carolina soil testing laboratories**. Raleigh: University of North Carolina, 1953. 4p.

MIGUEL NETO, M. G. et al. Predição de proteína em grãos de milho pela espectroscopia de reflectância no infravermelho próximo. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28., 2010, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. p. 3156-3160.

MOHAMMADI, S. A.; PRASANNA, B. M.; SINGH, N. N. Sequential path model for determining interrelationship among grain yield related characters in maize. **Crop Science**, Madison, v. 43, n. 5, p. 1690-1697, 2003.

NASCIMENTO, S. P. **Efeito do déficit hídrico em feijão-caupi para identificação de genótipos com tolerância à seca**. Teresina, 2009. 109 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2009.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Quality protein maize**. Washington: National Academy Press, 1988. 100 p.

NOCE, M. A. et al. Cultivares de Milho para a **produção de grãos e forragem, na região central de Minas Gerais**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. p. 6. (Comunicado Técnico 134).

OFORI, F.; STERN, W. R. Relative sowing time and density of component crops in a maize/cowpea intercrop system. **Experimental Agriculture**, Cambridge, v. 23, n. 1, p. 41-52, 1987.

OLIVEIRA e SILVA, L. O. et al. Cultura associada de feijão e milho.XIII-Retardamento de plantio em uma ou outra das culturas. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 48, n.8, p. 583-592, 2001.

OLIVEIRA, F. J. Combinações de espaçamentos e populações de plantas de caupi e de milho em monocultura e consorciados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 28, n. 8, p. 931-945, 1993.

OLIVEIRA, I. P.; CARVALHO, A. M. A cultura do caupi nas condições de clima e de solo dos trópicos úmidos e semi árido do Brasil. In: ARAÚJO, J.P.P. de; WATT, E. E. (Org). **O caupi no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa-CNPAP; Ibadan, IITA, 1988, p. 65-96.

OLIVEIRA, J. P. et al. Teor de proteína no grão em populações de milho de alta qualidade protéica e seus cruzamentos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 34, n.1, p. 45-51, 2004.

OLIVEIRA, J. S. et al. Componentes agronômicos de cultivares de feijão-caupi submetidas à inoculação com rizóbio no semi-árido do Piauí. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 2., 2009, Belém. **Anais...** Belém: CPATU, 2009. p. 379-383.

OMAFRA. **Field crop production: non-tillage options**. Disponível em:< <http://www.omafr.gov.on.ca/english/environment/field/nontillage.htm> >. Acesso em 27 dez. 2010.

PACHECO, C. A. P et al. O desenvolvimento de milho de alta qualidade nutricional no Brasil. In: REUNIÓN LATINOAMERICANA DEL MAIZ, 28., 1999, Sete Lagoas. **Anais...** Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, México: CIMMYT, 1999. p. 13-26.

PAIVA JUNIOR, M. C. et al. Desempenho de cultivares para a produção de milho verde em diferentes épocas e densidades de semeadura em Lavras - MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 5, p. 1235-1247, 2001.

PALHARES, M. **Distribuição e população de plantas e produtividade de grãos de milho**. 2003. 90 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

PARRY, M. M.; KATO, M. S. A.; CARVALHO, J. G. Macronutrientes em caupi cultivado sob duas doses de fósforo em diferentes épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrária e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n.3, p. 236-242, 2008.

PATERNIANI, E.; VIÉGAS, G. P. **Melhoramento e produção de milho**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 597-634.

PEISLAND. **Soil Quality**: cross-slope e strip farming. Disponível em: <<http://www.peisland.com/agrtour/xslope.html>>. Acesso em: 27 dez. 2010.

PEIXOTO, P. P. P. **Bases para aproveitamento e gerenciamento de recursos hídricos na região de Dourados-MS**. 2002. 98 f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

PENDLETON, J. W.; BOLEN, C. D.; SEIF, R. D. Alternating strips of corn and soybeans vs. Solid planting. **Agronomy Journal**, Madison, v. 55, n. 3, p. 293-295, 1963.

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**, Brasília, DF, v. 26, n. 5, p. 745-751, 1991.

PEREIRA FILHO, I. A.; OLIVEIRA, C.; CRUZ, J. C. Sistemas de plantio de milho em fileiras duplas e simples em consórcio com feijoeiro comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 5, p. 951-957, 2000.

POLTHANEE, A. **Cassava-Legumes inter-cropping**: a potential food-feed system for dairy farmers. 2007. Disponível em: <<http://betuco.be/manioc/Cassava%20-%20Legumes%20inter-cropping%20food%20feed.pdf>>. Acesso em: 30 dez. 2010.

PORTES, T. A. Aspectos ecofisiológicos do consórcio milho x feijão. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 10, p. 30-34, 1984.

PORTES, T. A.; CARVALHO, J. R. P. Área foliar, radiação solar, temperatura do ar e rendimentos em consorciação e em monocultivo de diferentes cultivares de milho e feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 18, n. 7, p. 755- 762, 1983.

PORTES, T. A.; CARVALHO, S. I. C. de; KLUTHCOUSKI, J. Aspectos fisiológicos das plantas cultivadas e análise de crescimento da *Brachiaria* consorciada com cereais. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, p. 303-330. 2003.

PORTES, T. A.; GUIMARÃES, C. M.; AIDAR, H. Temperaturas e potenciais hídricos do solo na cultura do monocultivo e consorciado com milho no período da seca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, n. 2, p. 169-173, 1988.

PREET, K.; PUNIA, D. Proximate composition, phytic acid, polyphenols and digestibility (*in vitro*) of four brown cowpea varieties. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, Oxford, v. 51, n. 3, p. 189-193, 2000.

QUIN, F. M. Introduction. In: SING, B. B. et al. (Eds.). **Advances in cowpea research**. Ibadan: IITA-JIRCAS, 1997. p. 9-15.

RAIJ, B. et al. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. p. 284.

RAMALHO, M. A. P.; COELHO, A. M. Consórcio de milho verde com feijão na entressafra. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 10, n. 118, p. 26-29, 1985.

RANDO, E. M.; QUINTANILHA, A. C. Crescimento e produção da mamona em consórcio com culturas e adubos verdes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 25, n. 11, p. 1569-1575, 1990.

RAPOSO, J. A. A. et al. Consórcio de milho e feijão em diferentes arranjos e populações de plantas, em Pelotas RS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 30, n. 5, p. 639-647, 1995.

REGO, G. M.; POSSAMAI, E. Efeito do Sombreamento sobre o teor de clorofila e crescimento inicial do Jequitibá-rosa. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 53, p. 179-194, 2006.

REIS, G. G. dos. Crescimento e ponto de compensação lumínico em mudas de espécie florestais nativas submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 18, n. 2, p. 103-111, 1991.

REIS, W. P. **Análise de crescimento do milho em monocultivo e consorciado em diferentes arranjos de semeadura destes cultivos**. Lavras, 1984. 113 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1984.

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

RESENDE, P. M.; ANDRADE, M. J. B.; ANDRADE, L. A. B. Consórcio soja-milho. I - Seleção de materiais genéticos de soja para consórcio com milho. **Ciência e Prática**, São Paulo, v. 16, n. 3, p. 333-341, 1992.

ROBERTS, E. H. et al. Effects of air temperature on seed growth and maturation in cowpea (*Vigna unguiculata*). **Annals of Applied Biology**, Wellesbourne, v. 90, n. 3, p. 437-446, 1978.

SAMPAIO, L. S.; BRASIL, E. C. Exigência nutricional do feijão-caupi In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 2., 2009, Belém. **Anais...** Belém: CPATU, 2009. p. 573-87.

SAMPAIO, L. S. et al. **Avaliação de linhagens de feijão-caupi em Igarapé Açu-PA.** Belém-PA: Universidade Federal Rural da Amazônia, p. 5, 2006. Disponível em: <http://www.cpamn.embrapa.br/anaisconac_2006/resumos/GM12.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2010.

SANGOI, L. Aptidão dos campos de Lages (SC), para produção de milho em diferentes épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 28, n. 1, p. 51-63, 1993.

SANT'ANA, E. V. P.; SANTOS, A. B.; SILVEIRA, P. M. Adubação nitrogenada na produtividade, leitura spad e teor de nitrogênio em folhas de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 40, n. 4, p. 491-496, 2010.

SANTA CECÍLIA, F. C.; VIEIRA, C. Associated cropping of beans and maize. I. Effects of beans cultivars with different growth habit. **Turrialba**, San José, v. 28, n. 1, p. 19-23, 1978.

SANTOS, N. C. B. **Comportamento de cultivares de feijoeiro e de milho verde em cultivo solteiro e consorciado.** 2007. 99 f. Tese (Doutorado em Agronomia)-Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Ilha Solteira, 2007.

SENARATINE, R.; LIYANAGE, N. D. L.; SOPER, R. J. Nitrogen fixation and N transfer from Cowpea, mungbean and groundnut when intercropped with maize. **Fertilizer Research**, Dordrecht, v. 40, n. 1, p. 41-48, 1995.

SERPA, S. E. J. et al. Comportamento do milho e do feijão em cultivos exclusivos, consorciados e em faixas alternadas. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 28, n. 157, p. 236-252, 1981.

SHIOGA, P. S.; OLIVEIRA, E. L.; GERAGE, A. C. Densidade de plantas e adubação nitrogenada em milho cultivado na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 3, n. 3, p. 381-390, 2004.

SILVA, C. C. **Situação e problemas da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris*) em quatro municípios da microrregião homogênea 192 (Zona da Mata - MG.)**. 1982, 76 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1982.

SILVA, C. C.; VIEIRA, C. Cultura associada de feijão e milho. V. Avaliação de um sistema. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 28, n. 156, p. 194-206, 1981.

SILVA, F. P. et al. Produtividade do algodão herbáceo influenciada pelos consórcios com feijão caupi, sorgo, gergelim e milho. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 21, n. 1/2, p. 65-74, 1990.

SILVA, J. F. A. F. **Comportamento de cultivares de feijão consorciados com o milho**. 1980. 40 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1980.

SILVA, K. J. D. **Estatística da produção de feijão-caupi**. Disponível em: <<http://www.grupocultivar.com.br/arquivos/estatistica.pdf>>. Acesso em: 03 dez. 2010.

SILVA, K. J. D. **Panorama do melhoramento e mercado do Feijão-caupi no Brasil**. Embrapa Meio Norte. 2008. Disponível em: <<http://www.agrosoft.org.br/agropag/103401.htm>> Acesso em: 07 dez. 2008.

SILVA, M. N. B. et al. Produtividade do algodão agroecológico em consórcios intercalares no semi-árido paraibano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 7., 2009, Foz do Iguaçu: **Anais...** Campina grande: Embrapa Algodão, 2009. p. 12-18.

SINGH, B. B. Cowpea breeding at IITA: Highlights of advances impacts. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI; REUNIÃO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 6., 2006, Teresina. Tecnologias para o agronegócio: **Anais...** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2006. (Embrapa Meio-Norte, Documentos, 121). 1 CD-ROM.

SINGH, B. B. et al. Recent progress in cowpea breeding. In: FATOKUN, C. A. et al. (Eds.). **Challenges and opportunities for enhancing sustainable cowpea production**. Ibadan: IITA, 2002. p. 22-40.

SINIMBU, F. BRS Xiquexique: primeira cultivar de feijão-caupi biofortificada. **Embrapa Notícias**, Teresina-Piauí. 23. set. 2008. Disponível em: <[http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2008/setembro/4a semana/brsxiquexique-primeira-cultivar-de-feijao-caupi-biofortificada/](http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2008/setembro/4a%20semana/brsxiquexique-primeira-cultivar-de-feijao-caupi-biofortificada/)> Acesso em: 03 dez. 2009.

SININBU, F. **Safra recorde de feijão caupi no Centro-Oeste**. Informativo Embrapa Meio Norte - Jornal do Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio Norte, Teresina, PI, v. 12, n. 29, p. 5, 2009. Disponível em: <<http://www.cpmn.embrapa.br/informativo/jornal29.pdf>>. Acesso em: 25 dez. 2010.

SKÓRA NETO, F. Controle de plantas daninhas através de coberturas verdes consorciadas com milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 28, n. 10, p. 1165-1171, 1993.

SOUZA FILHO, B. F.; ANDRADE, M. J. B. de. Sistema de produção de feijão em consórcio com a cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 20, n. 3, p. 343-348, 1985.

SOUZA, M. L. de O. et al. Efeito do consórcio do milho (*Zea mays* L.) com feijão de corda (*Vigna unguiculata* L.) no rendimento de grãos, uso eficiente da terra e ocorrência de pragas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 35, p. 196-205, 2004.

SPONHOLZ, C. et al. **Reação de genótipos de Feijão-Caupi ao *Colletotrichum truncatum***. Teresina: EMBRAPA, 1996. (Boletim de Pesquisa 65). p. 18.

STRALIOTTO, R.; TEIXEIRA, M. G. **A variabilidade genética do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.): aplicações nos estudos das interações simbióticas e patogênicas**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2000. p. 59.

SUMMERFIELD, R. J. et al. Growth, reproductive development and yield of effectively nodulated cowpea plants in contrasting aerial environments. **Annals of Applied Biology**, Wellesbourne, v. 90, n. 2, p. 277-291, 1978.

SUMMERFIELD, R. J.; PATE, J. S.; ROBERTS, E. H. The physiology of cowpea. In: SINGH, S. R.; RACHIE, K. O. (Ed.). **Cowpea research, production and utilization**. Great Britain: A. Wiley-Interscience Publication. 1985. p. 65-102.

TARAHAAT. **Strip cropping is essentially another form of rotation**. Disponível em: < http://www.tarahaat.com/water_StripCrop.aspx >. Acesso em: 27 dez. 2010.

TARAWALI S. A. et al. Cowpea haulms as fodder. In: SINGH B. B. et al. (Eds.). **Advances in cowpea research**. Tsukuba: Japan International Research Center for Agricultural Science, 1997. p. 313-325.

TÁVORA, F. J. A. F. et al. Consórcio da mamona com culturas anuais de ciclo curto. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 19, n. 2, p. 85- 94, 1988.

TÁVORA, F. J. A. F.; LOPES, L. H. O. Deficiência hídrica no consórcio milho x caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 25, n. 7, p. 1011-1022, 1990.

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**, Pelotas, v. 13, n. 3, p. 311-317, 2007.

TEIXEIRA, I. R. et al. Teores de clorofila em plantas de feijoeiros influenciadas pela adubação com manganês e zinco. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 26, n. 2, p. 147-152, 2004.

TEIXEIRA, N. J. P. et al. **Produção, componentes de produção e suas inter-relações em genótipos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)**. 2006. Disponível em:

<<http://www.cpamn.embrapa.br/anaisconac2006/resumos/GM42.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2010.

TERMAN, G. L.; NOGLLE, J. C. Nutrient changes in corn as affected by dry matter accumulation with age response to applied nutrients. **Agronomy Journal**, Madison, v. 65, n. 6, p. 945-500, 1973.

TORRES FILHO, J. et al. Adaptabilidade ambiental e estabilidade produtiva de quinze cultivares de caupi na Serra do Mel. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 22, n. 5, p. 485-490, 1987.

TOSELLO, G. A. Milhos especiais e seu valor nutritivo. In: PARTERNIANI, E.; VIÉGAS, G. P. **Melhoramento e produção do milho**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 375-408.

VIEIRA, C. **O feijão em cultivos consorciados**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1985. 134 p.

VIEIRA, C. **Estudo monográfico do consórcio milho-feijão no Brasil**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999a. 183 p.

VIEIRA, S. **Estatística experimental**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1999b. 185 p.

VIEIRA, A. S.; BEM, J. R.; GASTAL, C. F. L. Avaliação do cultivo de milho e feijão nos sistemas exclusivos e consorciados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 15, n.1, p. 19-26, 1980.

VILARINHO, A. A. **BRS Guariba – cultivar de feijão-caupi de alto desempenho em Roraima**. 2007. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2007_4/Guariba/index.htm>. Acesso em: 01 dez. 2010.

WATT, E. E. **O caupi no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa-CNPAF, Ibadan, IITA, 1988. p. 234-248.

WATT, E. E. **First annual report on the EMBRAPA/IITA - Cowpea Program in Brasil**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1978. 55 p.

WATSON, J. **Strip cropping as a way to increase cowpea production**. 2007. Disponível em: < <http://www.voanews.com/learningenglish/home/a-23-2007-09-10-voa3-83134127.html>>. Acesso em: 01 dez. 2010.

WILLEY, R.W. Intercropping: its importance and research needs. Part. 1 – Competition and advantages. **Field Crop Abstracts**, Wallingford, v. 32, n. 1, p. 1-10, 1979.

WILLEY, R. W.; OSIRU, D. S. O. Studies on mixtures of maize and beans (*Phaseolus vulgaris*) with particular reference to plant population. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 79, n. 5, p. 571-629, 1972.

WONG, C.C.; WILSON, J. R. Effects of shading on the growth and nitrogen content of green panic and siratro in pure and mixed swards defoliated at two frequencies. **Australian Journal of Agricultural Research**, East Melbourne, v. 31, n. 3, p. 269-285, 1980.

9. APÊNDICE



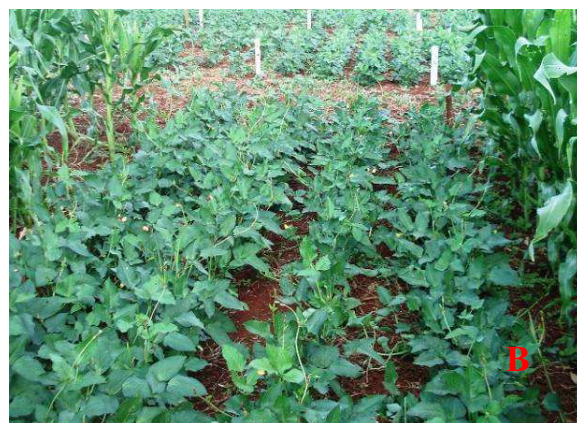
Apêndice 1. Consórcio da cv. BRS Novaera (A), cv. BRS Guariba (B), cv. BRS Xiquexique (C) de feijão-caupi, com o híbrido simples de milho BRS 1030 em Dourados, 2009



Apêndice 2. Milho afetado pela estiagem ocorrida no mês de abril de 2009, Dourados-MS.



Apêndice 3. Visão geral da área experimental aos 15 dias após a semeadura e o desbaste em Botucatu, 2010.



Apêndice 4. Cultivar de feijão-caupi BRS Novaera em consórcio com a variedade de milho BR 473 (A), cv. BRS Guariba em consórcio com o milho BRS 1010 (B), cv. BRS Xiquexique em consórcio com o milho BR 473 (C) e cv. BRS Novaera em consórcio com o milho BRS 1010 (D), em Botucatu-SP.



Apêndice 5. (A) Cultivar de feijão-caupi BRS Xiquexique, (B) cv. BRS Guariba, (C) cv. BRS Novaera com vagens já formadas em Botucatu-SP.



Apêndice 6. Florescimento do feijão-caupi e coletas das folhas para posterior análise química, em Dourados-MS, 2009.



Apêndice 7. Leitura do teor de clorofila nas plantas de milho em Dourados-MS, 2010.



Apêndice 8. Leituras do índice relativo de clorofila realizados no feijão-caupi em Botucatu-SP (A) e Dourados (B), MS e Botucatu-SP, 2010.



Apêndice 9. Colheita Manual do feijão-caupi em Botucatu-SP, 2010.



Apêndice 10. Avaliações dos componentes de produção e características agrônômicas das cultivares de feijão-caupi em Botucatu-SP, 2010. Grãos de feijão-caupi em cultivo solteiro, cultivar BRS Novaera (A); Grãos de feijão cupi em cultivo solteiro, cultivar BRS Xiquexique (B); vagens de feijão-caupi, BRS Xiquexique em consórcio com o milho BRS 1010 (C); vagens de feijão-caupi em cultivo solteiro, BRS Guariba (D).