

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

DESEMPENHO AGRONÔMICO DE FEIJÃO E MILHO EM
CULTIVO SOLTEIRO E CONSORCIADO, EM FUNÇÃO
DA POPULAÇÃO DE PLANTAS DE FEIJÃO

LAURO KENJI KOMURO

Orientador: Prof. Dr. João Antonio da Costa Andrade

Co-orientadora: PqC. Dra. Neli Cristina Belmiro dos Santos

Tese apresentada à UNESP – Campus de Ilha Solteira, para obtenção do título de Doutor em Agronomia.

Especialidade: Sistemas de Produção

Ilha Solteira – SP
2014

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

K81d Komuro, Lauro Kenji.
Desempenho agronômico de feijão e milho em cultivo solteiro e consorciado, em função da população de plantas de feijão / Lauro Kenji Komuro. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2014
58 f. : il.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Agronomia, 2014

Orientador: João Antônio da Costa Andrade
Co-orientador: Neli Cristina Belmiro dos Santos
Inclui bibliografia

1. *Phaseolus vulgaris*. 2. *Zea mays*. 3. Consórcio de culturas. 4. Densidade de plantas.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Desempenho agrônômico de feijoeiro e milho em cultivo solteiro e consorciado, em função da população de plantas de feijoeiro

AUTOR: LAURO KENJI KOMURO

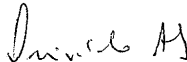
ORIENTADOR: Prof. Dr. JOAO ANTONIO DA COSTA ANDRADE

CO-ORIENTADORA: Profa. Dra. NELI CRISTINA BELMIRO DOS SANTOS

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM AGRONOMIA ,
Área: SISTEMAS DE PRODUÇÃO, pela Comissão Examinadora:



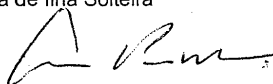
Prof. Dr. JOAO ANTONIO DA COSTA ANDRADE
Departamento de Biologia e Zootecnia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira



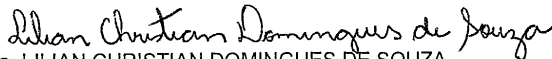
Prof. Dr. ORIVALDO ARF
Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira



Prof. Dr. MARCO EUSTAQUIO DE SA
Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira



Prof. Dr. GUSTAVO PAVAN MATEUS
Polo Regional Extremo Oeste / Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios



Profa. Dra. LILIAN CHRISTIAN DOMINGUES DE SOUZA
Departamento de Agronomia / Faculdades Integradas de Três Lagoas

Data da realização: 20 de fevereiro de 2014.

DEDICATÓRIA

À minha esposa Viviane Shizue Nishida Komuro por toda uma história de coragem, dedicação, incentivo, compreensão, estímulo e carinho, que me permitiram atingir este objetivo e outros que virão.

OFERECIMENTO

Às minhas filhas Jéssica Emy e Beatriz Sayuri pelo carinho, amor, incentivo e por compreenderem as minhas ausências.

AGRADECIMENTOS

Ao Deus misericordioso pela presença constante em minha vida, guiando, protegendo e iluminando.

Ao meu orientador Professor Dr. João Antonio da Costa Andrade pela orientação, apoio, interesse, confiança, amizade, ensinamentos e preciosos conhecimentos transmitidos na realização deste trabalho.

A UNESP – Câmpus de Ilha Solteira, em particular ao Programa de Pós Graduação em Agronomia, pela oportunidade de realização do curso.

À pesquisadora do Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios do Extremo Oeste/APTA-Andradina-SP, Dra. Neli Cristina Belmiro dos Santos pela participação na co-orientação, amizade, incentivo, colaboração e valiosos ensinamentos e sugestões na realização dos trabalhos de campo, científico e conclusão deste trabalho.

Ao Dr. Silvio Tavares, Diretor do Polo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios do Extremo Oeste/APTA de Andradina-SP, pela autorização da realização do projeto de pesquisa nessa Instituição.

Ao pesquisador Dr. Gustavo Pavan Mateus, atualmente Diretor do Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios do Extremo Oeste/APTA de Andradina-SP, pela amizade, atenção e colaboração na condução dos experimentos.

Ao professor Dr. Orivaldo Arf pelo incentivo, estímulo e sabedoria transmitidos durante todo o curso de pós-graduação.

Ao professor Doutorando Leandro Pereira Barradas pela amizade, companheirismo e colaboração na realização dos trabalhos de campo e conclusão deste trabalho.

Ao Diretor da Escola Técnica Estadual “Sebastiana Augusta de Moraes” José Geraldo de Souza pelo profissionalismo, amizade e apoio.

A atual Diretora da Escola Técnica Estadual “Sebastiana Augusta de Moraes”, Elaine Regina Paulino de Sordi e professores pela colaboração.

Aos alunos ex-estagiários da Escola Técnica Estadual “Sebastiana Augusta de Moraes”, e atualmente técnicos, Arnaldo Gonçalves Soares Neto, Bruno Bernadoni Guimarães Tartarini e Edilson Silva de Oliveira, a minha gratidão pela colaboração, convivência e experiências.

Aos funcionários da APTA, em especial Júlio Cesar Bevilaqua, Luiz Ribeiro da Silva e Rogério Santos Marques, pela colaboração na pesquisa de campo, pelas experiências vividas, a amizade e convivência agradável.

Aos amigos Aline Zini, Leandro Pereira Barradas e Silvia Maria Storti, minha gratidão pela presença, apoio, companheirismo e amizade durante o doutorado, tornando mais fácil e prazerosa a realização das disciplinas.

A todos que, direta ou indiretamente contribuíram para a elaboração desse trabalho.

RESUMO

O uso do consórcio entre milho e feijão “de inverno” é uma excelente alternativa para a agricultura familiar sustentável em longo prazo, visando diversificação de cultivos e maximização do uso do solo, gerando mais retorno econômico e maior oferta de alimentos. Assim, o trabalho teve como objetivo verificar o desempenho agrônômico de feijão e milho (para grãos e milho verde) em cultivo solteiro e consorciado, em função da população de plantas de feijão. O experimento foi desenvolvido durante os anos de 2010 e 2011, em área experimental do Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios do Extremo Oeste (APTA), sediado no município de Andradina-SP. Foram utilizadas as cultivares de feijão IPR Colibri em 2010 e IPR Juriti em 2011, nas populações de 150.000, 175.000, 200.000 e 250.000 plantas ha⁻¹. Em ambos os anos foram utilizadas as cultivares de milho Sol da Manhã e Dentado, com população de 40.000 plantas ha⁻¹. O delineamento experimental foi blocos casualizados com quatro repetições. Tanto em sistema solteiro como no sistema consorciado com as cultivares de milho Sol da Manhã ou Dentado, as variações na população de plantas de feijão das cultivares IPR Colibri e IPR Juriti influenciam alguns componentes da produtividade do feijão, do milho verde e do milho para grãos, mas não influenciam a produtividade final de ambas as culturas. Portanto, sob este ponto de vista, independentemente do sistema de cultivo e das cultivares de feijão e milho utilizadas neste estudo, a melhor população de feijão a ser utilizada é de 150.000 plantas ha⁻¹, visando economia no custo das sementes de feijão. No entanto, levando em conta o Índice de Equivalência de Área, a combinação da variedade de milho Dentado com população de 175.000 plantas ha⁻¹ foi a melhor. A cultivar de feijão IPR Colibri é mais adequada para consórcio com milho para colheita de espiga verdes pelo fato de ser colhida antes deste.

PALAVRAS-CHAVE: *Phaseolus vulgaris* *Zea mays*. Consórcio de culturas. Densidade de plantas. Milho verde. Cultivares de feijão. Cultivares de milho.

ABSTRACT

Intercropping corn and winter common beans is an excellent alternative for the sustainable farming family in long term mainly because they can have diversity of the cultivations and maximization of the soil providing more economical return and a larger food supply. The study aimed to verify performance of common bean and corn in monocropping and intercropping as a function of population of common bean. The experiment was developed in 2010 and 2011 in the experimental area of the Regional center for Technological Development of Agribusiness of west Extreme (APTA) in Andradina-SP. IPR Colibri common bean cultivar were used in 2010, and IPR Juriti in 2011, in the population of 150,000, 175,000, 200,000 and 250,000 plants ha⁻¹. In both years the maize cultivars Sol da Manhã and Dentado were used with population of 40.000 plants ha⁻¹. The experimental design was randomized complete block with four replications. Both in monocrop system as in consortium with the corn cultivars Sol da Manha and Dentado, the variation in the population of the common bean plants IPR Colibri and IPR Juriti influences some traits yield components of common bean, nature grain corn and corn for grain, but do not influences the final yield of both crops. Therefore, under this item of view, regardless of cropping system and corn and common bean cultivars used in this study, the best population of common bean to be used is 150,000 plants ha⁻¹, seeking cost savings the common bean seeds. However, taking into account the Index Equivalence of Area, the combination of Dentado corn with 175,000 plants ha⁻¹ of common bean was the best. The bean cultivar IPR Colibri is best suited for consortium with maize for nature grain corn production because it is harvested before this.

Keywords: *Phaseolus vulgaris*. *Zea mays*. Consortium. Plant density. Nature grain corn.

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 01. Resultado da análise química e física do solo, referente a camada de 0-20 cm, no local de condução dos experimentos em Andradina, SP, 2010.....	23
Tabela 02. Principais características dos genótipos de feijão e milho utilizados no experimento em 2010 e 2011, Andradina, SP.....	25
Tabela 03. Esquema da análise de variância para os caracteres do feijão, com desdobramento dos graus de liberdade de tratamentos.....	29
Tabela 04. Esquema da análise de variância para os caracteres do feijão, no esquema fatorial com quatro populações de feijão x três sistemas de cultivo.....	29
Tabela 05. Esquema da análise de variância para os caracteres do milho, no esquema fatorial com duas cultivares de milho e cinco populações de feijão.....	30
Tabela 06. Número de dias para emergência, florescimento pleno e ciclo de cultivares de feijão e milho, em Andradina, SP, 2010 e 2011.....	31
Tabela 07. Teste F, médias e equações de regressão para os caracteres massa seca por planta (MSP), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), número de grãos por planta (NGP), massa de 100 grãos (M100) e produtividade de grãos de feijão IPR Colibri (PGC). Análise dos 12 tratamentos com desdobramento dos sistemas de cultivo, ano de 2010.....	33
Tabela 08. Teste F, médias e equações de regressão para os caracteres massa seca por planta (MSP), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), número de grãos por planta (NGP), massa de 100 grãos (M100) e produtividade de grãos de feijão IPR Juriti (PGJ). Análise dos 12 tratamentos com desdobramento dos sistemas de cultivo, ano de 2011.....	35
Tabela 09. Teste F da análise da variância de populações para os caracteres massa seca por planta (MSP), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), número de grãos por planta (NGP), massa de 100 grãos (M100) e produtividade de grãos de feijão IPR Colibri (PGC). Análise do fatorial 4 populações de feijão x 3 sistemas de cultivo, no ano de 2010.....	36
Tabela 10. Médias e equações de regressões do desdobramento de populações dentro de sistemas de cultivo para os caracteres número de vagens por planta (NVP) e número de grãos por planta (NGP), para a cultivar IPR Colibri, no ano de 2010.....	37

Tabela 11. Teste F para os caracteres massa seca por planta (MSP), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), número de grãos por planta (NGP), massa de 100grãos (M100) e produtividade de grãos de feijão IPR Juriti (PGJ). Análise do fatorial 4 populações de feijão x 3 sistemas de cultivo, no ano de 2011.....	37
Tabela 12. Médias e teste da F para produtividade de espiga com palha (PEP), massa de espigas de milho verde sem palha (MESP), massa de palha (MP), número total de espigas de milho verde ha ⁻¹ (NETH), número de espigas comerciais por hectare (NECH), comprimento de espiga de milho verde (CEV) e diâmetro de espiga de milho verde (DEV), no ano de 2010.....	39
Tabela 13. Médias e teste F para produtividade de espiga com palha (PEP), massa de espigas de milho verde sem palha (MESP), massa de palha (MP), número total de espigas de milho verde ha ⁻¹ (NETH), número de espigas comerciais por hectare (NECH), comprimento de espiga de milho verde (CEV), diâmetro de espiga de milho verde (DEV), no ano de 2011.....	41
Tabela 14. Médias e teste da F para os caracteres altura da planta (AP), altura de espigas (AE), diâmetro do colmo (DC), índice de espiga (IE), número de grãos por espigas (NGE) e produtividade de grãos de milho (PG) no ano de 2010.....	43
Tabela 15. Médias e teste da F para os caracteres altura da planta (AP), altura de espigas (AE), diâmetro do colmo (DC), índice de espiga (IE), número de grãos por espigas (NGE) e produtividade de grãos de milho (PG) no ano de 2011.....	44
Tabela 16. Índice de equivalência de área (IEA) do consórcio milho e feijão em Andradina- SP, em 2010.....	45
Tabela 17. Índice de equivalência de área (IEA) do consórcio milho e feijão em Andradina- SP, em 2011.....	46

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 01. Dados de precipitação pluvial, temperatura máxima e mínima, em Andradina, SP, no período de abril a agosto de 2010.	22
Figura 02. Dados de precipitação pluvial, temperatura máxima e mínima, em Andradina, SP, no período de abril a agosto de 2011.....	23
Figura 3. Detalhe do consórcio com fileiras simples de milho e duplas de feijão.....	25

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1 Importância da cultura do feijão	12
2.2 Importância da cultura do milho	13
2.3 Importâncias do consórcio milho e feijão	14
2.4 Competição entre as culturas no consórcio	17
2.5 População de plantas no consórcio	19
3 MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1 Caracterização do local de pesquisa	22
3.2 Delineamento experimental e tratamentos empregados	24
3.3 Condução dos experimentos	26
3.4 Avaliações realizadas	26
3.4.1 <i>Para o feijão</i>	26
3.4.2 <i>Para o milho</i>	27
3.4.3 <i>Avaliação do consórcio</i>	28
3.4.4 <i>Análises estatísticas</i>	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1 Número de dias para emergência, florescimento ciclo das culturas	31
4.2 Cultura do feijão	32
4.3 Cultura do milho	38
4.4 Índice de equivalência de área (IEA) para produtividade de grãos ..	44
5 CONCLUSÕES	47
REFERÊNCIAS	48
APÊNDICES	56

1 INTRODUÇÃO

No Brasil a maior parte da produção de alimentos básicos é oriunda de pequenas propriedades e a busca de práticas culturais eficientes que possam assegurar incrementos na produção de forma prática e econômica constitui uma importante ação.

A prática de cultivar duas ou mais culturas numa mesma área, e no mesmo período, a fim de atender suas necessidades básicas, é bastante difundida entre os agricultores das regiões tropicais do mundo. Esta tem resistido ao longo dos anos, não somente pela tradição, mas também por vantagens econômicas pela venda da produção excedente e associadas ao suprimento de alimentos por um maior período do ano.

Este sistema de cultivo é usado há muito tempo na zona da Mata de Minas Gerais, mas apenas recentemente os pesquisadores têm dedicado maior atenção aos estudos que fundamentam a consorciação de culturas. O consorcio de culturas é empregado principalmente pelos pequenos produtores e pelos agricultores de subsistência, que contam com pouca terra, mão de obra abundante para a área de que dispõem e pouco capital. Para eles o sistema é interessante, pois permite o uso mais intensivo da limitada área que possuem, sendo um meio de diminuir o risco de insucesso, aumentar a proteção vegetativa do solo contra a erosão e permitir o uso mais eficiente da mão de obra.

No sistema de cultivo de culturas em consórcio são semeadas duas ou mais espécies numa mesma área de terreno, de modo que uma das culturas conviva com a outra, em todo ou, pelo menos, em parte de seu ciclo (VIEIRA, 2006). Há diferenças sistêmicas entre consórcios como nos cultivos mistos, em que nenhuma das culturas é organizada em fileiras distintas, enquanto nos cultivos intercalares pelo menos uma delas é semeada em fileiras. Nos cultivos em faixa as culturas são instaladas em faixas suficientemente amplas para permitir o manejo independente de cada uma, mas possibilitar a interação entre elas. Nos cultivos de substituição, uma cultura é instalada depois que a anterior alcançou a fase reprodutiva de crescimento, porém sem atingir o ponto de colheita.

O feijão é o preferido nos consórcios culturais pela razão do ciclo vegetativo curto e pouca competição, podendo ser semeado em diferentes épocas. Também é relativamente tolerante à competição movida pela cultura do milho, que normalmente é a outra planta usada no consorcio (VIEIRA, 2006).

Nos sistemas consorciados é esperado um maior retorno econômico, uma vez que com pequenos acréscimos de insumos e de mão de obra o agricultor consegue produzir uma quantidade maior de grãos, o que reverte em seu próprio benefício econômico. Na zona da

mata de Minas Gerais é muito comum o consórcio de milho com feijão e, com alta frequência, o mesmo milharal recebe duas culturas da leguminosa; nas águas (semeadura na primavera) e na seca (semeadura no verão), com utilização de populações muito variáveis de plantas de milho e feijão (LIMA, 1999).

As cultivares de milho e feijão disponíveis no mercado foram selecionadas em monocultivo e o uso em consorcio muitas vezes tem gerado resultados diferentes, não havendo informações conclusivas sobre a interação entre cultivares e sistema de cultivo. Ao contrário da cultura do milho para produção de grãos, que tem sido muito estudada, o cultivo do milho para produção de espigas verdes não tem sido objeto de muita pesquisa.

O milho (*Zea mays* L.) produzindo matéria prima para a alimentação humana, animal e indústria é um dos principais cereais cultivados no Mundo. Considerando a sua importância econômica, em decorrência do valor da produção agropecuária, da área cultivada e do volume produzido, a avaliação de cultivares visando produção de grãos secos e especialmente do milho verde é interessante, pois agrega valor ao produto e melhora a renda dos produtores, principalmente em pequenas propriedades.

As cultivares podem apresentar comportamentos distintos no que se refere à população de plantas e em sistema de cultivo consorciado. O uso de espaçamento e densidade corretos constitui uma prática de baixo custo e fácil entendimento por parte dos agricultores e justificam estudos desse tipo para cada cultivar lançada no mercado.

Quanto à população de plantas do feijão em consórcio com milho há indicação para densidades de 40.000 e 120.000 plantas ha⁻¹ para milho e feijão, respectivamente, na época das águas. Para o consorcio de substituição (semeadura de feijão por ocasião da maturação fisiológica do milho) há indicação de 60.000 plantas ha⁻¹ de milho na época das águas e 240.000 plantas ha⁻¹ de feijão para colheita na época da seca (VIEIRA,1999).

O objetivo deste trabalho foi verificar o desempenho agrônômico de feijão e milho (para produção de espigas colhidas verdes e grãos) em cultivo solteiro e consorciado, em função de diferentes populações de plantas de feijão.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Importância da cultura do feijão

O gênero *Phaseolus* originou-se das Américas e possui cerca de 55 espécies das quais cinco são cultivadas: *P. vulgaris.*, *P. lunatus*, *P. coccinius*, *P. acutifolius*. Destes o feijão comum, *Phaseolus vulgaris*, é o mais importante por ser a espécie mais antiga e mais utilizada nos cinco continentes (VIEIRA, 2006). Considerando os diversos gêneros e espécies, o feijão é cultivado em 117 países em todo o Mundo. O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é a espécie mais cultivada entre as demais e o Brasil em 2006 foi o maior produtor, respondendo com 18,2% da produção mundial (POSSE, 2010).

Essa cultura é bastante difundida em todo o território nacional no sistema solteiro ou consorciado com outras culturas. Ainda é reconhecido como uma cultura de subsistência em pequenas propriedades, muito embora tenha havido, nos últimos 25 anos, crescente interesse de produtores de outras classes, com adoção de tecnologias avançadas, incluindo irrigação, controle fitossanitário e colheita mecanizada. Essa grande dispersão da produção sobre o território nacional tem dificultado a organização da cadeia produtiva, especialmente em regiões onde predominam propriedades menores, quando estas não estão devidamente organizadas. A produtividade da cultura, apesar de muito diferenciada entre regiões do Brasil, tem crescido nos últimos anos, sendo maior nos estados na região central brasileira. Nessa região, a 3^a safra tem presença marcante e, com o uso da irrigação, são alcançada produtividade de 2985 kg.ha⁻¹(POSSE, 2010).

O feijão comum é um dos mais importantes constituintes da dieta da população brasileira, por ser reconhecido como uma excelente fonte de proteína além de possuir bom conteúdo de carboidratos. A principal proteína do feijão é rica no aminoácido essencial lisina, porém pobre nos aminoácidos sulfurados metionina e cisteína, essenciais ao homem, o que torna a tradicional dieta arroz com feijão do brasileiro complementar em termos de aminoácidos essenciais (BASSINELO, 2009). Como uma das principais culturas produzidas no Brasil e no Mundo, sua importância extrapola o aspecto econômico, dada sua relevância enquanto fator de segurança alimentar e nutricional e sua importância cultural na culinária de diversos países e culturas. Características agronômicas e culturais credenciam a cultura do feijão como excelente alternativa de exploração agrícola para pequenas propriedades. No Brasil, dados do Censo Agropecuário de 2006 indicam que a agricultura familiar é

responsável por 53% da produção, 70% da área colhida e 89% das propriedades que produzem feijão de cor, o que reforça a vocação dessa cultura para produção em pequena escala (POSSE, 2010).

O feijão é produzido em todos os estados da Federação, mas principalmente no Paraná, Minas Gerais, Bahia, São Paulo e Goiás. A produção apresenta certa sazonalidade que se traduz em três safras não bem definidas no tempo. Na 1ª safra, ou “das águas” (também chamadas de safra do Sul e Sudeste), a semeadura geralmente é feita entre agosto e outubro, podendo se estender até novembro e dezembro e a colheita a partir de novembro até março, com maior intensidade em dezembro. Na segunda safra, ou “safra da seca” (também chamada de “safra do Nordeste e Sudeste”), a semeadura é feita entre janeiro e abril e a colheita de abril até julho. A 3ª safra, ou “safrinha”, também conhecida como “safra de outono-inverno”, safra do Sudeste e “safra irrigada”, é semeada a partir de maio, com a colheita entre agosto e outubro (POSSE, 2010).

A área semeada com feijão no mundo, na safra de 2013 foi estimada em 53,23 milhões de hectares e 4,6% (2,34 milhões de hectares) maior que a cultivada em 2011/12, que totalizou 50,89 milhões de hectares. No Brasil considerando as três safras, estima-se que a área total de feijão deverá chegar a 3,0 milhões de hectares, 6,2% menor que a safra passada. A produção nacional de feijão deverá alcançar 2,83 milhões de toneladas, 3,1% menor que a última safra (CONAB, 2013).

2.2 Importância da cultura do milho

O milho (*Zea mays* L) é atualmente produzido em cerca de 100 milhões de hectares em 125 países em desenvolvimento e está entre as três culturas mais cultivadas em 75 destes países. A cultura do milho supre mais de 20% do total de calorias de dietas humanas em 21 países e mais de 30% das calorias em 12 países que são a morada de 310 milhões de pessoas (SHIFERAW et al., 2011). Globalmente, 765 milhões de toneladas de milho foram colhidas em 2010, de uma área de cerca de 153 milhões de hectares. O milho é a cultura ou alimento preferido para 900 milhões de agricultores e consumidores dos países de média a baixa renda. A previsão de crescimento da demanda de milho para consumo humano nos países em desenvolvimento é de 1,3% ao ano até 2020. O aumento da renda per capita esperado pode resultar num consumo dobrado de carne no mundo em desenvolvimento, levando a uma

previsão de crescimento de demanda por milho, como ração, de cerca de 2,9 % por ano (NAYLOR et al., 2005).

No Brasil o milho grão é cultivado em todas as unidades da federação, sendo o terceiro produtor mundial após os Estados Unidos e a China. Do total produzido, cerca de 18% são destinados ao consumo humano. A produtividade do milho em grãos no Brasil é relativamente baixa, quando comparada a de outros países como Estados Unidos e Argentina. A média brasileira é cerca de 4050 kg ha⁻¹. Na safra de verão 2013/2014 a área de cultivo foi de 7,30 milhões de hectares, com produção estimada de 38,42 milhões de toneladas e produtividade média de 5.258 kg ha⁻¹. Na segunda safra, a área de cultivo foi de 8,52 milhões de hectares, a produção foi de 46,70 milhões de toneladas e a produtividade média de 5.479 kg ha⁻¹ (ABIMILHO, 2013).

O consumo do milho no estado verde e seus derivados sempre foi uma tradição no Brasil. Seu uso á mesa é feito sob a forma direta, como grãos cozidos, refogados ou assados na espiga, ou ainda podem ser transformados em sucos, sopas, bolos, curau e pamonhas. Essas preparações eram, até a pouco tempo, sazonais e de fabricação caseira. Atualmente, com a facilidade de transporte no interior do país e o desenvolvimento de novas técnicas de semeadura, adubação, irrigação e colheita, pode-se obter milho verde o ano todo. A matéria prima deixou de ser sazonal, o que permite desenvolver uma nova atividade, que é o processamento em escala agroindustrial, bem estruturada (LEME, 2007).

2.3 Importância do consórcio milho e feijão

Diversos autores abordam a importância do sistema de cultivo múltiplo, tanto como peça fundamental na manutenção de pequenos agricultores e agricultores de subsistência, quanto componente de sistemas agrícolas mais sustentáveis. Para a maioria dos agricultores com menos recursos econômicos a preocupação com a produção por área e o retorno econômico pode ser menor do que o enfoque no suprimento de alimentos para a família, produção de alimentos com um mínimo de investimento de capital, redução de custos e diversificação do suprimento de alimentos ao longo do ano (COELHO, 1999). Para esses agricultores que contam com pouca terra, mão de obra abundante para a área de que dispõem e pouco capital, o sistema é interessante, pois permite o uso mais intensivo da limitada área que possuem, sendo um meio de diminuir o risco de insucesso, aumentar a proteção vegetativa do solo contra a erosão e permitir o uso mais eficiente da mão de obra. Em geral a

pequena propriedade é um negócio familiar que emprega o trabalho manual, com pouca ou nenhuma mecanização e a exploração de maior número de culturas no mesmo terreno oferece maior diversidade de produtos alimentares para o pequeno agricultor e sua família (VIEIRA, 2006).

A consorciação de culturas consiste na semeadura de duas ou mais espécies com diferentes ciclos e arquiteturas vegetativas exploradas concomitantemente na mesma área e num mesmo período de tempo, de modo que uma conviva com a outra, em todo ou pelo menos em parte do seu ciclo, sendo que não necessariamente tenham sido semeadas ao mesmo tempo (PINTO et al., 2011; ALBUQUERQUE et al., 2012).

Dentre os principais fatores que determinam a utilização deste sistema de produção destacam-se a redução dos riscos de perdas; maior aproveitamento da área da propriedade e maior retorno econômico. A redução de riscos é explicada pelo fato de duas ou mais culturas, numa mesma área, serem influenciadas de maneira diferente por condições adversas, como o clima, ataque de pragas e doenças. Dessa forma a ocorrência de condições prejudiciais a uma cultura pode não afetar ou até mesmo, ser benéfica às outras. No consórcio há um maior aproveitamento da área pelo agricultor que, ao colocar duas ou mais culturas no mesmo terreno, quase sempre, aumenta a eficiência de utilização da terra, ou seja, consegue produzir uma quantidade de grãos maior que aquela que produziria em monocultivo (PORTES, 1984).

Necessitando da introdução de técnicas de baixo custo, que contribuam para aumentar a produtividade das culturas a agricultura familiar exerce papel fundamental na produção de alimentos (SANTOS, 2008) e o consórcio de culturas é uma estratégia de melhor aproveitamento e exploração dos recursos disponíveis nas propriedades, ajudando na preservação do ambiente, melhorando a renda de quem vive no campo e possibilitando a manutenção das famílias no campo, apesar da baixa disponibilidade de recursos financeiros e técnicos (CAVALCANTE, 2005).

O cultivo do feijão é difundido em todo o território nacional, no sistema solteiro ou consorciado com outras culturas (THUNG, 2009). A razão da preferência do feijão no consórcio com o milho deve-se ao fato de ser uma cultura de ciclo relativamente curto e pouco competitivo; podendo ser semeado em diferentes épocas; é uma cultura tolerante com a competição movida pela outra planta usada no consórcio; é um dos alimentos básicos do povo brasileiro, além de constituir alternativa altamente viável para aumentar a oferta de alimentos (ANDRADE et al., 2001).

No consórcio o feijão pode ser semeado simultaneamente com o milho, no início das chuvas, ou no cultivo de substituição quando o milho já está começando a secar. Um procedimento menos comum é a semeadura do feijão antes do milho (VIEIRA, 1999).

Nos últimos anos, o milho vem sendo cultivado na entressafra com irrigação, destinado à produção de espigas colhidas verde. O cultivo de feijão consorciado com este milho tem sido incentivado (PORTES ; SILVA, 1996). No entanto, o consórcio de milho verde com feijão foi pouco estudado e faltam informações básicas sobre este sistema de produção. As cultivares de feijão para consórcio com milho verde devem ser de ciclo curto, com 70 a 80 dias entre a semeadura e a colheita (KLUTHCOUSKI et al., 1997). Uma vantagem deste tipo consórcio é a produção de grande quantidade de palhada de milho e feijão e espigas que são descartadas que podem ser utilizadas na alimentação de bovinos, em um período de escassez de pastagem (RAMALHO; COELHO, 1984). Além disso o milho colhido verde pode ser uma alternativa economicamente interessante para a agricultura familiar, possuindo maior valor de comercialização que o milho destinado para grãos e utilizando melhor a mão de obra na época da colheita. A crescente demanda das indústrias para enlatamento do milho verde e o consumo de espigas e derivados também tem exigido maior incremento na área cultivada no período do inverno (KLUTHCOUSKI et al., 1997).

A maioria das cultivares de milho e feijão disponíveis no mercado foi selecionada em condições de monocultivo, com o uso de tecnologia diferente das usadas no consórcio. O uso dessas cultivares em consórcio tem gerado resultados diferentes não havendo informações conclusivas sobre a interação das cultivares e sistemas de cultivo. Por isso, diversos pesquisadores tem comparado a produtividade de cultivares de feijão nos dois sistemas (KRONKA et al., 2000; VIEIRA, 2006). No entanto Santa Cecília e Ramalho (1982) mediram a produtividade de diversas cultivares em monocultivo e consórcio com o milho em dois locais. Obtiveram alta correlação genética entre os desempenhos das cultivares nos dois sistemas, nos locais, e concluíram ser mais importante a avaliação das cultivares em mais de um local, em monocultivo, do que a associação com o milho em um único local. Estudos conduzidos em outros estados ou países em geral também indicam que há correlação entre as produções obtidas nos dois sistemas, ou seja, as melhores cultivares de feijão no monocultivo assim se comportam na consorciação com o milho (VIEIRA,2008). Com bases nesses resultados, genético especificamente para criar cultivares adaptadas ao consórcio. Entretanto, outros como Hamblin e Zimmermann (2006) discordam.

Várias culturas tem sido empregadas em sistema de consórcio, porém o milho tem sido

a preferida, devido a sua tradição de cultivo, ao grande número de cultivares comerciais adaptados a diversas regiões ecológicas do Brasil e à excelente adaptação (JAKELAITIS et al., 2005).

Os melhoristas de milho também criam as cultivares sem levar em consideração o sistema consorciado. Durante certo tempo, acreditou-se que o milho de porte baixo fosse mais favorável ao feijão consorciado. Entretanto, os estudos levados a efeito por Ramalho e Coelho (1984) e Cruz et al. (1987) provaram que praticamente não há diferença em relação ao milho de porte normal. Estudo mais amplo, envolvendo cinco cultivares de milho de porte normal, cinco de baixo porte e cinco precoces, foi conduzido em dois anos por Cruz et al. (1984) verificando-se que o menor porte ou precocidade do milho não contribuíram para a maior produtividade do feijão consorciado.

2.4 Competição entre culturas no consórcio

Para que ocorra competição, há necessidade de sobreposição suficiente dos nichos dos indivíduos que competem entre si, de modo que eles passam a utilizar os mesmos recursos (MALUF, 1999). Pode haver competição intraespecífica e interespecífica pelos recursos luz, água, nutrientes e, em algumas situações, também por CO₂. A duração da competição determina prejuízos variáveis no crescimento e no desenvolvimento e, conseqüentemente, na produtividade das culturas (FLECK et al., 2008).

A competição só se estabelece quando a intensidade de recrutamento de recursos do ambiente pelos competidores suplanta a capacidade desse em fornecer aqueles recursos, ou quando um dos competidores impede o acesso por parte do outro competidor, como acontece em condições de sombreamento (PITELLI, 1985). A tendência é de as plantas vizinhas utilizarem os mesmos recursos e o sucesso desta disputa é fortemente determinado pela capacidade da planta em capturar recursos. Assim, um bom competidor apresenta alta taxa de crescimento relativo, podendo usar os recursos disponíveis rapidamente (RONCHI et al., 2001).

O sucesso do consórcio milho x feijão está basicamente nas diferenças apresentadas por ambas as culturas quanto às exigências e tolerâncias. O feijão caracteriza-se por ter metabolismo fotossintético C₃ e o milho mostra-se mais eficiente na fixação de CO₂, apresentando metabolismo fotossintético C₄. Nesse sistema nota-se uma competição

principalmente em relação à luz entre o feijão e o milho, já que a leguminosa apresenta porte bem mais baixo que a gramínea (VIEIRA, 1999).

Flesch (2002) no cultivo consorciado relata que as espécies normalmente diferem em altura e em distribuição de folhas no espaço e podem levar as plantas a competir por água, luz e nutrientes. A radiação solar incidente e o sombreamento da cultura mais alta sobre as culturas mais baixas serão determinados pelas alturas das plantas e pela eficiência de interceptação e absorção. A escolha do melhor arranjo e da época de semeadura é importante no desempenho do sistema, ou seja, na maximização da produção, uma vez que a radiação afeta o desenvolvimento da cultura de menor porte.

A associação entre espécies cultivadas é específica e depende das condições edafoclimáticas de cada local, devendo ser comprovada em cada agrossistema. A compatibilidade entre espécies, a fertilidade do solo, a ocorrência de plantas daninhas e a competição entre as espécies consorciadas pelos recursos do ambiente podem influenciar o estabelecimento e a produção satisfatória das culturas (JAKELAITIS et al., 2004).

Há diferenças sistêmicas entre consórcios. Nos cultivos mistos, nenhuma das culturas é organizada em fileiras distintas, enquanto nos cultivos intercalares pelo menos uma delas é semeada em fileiras. Nos cultivos em faixa, às culturas são instaladas em faixas suficientemente amplas para permitir o manejo independente de cada cultura, mas possibilitando a interação entre elas. Nos cultivos de substituição, uma cultura é instalada depois que a anterior alcançou a fase reprodutiva de crescimento, porém ainda não atingiu o ponto de colheita. O feijão é o preferido nos consórcios culturais pela razão da cultura ser de ciclo vegetativo curto e pouco competitivo, podendo ser semeado em diferentes épocas (VIEIRA, 2006).

Quando o período de maior demanda pelos recursos luz, água, nutrientes e ambientais das culturas consorciadas não é coincidente a competição entre as mesmas pode ser minimizada, sendo esta situação denominada complementaridade temporal. A eficiência do consórcio é muitas vezes dependente da complementaridade entre as culturas e é o principal fator determinante da eficiência dos sistemas normalmente empregados (MONTEZANO; PEIL, 2006).

Embora sejam utilizados vários tipos de consórcio variando o momento da semeadura das culturas envolvidas (VIEIRA, 2006), foi verificado que a semeadura da leguminosa um certo tempo antes do milho pode reduzir o efeito da competição, aumentando o rendimento do feijão e tornando o sistema mais eficiente, conforme o objetivo do agricultor. Silva et al.

(2001) relatam que o milho diminuiu sua altura e reduz a produtividade à medida que sua semeadura é retardada no consórcio com o feijão. Quando semeado antes rende tanto quanto no monocultivo, certamente pela menor competição e maior benefício do adubo destinado à leguminosa. O feijão aumenta sua produtividade com o atraso da semeadura do milho, porém, não tem os mesmos benefícios, com produção quase desprezível, quando feito o contrário (SILVA et al. 2001; PORTES; SILVA, 1996).

Em trabalho de Stoffel (1999) o milho, quando consorciado com o feijão Ouro Negro (Tipo III), apresentou produtividade média 12,9% menor do que quando consorciado com o Meia Noite (Tipo II). O hábito indeterminado e semitrepador, de certa forma exerceu maior competição sobre o milho. O índice de acamamento médio das plantas de milho quando consorciado com o Ouro Negro foi 43% superior ao consórcio com Meia Noite. Não houve efeito da população do feijão sobre a população do milho, provavelmente devido aos baixos níveis de insolação no período.

2.5 População de plantas no consórcio

Quando duas ou mais populações de diferentes culturas são semeadas juntas, para formar um agroecossistema consorciado, e a produtividade resultante das populações combinadas é maior do que aquela das culturas solteiras é muito provável que estes aumentos sejam resultado da complementaridade das características de nicho das populações em questão (GLIESSMAN, 2000).

A densidade de plantas depende de vários fatores como hábito de crescimento de plantas de feijão, fertilidade do solo e disponibilidade de água para as culturas. Portanto é difícil indicar, com precisão, a população exata de plantas para o consórcio. Alguns resultados são coincidentes em torno das mesmas populações de plantas (MACIEL et al., 2004a), mas ainda há controvérsias. Vários trabalhos têm mostrado produtividades altas com populações de 40.000 e 120.000 plantas ha⁻¹ para milho e feijão, respectivamente para a época “das águas”. Outros estudos indicam que, quanto maior a população de milho, menor a produtividade da cultura do feijão. Porém se a população de feijão for muita alta, maior será a produtividade, mas com prejuízo para o milho (LIMA et al., 2002). Para o cultivo de substituição as populações podem ser aumentadas para 60.000 plantas ha⁻¹ para o milho na época “das águas” e 240.000 plantas ha⁻¹ para o feijão no final do ciclo da cultura do milho (VIEIRA, 1999).

Usando a população constante de 30 mil plantas ha^{-1} , Chagas et al. (1983) aumentaram o intervalo entre as linhas de milho de 1,0 m para 2,0 m, com aumento de duas para quatro linhas de feijão intercaladas, a fim de verificar se haveria benefício para o feijão. Concluíram que o alargamento do espaçamento do milho não foi vantajoso, porque causou decréscimo tanto na produção do milho como na do feijão.

Vários arranjos entrelinhas de feijão e milho são possíveis como fileiras duplas do feijão espaçadas de 0,50 m semeadas nas entrelinhas do milho espaçadas de 1,50 m ou fileiras simples da leguminosa com milho espaçado de 1,00 m (PEREIRA FILHO et al., 2003). Nesse caso verificaram que o feijão rendeu mais no sistema de fileiras simples.

Arf et al. (1996), conduzindo ensaio no período de inverno, utilizando a cultivar Ouro (tipo II) em monocultivo, usando diferentes espaçamentos e densidades de semeadura na linha (8, 12 e 16 plantas por metro) concluíram que o aumento do número de plantas na linha propicia uma diminuição na produção de matéria seca, vagens e sementes por planta. Porém a produtividade foi compensada com o aumento na densidade de semeadura, sendo que 16 plantas por metro proporcionou maior produtividade do que 8 plantas por metro. Os espaçamentos não influenciaram a produtividade da cultura.

No estado de São Paulo, para as cultivares comuns em monocultivo, com ciclo normal e hábitos de crescimento dos tipos II e III, são preferencialmente adotados os espaçamentos de 0,50 m a 0,60 m entrelinhas, procurando obter 10 plantas adultas por metro na cultura (200 mil a 167 mil plantas ha^{-1}). Para as cultivares com ciclo curto, de menor porte e hábitos de crescimento do tipo I e II, recomenda-se semeadura com 0,40 m a 0,50 m entrelinhas e 12 a 15 plantas por metro (300 a 240 mil plantas ha^{-1}). A uniformidade na distribuição das plantas na linha é de importância fundamental para a produtividade e especial cuidado deve ter principalmente na área de semeadura direta (WUTKE et al., 2008).

Em geral há uma indicação de 200 a 240 mil plantas ha^{-1} como adequadas para se obter as máximas produtividades em feijão solteiro. Essas populações, no entanto, podem ser obtidas com diversos arranjos, combinando espaçamentos que variam de 0,20 a 0,70 m entre linhas com densidade de 4 a 14 plantas por metro. A indicação do arranjo populacional considerado o mais adequado, normalmente é de 0,40 a 0,50 m de espaçamento entrelinhas com 10 a 20 plantas por metro. Outras vezes limitam-se a considerar apenas a população por área, mesmo porque, sendo o feijão uma planta com muita plasticidade, pode produzir satisfatoriamente numa faixa limite de população bastante ampla, em alguns casos chegando a uma variação de 100 a 400 mil ha^{-1} (SOUZA et al., 2002).

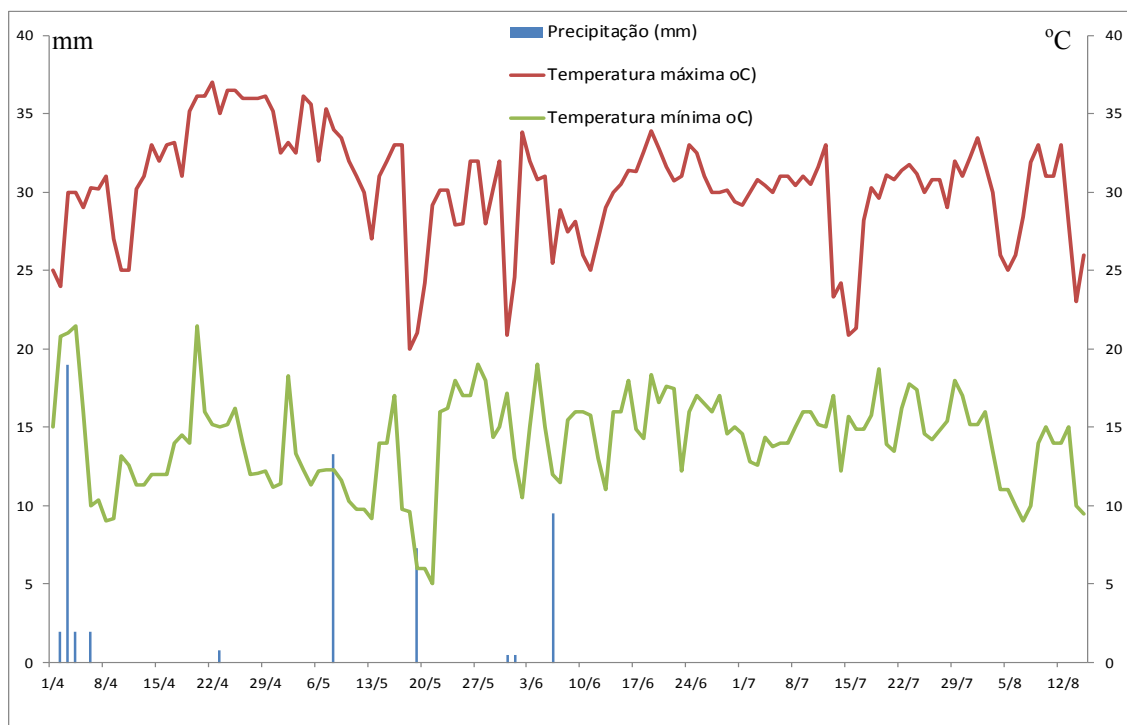
O manejo da produção de culturas em consórcio, comparado com o sistema convencional em monocultivo, demanda mais pesquisas. Há a necessidade de concentrar pesquisas que avaliem a escolha de cultivares, arranjo da população das plantas, melhor associação entre as plantas e contribuir para o melhor desempenho do sistema das culturas consorciadas. Várias indagações ainda são feitas com relação ao consórcio milho-feijão, quando se busca maximizar a eficiência de ambas as culturas. O objetivo sempre deve ser maximizar o desempenho agronômico de feijão e milho, aproximando o máximo possível do monocultivo. A busca de uma melhor população de plantas de cada cultivar de feijão consorciado encaixa-se nesses tipos de estudo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização do local da pesquisa

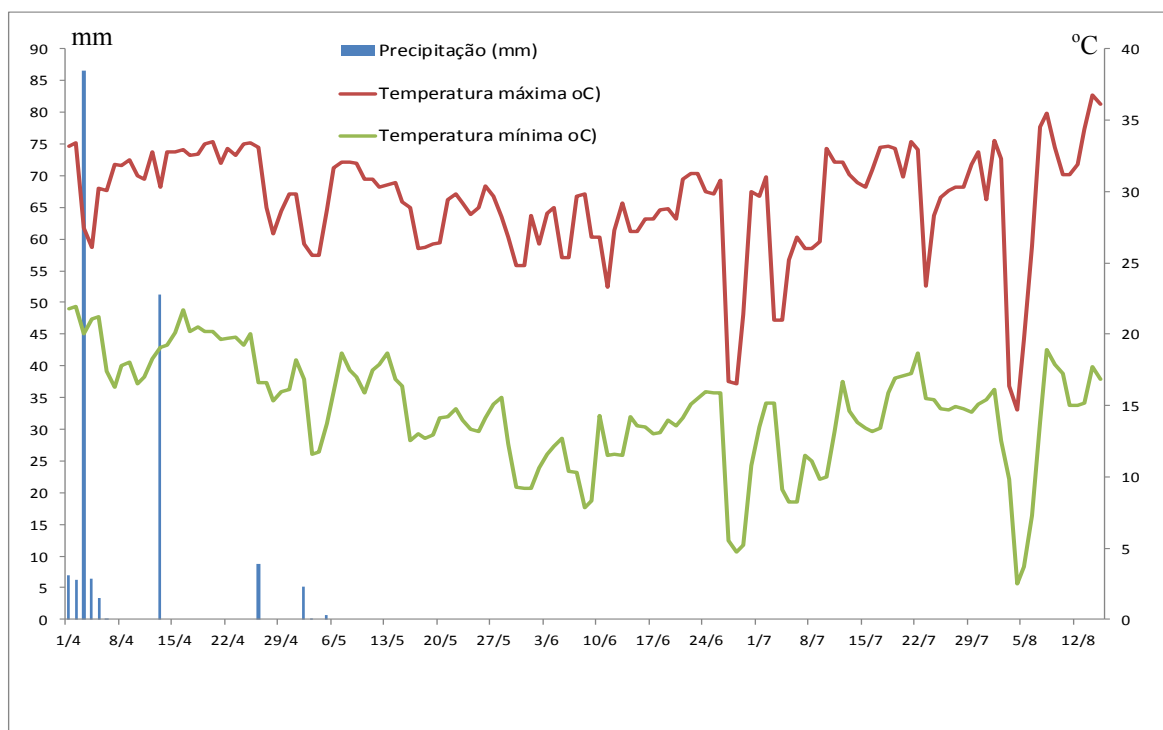
O experimento foi desenvolvido durante os anos de 2010 e 2011, em área experimental do Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios do Extremo Oeste, sediado no município de Andradina-SP, localizado na região noroeste do Estado de São Paulo a 379 metros de altitude, latitude 20°55'S e longitude 51°23'W. O clima, segundo a classificação Köpen, é tropical quente e úmido com inverno seco. A precipitação média anual é de 1.340 mm e a temperatura média anual é de 24,6 °C. O solo do local foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO distrófico, textura arenosa (SANTOS, 2006). Durante o período de execução do experimento foram observadas as condições ambientais de precipitação, temperaturas mínimas e máximas (Figuras 01 e 02).

Figura 01. Dados de precipitação pluvial, temperaturas máximas e mínimas, em Andradina, SP, no período de abril a agosto de 2010.



Fonte: CIIAGRO (2013).

Figura 02. Dados de precipitação pluvial, temperaturas máximas e mínimas, em Andradina, SP, no período de abril a agosto de 2011.



Fonte: CIIAGRO, 2013.

Antes da instalação do experimento em 2010 foi realizada a coleta de uma amostra composta de solo para fins de análise química, originada de 20 amostras simples em toda área experimental, na camada de 0-20 cm, seguindo metodologia proposta por Rajj et al. (2001) cujos resultados estão apresentados na Tabela 01.

A área foi ocupada anteriormente com milho, sendo realizada uma roçada e posteriormente preparada com uma aração e duas gradagens, sendo a primeira realizada logo após a aração e a segunda às vésperas da semeadura. O experimento de 2011 foi instalado na mesma área do ano de 2010.

Tabela 01. Resultado da análise química do solo, referente à camada de 0-20 cm, no local de condução dos experimentos em Andradina-SP, 2010.

P	M.O.	pH	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	
mg dm ⁻³	g dm ⁻³	CaCl ₂	mmol _c dm ⁻³						V (%)
8,0	18,0	5,2	2,5	22,0	9,0	18,0	33,5	51,5	65,0

Fonte: Dados da Pesquisa

3.2 Delineamento experimental e tratamentos empregados

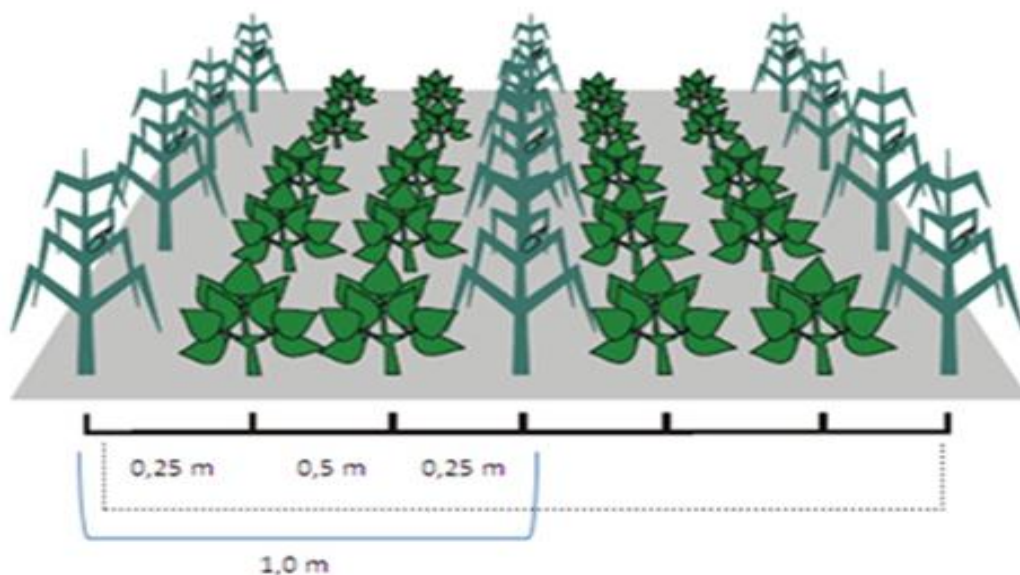
O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação das cultivares de milho Sol da Manhã e Dentado (população única de 40.000 plantas ha⁻¹, priorizando a produção de milho verde) e quatro populações de feijão “de inverno” em sistema solteiro e consorciado. No ano de 2010 foi utilizada a cultivar de feijão IPR Colibri e em 2011 a cultivar IPR Juriti (Tabela 2). As cultivares de milho são do tipo variedade, com folhas não eretas, sendo que Sol da Manhã foi desenvolvida pela Embrapa e Dentado é uma variedade experimental desenvolvida na UNESP – Campus de Ilha Solteira. Os 14 tratamentos foram os seguintes:

- T1- Feijão Solteiro com 150.000 plantas ha⁻¹;
- T2- Feijão Solteiro com 175.000 plantas ha⁻¹;
- T3- Feijão solteiro com 200.000 plantas ha⁻¹;
- T4- Feijão solteiro com 250.000 plantas ha⁻¹;
- T5- Milho Sol da Manhã Solteiro;
- T6- Milho Dentado Solteiro;
- T7- Milho Sol da Manhã consorciado com 150.000 plantas ha⁻¹ de feijão;
- T8- Milho Sol da Manhã consorciado com 175.000 plantas ha⁻¹ de feijão;
- T9- Milho Sol da Manhã consorciado com 200.000 plantas ha⁻¹ de feijão;
- T10- Milho Sol da Manhã consorciado com 250.000 plantas ha⁻¹ de feijão;
- T11- Milho Dentado consorciado com 150.000 plantas ha⁻¹ de feijão;
- T12- Milho Dentado consorciado com 175.000 plantas ha⁻¹ de feijão;
- T13- Milho Dentado consorciado com 200.000 plantas ha⁻¹ de feijão;
- T14- Milho Dentado consorciado com 250.000 plantas ha⁻¹ de feijão.

As parcelas do milho solteiro foram constituídas por seis linhas espaçadas de 1,0 m com 5,0 m de comprimento com as quatro linhas centrais usadas como área útil, sendo duas para coleta de dados de espigas de milho verde e duas para grãos secos. Para o feijão solteiro as parcelas foram de 12 linhas de cinco metros, espaçadas de 0,50m, considerando-se as quatro linhas centrais como área útil desprezando-se 0,50 m em ambas as extremidades. Duas linhas foram utilizadas para coleta de dados de matéria seca da planta e duas para grãos secos. As parcelas em consórcio foram do mesmo tamanho, sendo semeadas duas linhas de feijão espaçadas de 0,50m nas entrelinhas e a 0,25m das linhas de milho, seguindo um arranjo de uma

fileira de milho para duas de feijão (Figura 03). Os procedimentos para a coleta de dados para o milho e para o feijão foram semelhantes ao sistema solteiro.

Figura 3. Detalhe do consórcio com fileiras simples de milho e duplas de feijão.



Fonte: Soares (2000)

Tabela 02. Principais características das cultivares de feijão e milho utilizados nos experimentos em 2010 e 2011, Andradina, SP.

	Feijão		Milho	
	IPR Colibri	IPR Juriti	Sol da Manhã	Dentado
Cor da flor	Branca		-	-
Hábito de crescimento	Determinado (tipo I)	Indeterminado (tipo II)	-	-
Grupo comercial	Carioca	Carioca	-	-
Ciclo (dias)	67	89	-	-
Tempo cozimento (min)	22	29	-	-
Porte	Ereto	Ereto	Alto	Alto
Altura da planta	45 cm	60 cm		
Peso de mil sementes (g)	265	257		
Tipo de grão	-	-	Flint	Dentado

3.3 Condução dos experimentos

O feijão e o milho foram semeados manualmente e simultaneamente no dia 01 de abril de 2010 e 2011. No entanto, devido à alta precipitação após a semeadura em 2011 (Figura 02 e Apêndice 6), houve assoreamento e o feijão teve emergência baixa e desuniforme, havendo necessidade de nova semeadura 10 dias após a primeira. Tanto na semeadura do milho como do feijão foram utilizadas uma régua graduada e perfurada com quantidade de sementes duas vezes maior que a população desejada, sendo realizado o desbaste no final do estágio V₃ para o feijão e o para o milho. As sementes de milho foram tratadas com o inseticida imidacloprido + thiodicarb na dose de 45 g +135 g de i.a em 100 kg de sementes. As sementes de feijão foram tratadas com os fungicidas carboxina + tiram na dose de 60 g do i.a. de cada um em 100 kg de sementes.

A adubação química básica foi realizada nos sulcos de semeadura considerando a análise de solo e as recomendações de Ambrosano et al. (1996), para o feijão, e Raij e Cantarella (1996) para o milho. Foram aplicados 250 kg ha⁻¹ da formulação 08-28-16 na semeadura da cultura do milho e 220 kg ha⁻¹ da mesma formulação na cultura do feijão. Na adubação de cobertura foram aplicados 50 kg ha⁻¹ de N, utilizando-se como fonte a uréia, para a cultura do milho e a mesma quantidade para o feijão. As irrigações foram realizadas com sistema de irrigação fixo por aspersão, com precipitação média de 3,3 mm hora⁻¹ nos aspersores, com o manejo de água sendo realizado conforme a evapotranspiração e as necessidades das culturas.

O controle de plantas daninhas foi efetuado com capina manual aos 10 DAE do milho. Foi realizada uma pulverização do milho aos 10 DAE, com lambda-cialotrina (7,5 g do i.a. ha⁻¹), visando o controle de pragas de parte aérea e posteriormente outra pulverização aos 27 DAE com metomil (129 g do i.a. ha⁻¹) + lambda-cialotrina (7,5 g do i.a ha⁻¹).

3.4 Avaliações realizadas

3.4.1 Para o feijão

- Número de dias para florescimento: contados entre a emergência e o florescimento de 50% das plantas;

- Massa seca de plantas: medida em 10 plantas coletadas ao acaso da área útil das parcelas por ocasião do florescimento. As plantas foram levadas ao laboratório, acondicionadas em sacos de papel devidamente identificados e colocados para secagem em estufa de ventilação forçada à temperatura média de 60-70° C, durante 72 horas;
- Ciclo: número de dias transcorridos entre a emergência das plântulas até a colheita;
- Número de vagens planta⁻¹: calculado como média de 10 plantas coletadas em duas linhas da área útil das parcelas;
- Número de grãos planta⁻¹: calculado como média dos grãos produzidos por 10 plantas coletadas na área útil das parcelas;
- Número de grãos vagem⁻¹: calculado como media do número de grãos pelo número de vagens de 10 plantas coletadas na área útil das parcelas;
- Massa de 100 grãos: calculado com a pesagem de duas amostras de 100 grãos tomados ao acaso de cada parcela;
- Produtividade de grãos: medido com base em duas linhas da área útil das parcelas, desprezando-se 0,5m em ambas as extremidades. Após a secagem, as plantas foram submetidas à trilha manual, os grãos foram pesados e os dados transformados em kg ha⁻¹ e corrigidos para 13% de umidade em base úmida.

3.4.2 Para a cultura do milho

- Número de dias para o florescimento masculino: contados da emergência até o momento que 50% das plantas das parcelas estavam com as anteras abertas;
- Ciclo: contado em dias transcorridos entre a emergência e a colheita das espigas no estágio R3 (grãos leitosos), ou seja, quando os estigmas se soltavam facilmente da espiga, para milho verde e após a formação da camada preta para milho em grãos;
- Altura de plantas: calculada como a média de dez plantas seguidas na área útil das parcelas, do nível do solo até o colar da folha bandeira;
- Altura de espigas: calculada como a média de dez plantas seguidas na área útil das parcelas, do nível do solo até o nó de inserção da espiga principal;
- Diâmetro do colmo: medido no primeiro entrenó acima do solo com o auxílio de paquímetro digital, em 10 plantas da área útil das parcelas;
- Produtividade de espigas verdes com palha: massa das espigas da área útil das parcelas, com palha, transformada em kg ha⁻¹;

- Produtividade de espigas verdes despalhadas: massa das espigas da área útil das parcelas, sem palha, transformada em kg ha^{-1} ;
- Massa da palha fresca: calculada pela subtração da massa das espigas com palha e das espigas sem palha, sendo os dados transformados em kg ha^{-1} ;
- Comprimento de espigas: comprimento médio das espigas comerciais (cm) da área útil das parcelas na ocasião da colheita.
- Diâmetro de espigas: diâmetro médio das espigas comerciais (cm) da área útil das parcelas na ocasião da colheita.
- Número total de espigas: determinado pela contagem de todas as espigas da área útil das parcelas e extrapolado para kg ha^{-1} .
- Número de espigas comerciais: número de espigas que apresentaram diâmetro igual ou maior que 3,0 cm e comprimento igual ou maior que 15,0 cm na área útil das parcelas, transformado para kg ha^{-1} .
- Índice de espiga: determinado pela relação entre o número de espigas com grãos secos e número de plantas da área útil das parcelas;
- Número de grãos por espiga: determinado como média de 10 espigas tomadas aleatoriamente da área útil de cada parcela, contando-se o número de grãos de uma fileira e multiplicando-se pelo número de fileiras;
- Produtividade de grãos: massa dos grãos colhidos na área útil das parcelas, transformada em kg ha^{-1} ;

3.4.3 Avaliação do consórcio

O consórcio foi avaliado pelo Índice de Equivalência de Área (IEA), calculado pela fórmula $IEA = IF + IM = (Fc/Fm) + (Mc/Mm)$, onde IF e IM são os índices para feijão e milho, Fc e Mc são as produtividades do feijão e milho em consórcio e Fm e Mm suas produtividades em monocultivo. O consórcio é considerado eficiente quando o IEA for superior a 1,0, conforme VIEIRA (1999).

3.4.4 Análises estatísticas

Os dados foram analisados separadamente para cada ano, de várias maneiras visando extrair o máximo de informações. Para os caracteres do feijão, primeiramente foi realizada análise de variância com apenas os 12 tratamentos que envolveram essa cultura, desdobrando os graus de liberdade de tratamentos para populações de feijão solteiro, em consórcio com Sol

da Manhã, em consórcio com Dentado e a comparação entre os três sistemas de cultivo (Tabela 03).

Tabela 03. Esquema da análise de variância para os caracteres do feijão, com desdobramento dos graus de liberdade de tratamentos.

Fontes de Variação	GL	QM	F
Blocos	3	QM ₁	QM ₁ /QM ₇
Tratamentos	(11)	QM ₂	QM ₂ /QM ₇
Populações de feijão solteiro	3	QM ₃	QM ₃ /QM ₇
Populações de feijão em consórcio com Sol da Manhã	3	QM ₄	QM ₄ /QM ₇
Populações de feijão em consórcio com Dentado	3	QM ₅	QM ₅ /QM ₇
Sistemas de cultivo	2	QM ₆	QM ₆ /QM ₇
Resíduo	33	QM ₇	
Total	47		

Em seguida foi realizada análise em esquema fatorial (4 populações de feijão x 3 sistemas de cultivo), apenas para verificar a significância da interação entre essas fontes de variação (Tabela 04). Nesta análise a fonte de variação sistemas de cultivo é a mesma da análise anterior, mas a fonte populações de feijão engloba todos os sistemas, sem desdobramento.

Tabela 04. Esquema da análise de variância para os caracteres do feijão, no esquema fatorial com quatro populações de feijão x três sistemas de cultivo.

Fontes de Variação	GL	QM	F
Blocos	3	QM ₁	QM ₁ /QM ₆
Tratamentos	(11)	QM ₂	QM ₂ /QM ₆
Sistemas de cultivo (S)	2	QM ₃	QM ₃ /QM ₆
Populações de feijão (P)	3	QM ₄	QM ₄ /QM ₆
S x P	6	QM ₅	QM ₅ /QM ₆
Resíduo	33	QM ₆	
Total	47		

As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, com desdobramento nos casos em que a interação sistemas de cultivo x populações foi significativa. Também foi realizada

análise de regressão para populações nos casos em que houve significância para essa fonte de variação.

Para os caracteres do milho a análise de variância foi realizada com 10 tratamentos, ignorando-se os quatro tratamentos com feijão solteiro. O esquema foi o fatorial 2 x 5 (duas cultivares de milho x cinco populações de feijão), considerando-se o milho solteiro como população zero de feijão (Tabela 05).

Da mesma maneira que foi feito para os caracteres do feijão, as médias foram submetidas ao teste de Tukey e análise de regressão para populações de feijão.

Tabela 05. Esquema da análise de variância para os caracteres do milho, no esquema fatorial com duas cultivares de milho e cinco populações de feijão.

Fontes de Variação	GL	QM	F
Blocos	3	QM ₁	QM ₁ /QM ₆
Tratamentos	(9)	QM ₂	QM ₂ /QM ₆
Cultivares de milho (C)	1	QM ₃	QM ₃ /QM ₆
Populações de feijão (P)	4	QM ₄	QM ₄ /QM ₆
C x P	4	QM ₅	QM ₅ /QM ₆
Resíduo	27	QM ₆	
Total	39		

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Número de dias para emergência, florescimento e ciclo das culturas

A emergência das plantas de feijão ocorreu sete dias após a semeadura e as de milho seis dias após a semeadura, para todas as cultivares em ambos os anos (Tabela 06). O florescimento pleno das cultivares IPR Colibri e IPR Juriti ocorreu aos 28 e 37 DAE, respectivamente e o ciclo encerrou-se após 68 e 92 DAE. A cultivar IPR Colibri mostrou-se mais precoce em aproximadamente 24 dias, mas isso não é comparável pelo fato de serem anos diferentes.

O florescimento masculino das cultivares de milho ocorreu aos 58 e 55 DAE, para Dentado e Sol da Manhã, respectivamente, no ano de 2010. Em 2011 o florescimento masculino ocorreu aos 62 e 58 DAE. No ano agrícola de 2010 a colheita das espigas no estágio leitoso e de grãos secos foi realizada aos 84 e 143 DAE, respectivamente, enquanto que em 2011, em virtude de temperaturas mais baixas, o ciclo do milho verde se alongou até os 87 DAE e o de grãos foi de 147 DAE. Assim, nas condições onde foram conduzidos os experimentos o feijão IPR Colibri foi o mais adequado para este tipo de consórcio, devido sua colheita ocorrer antes do milho verde.

Tabela 06. Número de dias para emergência, florescimento pleno e ciclo de cultivares de feijão e milho, em Andradina-SP, 2010 e 2011.

Cultivar	Dias para emergência		Dias para florescimento masculino		Dias para completar o ciclo *	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
	<i>Feijão</i>					
IPR Colibri	7	-	28	-	68	-
IPR Juriti	-	7	-	37	-	92
	<i>Milho</i>					
Dentado	6	6	58	62	84 (143)	87 (147)
Sol da manhã	6	6	55	58	84 (143)	87 (147)

* - milho verde fora do parêntesis e milho grão entre parêntesis.

Fonte: Dados da Pesquisa

4.2 Cultura do feijão

No ano de 2010, com a cultivar de feijão IPR Colibri, ocorreram diferenças significativas entre populações de plantas apenas para o número de vagens por planta e número de grãos por planta no sistema solteiro (Tabela 07). Estas variáveis diminuíram à medida que se aumentou a população, mas não houve reflexo na produtividade de grãos. Essa redução linear provavelmente foi devido à crescente competição intraespecífica mas, dentro do intervalo de populações estudado (150 a 250 mil plantas ha⁻¹), houve compensação pelo aumento do número de feijões, não influenciando significativamente a produtividade de grãos (Tabela 07). Esses resultados são coerentes com os obtidos por outros pesquisadores (FARIA e KRANZ, 1982 ;LEMOS et al., 1993) e confirmam a existência de uma razoável capacidade de compensação entre os componentes da produtividade (FERNANDES, 1987).

O monocultivo produziu 3,7 vezes mais que o consórcio com ambas as cultivares de milho (Tabela 07) devido aos melhores desempenhos obtidos em todos os caracteres componentes da produção e a inexistência de competição interespecífica com o milho. Ramalho et al. (1990) explica que o número de flores produzidas por planta no monocultivo pode ser 27,4 % superior quando comparado ao consórcio, o que deve ter refletido no fato das plantas no sistema solteiro terem desenvolvido 2,8 vezes mais vagens por planta que o consórcio, neste trabalho (Tabela 07). O número de vagens por planta é a característica com maior potencial a ser considerada na seleção de cultivares de feijão em monocultivo, visando a semeadura em consórcio (LANA et al., 2003). Isso se justifica pelo fato de alguns estudos (PORTES; CARVALHO, 1983; RAMALHO et al., 1985) não terem encontrado efeito do milho sobre o número de sementes por vagem e sobre o peso médio das sementes.

A produtividade média do feijão IPR Colibri foi de 731 e 889 kg ha⁻¹ em consórcio com o milho Dentado e Sol da Manhã, respectivamente, enquanto em sistema solteiro foi de 3.021 kg ha⁻¹, ou seja, uma queda de 73% na produtividade do consórcio em relação ao sistema solteiro. Esses resultados são semelhantes aos obtidos por Santos (2007) e maiores que a redução de 50% encontrada por Ramalho et al. (1990). Vieira (1999) explica que, dependendo da densidade populacional das culturas, a quebra da produção do feijão consorciado em relação ao solteiro varia de 20 a 70%. Neste trabalho a variação na densidade populacional no consórcio não teve efeito significativo, não tendo contribuído para a variação nessa redução.

Tabela 07. Teste F da análise de variância, médias e equações de regressão para os caracteres massa seca por planta (MSP), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), número de grãos por planta (NGP), massa de 100 grãos (M100), e produtividade de grãos de feijão IPR Colibri (PGC). Análise de 12 tratamentos com desdobramento dos sistemas de cultivo, ano de 2010.

Fontes de Variação	GL	MSP (g)	NVP	NGV	NGP	M100 (g)	PGC (kg ha ⁻¹)
Blocos	3	3,9**	2,1	0,73	3,1*	0,7	0,6
Pop. feijão solteiro	3	8,7*	31,3* (1)	1,75	34,4* (2)	0,3	1,5
Pop. consórcio Sol da Manhã	3	0,4	0,6	0,68	0,8	2,4	0,3
Pop. consórcio Dentado	3	0,2	1,5	0,42	1,0	1,8	0,3
Sistemas de cultivo	2	24,4*	118,4*	6,50*	120,2*	41,0*	354,4*
Médias feijão solteiro		12 a	14 a	4,7 a	67 a	22 a	3.021 a
Médias cons. Sol da Manhã		7 b	5 b	4,0 b	20 b	19 b	889 b
Médias cons. Dentado		7 b	5 b	3,8 b	19 b	18 b	731 b
Média geral		9,0	8,1	4,1	35,7	20,2	1.547
CV (%)		25,0	23,9	17,77	27,8	6,1	17,5

**, * - Significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F; Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Dados da Pesquisa

No cultivo solteiro, embora não tenha havido influência da população de feijão na massa seca por planta, o aumento da população de plantas do feijão aumentou a biomassa total. Porém a produtividade de grãos por planta foi reduzido em virtude do elevado auto-sombreamento que se estabelece a partir do início do enchimento dos grãos (PORTES; CARVALHO, 1983; DIDONET, 2002).

No ano de 2011, para IPR Juriti no sistema solteiro (Tabela 08), observa-se que houve a mesma tendência do ano anterior com IPR Colibri. Portanto as mesmas considerações sobre os efeitos de compensação com o aumento da população são válidos também para este ano.

O consórcio reduziu todos os componentes de produção. A produtividade média do feijão IPR Juriti foi de 291 e 379 kg ha⁻¹ no consórcio com o milho Dentado e Sol da Manhã, respectivamente, enquanto que em sistema solteiro foi de 2.484 kg ha⁻¹. Embora os dados desses dois anos não possam ser comparados estatisticamente, acredita-se que essas produtividades inferiores sejam devidas em grande parte ao atraso na semeadura e por dificuldades climáticas nesta etapa (excesso de chuva). Houve uma queda de 86% na produtividade do consórcio em relação ao sistema solteiro. Essa maior diferença em relação ao ano anterior, provavelmente se deve ao atraso de 10 dias na semeadura do feijão em relação ao milho, pois a primeira semeadura da leguminosa foi perdida. Flesch (1992) recomenda não atrasar mais que 15 dias a semeadura do feijão em relação ao milho, sob a pena de o feijão pouco ou nada produzir.

Nos dois anos, os consórcios com milho Sol da Manhã apresentaram comportamentos semelhantes ao consórcio com o milho Dentado para todos os componentes de produção, sempre inferiores a média do feijão solteiro. No ano de 2010 verificou-se uma diferença de 9 vagens por planta a mais para IPR Colibri em monocultivo e em 2011 essa diferença foi de 8,2 vagens por planta para IPR Juriti.

A interação entre populações de feijão e sistemas de cultivo foi significativa apenas para o número de vagens por planta e número de grãos por planta (Tabela 09). Isso indica que as diferenças entre populações não são as mesmas em todos os sistemas, o que se comprova pela significância do teste de Tukey e da regressão apenas para o sistema solteiro (Tabela 10). Portanto a causa da interação é o sistema de feijão solteiro onde o número de vagens por planta e número de grãos por planta foram maiores nas populações menores. Nas análises anteriores, apenas com o desdobramento, já foi enfatizado que apenas no sistema solteiro houve significância do teste F para populações e a tendência de diminuição desses caracteres com o aumento da população foi verificada significativa pela regressão linear. No consórcio

as variedades de milho (Dentado e Sol da Manhã) influenciaram o comportamento do feijão da mesma forma e o aumento da população de plantas de feijão não alterou os caracteres estudados.

Devido à precocidade da IPR Colibri, sua colheita ocorreu antes do milho colhido verde, o que não prejudica a planta de feijão, facilita a colheita das espigas e distribui melhor a mão de obra na propriedade.

Tabela 08. Teste F da análise de variância, médias e equações de regressão para os caracteres massa seca por planta (MSP), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), número de grãos por planta (NGP), massa de 100 grãos (M100) e produtividade de grãos de feijão IPR Juriti (PGJ). Análise de 12 tratamentos com desdobramento dos sistemas de cultivo, ano de 2011.

Fontes de Variação	GL	MSP (g)	NVP	NGV	NGP	M100 (g)	PGJ (kg ha ⁻¹)
Blocos	3	4,2	2,4	1,6	3,1	3,8 **	1,7
Pop. feijão solteiro	3	0,2	3,4** ⁽¹⁾	1,5	3,9** ⁽²⁾	3,5 **	0,8
Pop. consórcio Sol da	3	0,7	0,5	0,3	0,6	0,6	0,5
Pop. consórcio Dentado	3	0,5	1,3	0,2	1,0	0,5	0,4
Sistemas de cultivo	2	8,0*	239,1*	10,8	283,9*	734,5*	46,4*
Média feijão solteiro		8,8 a	11,4 a	4,6 a	51,9 a	20,4 a	2.481,1 a
Média cons. Sol da Manhã		4,0 b	3,2 b	4,1 b	13,4 b	19,5 b	379,7 b
Média cons. Dentado		3,8 b	2,8 b	3,7 b	10,4 b	19,1 b	291,3 b
Média geral		5,5	5,8	4,1	25,2	19,7	1.050,7
CV (%)		4,8	21,5	12,6	21,8	17,4	29,7

$$^{(1)} y = -0,0000092x + 4,8075; \quad ^{(2)} y = -0,00003646x + 18,9510$$

**, * - Significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F; Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Fonte: Dados da Pesquisa

Tabela 09. Teste F da análise de variância e médias de populações para os caracteres massa seca por planta (MSP), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), número de grãos por planta (NGP), massa de 100 grãos (M100) e, produtividade de grãos de feijão IPR Colibri (PGC). Análise do fatorial 4 populações de feijão x 3 sistemas de cultivo, no ano de 2010.

Fontes de Variação	GL	MSP (g)	NVP	NGV	NGP	M100 (g)	PGC (kg ha ⁻¹)
Blocos	3	3,9*	2,1	0,7	3,1**	0,7	0,6
Sistemas de cultivo (S)	2	24,4*	118,4*	6,5*	120,2**	41,0*	354,4*
Populações (P)	3	5,1** ⁽¹⁾	16,8*	0,8	17,6**	0,9	0,6
S x P	6	2,4	8,3**	1,0	9,3**	1,8	0,8
População de 150.000		10,5 a	11,5 a	4,4 a	53,4 a	20,6 a	1.538 a
População de 175.000		9,3 ab	7,7 b	4,1 a	31,6 b	20,3 a	1.493 a
População de 200.000		9,3 ab	7,0 b	4,2 a	31,8 b	19,9 a	1.527 a
População de 250.000		7,0 b	6,3 b	4,0 a	26,1 b	19,9 a	1.632 a
CV (%)		25,0	23,9	17,8	27,8	6,1	17,6

** , * - Significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Tukey.

Fonte: Dados da Pesquisa

Tabela 10. Médias e equações de regressão do desdobramento de populações dentro de sistemas de cultivo para os caracteres número de vagens por planta (NVP) e número de grãos por planta (NGP), para a cultivar IPR Colibri, no ano de 2010.

Populações	Feijão solteiro	Consórcio com Sol da Manhã	Consórcio com Dentado
NVP			
150.000	22,05 a A ⁽¹⁾	5,75 a B	6,68 a B
175.000	13,70 b A	5,60 a B	3,73 a B
200.000	11,38 bc A	4,63 a B	5,08 a B
250.000	9,85 c A	4,23 a B	4,98 a B
NGP			
150.000	109,88 a A ⁽²⁾	23,85 a B	26,40 a B
175.000	55,68 b A	24,65 a B	14,43 a B
200.000	59,25 b A	17,83 a B	18,35 a B
250.000	44,03 b A	15,28 a B	19,05 a B
⁽¹⁾ $y = -0,000109x + 35,3736$		⁽²⁾ $y = -0,000549x + 173,6414$	

Médias seguidas de letras diferentes maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Dados da Pesquisa

Para a cultivar IPR Juriti, no ano de 2011, verifica-se que seu desempenho independe das populações de plantas utilizadas em qualquer sistema de cultivo, comprovado pela não significância da interação sistemas de cultivo x populações (Tabela 11).

Tabela 11. Teste F para os caracteres massa seca por planta (MSP), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), número de grãos por planta (NGP), massa de 100grãos (M100) e produtividade de grãos de feijão IPR Juriti (PGJ). Análise do fatorial 4 populações de feijão x 3 sistemas de cultivo, no ano de 2011.

Fontes de Variação	GL	MSP	NVP	NGV	NGP	M100	PGJ
Blocos	3	4,2 **	2,4	1,6	3,1**	3,8**	1,7
Sistemas (S)	2	8,0*	239,1*	11,0*	284,0*	734,5*	46,4*
Populações (P)	3	0,5	1,4	0,6	2,4	0,7	2,7
S x P	6	0,5	1,9	0,7	1,6	0,3	1,0
CV (%)		4,9	21,5	12,5	21,8	17,4	29,7

** , * - Significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F.

Fonte: Dados da Pesquisa

4.3 Cultura do milho

Para os caracteres do milho colhido verde (Tabela 12) as variedades de milho diferiram apenas para comprimento de espigas com a variedade Dentado apresentando espigas mais compridas em 1,0cm. Essas diferenças não influenciaram o número de espigas comerciais, o que indica que tanto uma cultivar como outra pode ser utilizada, optando-se apenas pelo tipo de grão, caso isso seja interessante para o agricultor.

Em relação às populações de feijão verificam-se diferenças significativas na produtividade de espigas com palha, massa de espigas sem palha, massa de palha e comprimento de espigas. Houve uma tendência de diminuição desses caracteres com o aumento da população do feijão de 150 mil para 250 mil plantas por ha (Tabela 12).

A interação variedades x populações foi significativa somente para comprimento de espigas. Portanto, para os demais caracteres de milho verde, a variação na população de plantas de feijão influencia ambas as variedades de milho da mesma maneira.

A média de produtividade de espigas com palha foi de 11.872 kg ha⁻¹, semelhante à obtida por Santos et al. (2011) nas mesmas condições de consórcio, solo e clima. Os resultados obtidos neste ano também estão de acordo com os verificados por Kluthcouski et al. (1997), que relatam a produção de espigas com palha de 11.972 kg ha⁻¹ utilizando o milho híbrido C742 consorciado com a cultivar o de feijão Jalo Precoce em arranjos semelhantes ao deste experimento. Resultados semelhantes foram obtidas por Maciel et al. (2004b) onde as diferenças observadas dizem respeito às cultivares do milho e o consórcio pouco interferiu nas características agrônômicas da poaceae.

A melhor população para o consórcio pode ser considerada 150.000 plantas de feijão, pois, pela regressão linear, foi a que permitiu maior produtividade de espigas verdes. Com essa população o produtor além de gastar menos sementes, baixando o custo de produção, produzirá mais milho verde e a produtividade de feijão será idêntica às maiores populações, como discutido na avaliação dos caracteres do feijão. Nessa população também se observa uma maior produção de palha no consórcio, o que é importante para pequenas propriedades, uma vez que podem ser utilizadas na alimentação dos animais ou na proteção do solo.

Tabela 12. Médias e teste F para produtividade de espigas de milho verde com palha (PEP), massa de espigas de milho verde sem palha (MESP), massa de palha (MP), número total de espigas de milho verde ha⁻¹ (NETH), número de espigas comerciais ha⁻¹ (NECH), comprimento de espiga de milho verde (CEV) e diâmetro de espiga de milho verde (DEV), no ano de 2010.

Fontes de Variação	GL	PEP (kg ha ⁻¹)	MESP (kg ha ⁻¹)	MP (kg ha ⁻¹)	NETH	NECH	CEV (cm)	DEV (cm)
Blocos	3	3,3**	2,9	2,9	1,5	1,6	3,3**	1,5
Variedades (V)	1	0,5	0,01	1,1	0,0	2,6	14,3*	0,7
Populações (P)	4	5,2* ⁽¹⁾	3,1** ⁽²⁾	5,9* ⁽³⁾	1,2	2,6	4,2*	0,9
V x P	4	0,3	0,2	0,8	0,8	0,6	3,5**	0,7
Médias Sol da Manhã	-	11.676 a	4.450 a	7.248 a	31.938 a	29.438 a	16,79 b	3,58 a
Médias Dentado	-	12.068 a	4.427 a	7.617 a	32.000 a	26.938 a	17,73 a	3,47 a
Média Pop.0	-	13.715 a	4.889 a	8.825 a	34.531 a	32.031 a	16,89 b	3,67 a
Média Pop. 150.000	-	12.893 ab	4.946 a	7.947 ab	33.594 a	30.313 a	17,16 ab	3,61 a
Média Pop. 175.000	-	11.412 ab	4.299 a	7.113 b	31.719 a	26.563 a	17,30 ab	3,50 a
Média Pop. 200.000	-	10.497 b	3.928 a	6.568 b	30.156 a	26.250 a	16,77 b	3,33 a
Média Pop. 250.000	-	10.844 b	4.131 a	6.712 b	29.844 a	25.781 a	18,21 a	3,51 a
CV (%)	-	15,1	16,9	14,8	16,7	17,5	4,5	11,1
Média geral	-	11.872	4439	7.433	31.969	28.188	17,26	3,52

$$^{(1)} y = -0,01294x + 13878; \quad ^{(2)} y = -0,00359x + 4495,216; \quad ^{(3)} y = -0,00936x + 8883,239.$$

** , * - Significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F; Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Fonte: Dados da Pesquisa

No ano de 2011 nota-se que houve diferenças significativas entre as variedades de milho apenas para diâmetro de espigas, com a variedade Dentado apresentando maior diâmetro (Tabela 13). Para populações de plantas verifica-se que houve diferenças significativas para produtividade de espiga com palha, massa de palha e número de espigas comerciais por ha. Neste ano de 2011 houve interação entre variedades e populações para produtividade de espigas com palha e massa de palha. Assim, com o aumento da população de feijão de 150 mil para 250 mil plantas por ha houve diminuição nas médias desses caracteres. Soares et al. (2000) também não encontraram diferenças no diâmetro e comprimento de espigas entre o monocultivo e o consórcio, porém verificaram que as plantas de milho tendem a crescer mais quando em consórcio, o que ocorreu no ano deste experimento. Deve-se lembrar de que a cultivar de feijão neste ano foi a IPR Juriti que, em maiores populações, competiu mais com o milho para produção de espigas verdes pelos fatores água, luz, espaço e nutrientes. Neste ano a produtividade de espigas sem palha e espigas comerciais de milho verde em consorcio também foi superior.

Tabela 13. Médias e teste F para produtividade de espigas com palha (PEP), massa de espigas de sem palha (MESP), massa de palha (MP), número total de espigas de milho verde por ha (NETH), número de espigas comerciais por hectare (NECH), comprimento de espigas de milho verde (CEV), diâmetro de espigas de milho verde (DEV), no ano de 2011.

Fontes de Variação	GL	PEP (kg ha ⁻¹)	MESP (kg ha ⁻¹)	MP (kg ha ⁻¹)	NETH	NECH	CEV (cm)	DEV (cm)
Blocos	3	0,14	1,09	0,85	0,83	1,84	1,42	1,53
Variedades (V)	1	1,02	0,01	3,86	1,42	3,79	2,23	4,24**
Populações (P)	4	2,72** ⁽¹⁾	0,72	6,85* ⁽²⁾	0,89	3,33** ⁽³⁾	0,76	0,55
V x P	4	2,89**	1,56	5,63*	2,22	1,36	1,60	1,51
Média Sol da Manhã	-	10.301 a	5.493 a	4.807a	38.813 a	32.188 a	18,0 a	4,34 b
Média Dentado	-	10.671 a	5.473 a	5.198a	37.125 a	29.500 a	18,3 a	4,57 a
Média Milho Solteiro	-	11.645 a	5.603 a	6.042 a	38.438 a	34.668 a	17,9 a	4,32 a
Média Pop. 150	-	10.742 ab	5.693 a	4.779 b	39.531 a	32.031 ab	18,1 a	4,58 a
Média Pop. 175	-	9.924 b	5.230 a	4.694 b	36.094 a	27.344 b	18,0 a	4,42 a
Média Pop. 200	-	10.252 ab	5.484 a	4.768 b	36.719 a	31.094 ab	18,3 a	4,49 a
Média Pop. 250	-	10.138 ab	5.406 a	4.732 b	39.063 a	29.063 ab	18,3 a	4,58 a
CV (%)	-	11,07	10,86	12,57	11,81	14,14	2,82	7,98
Média geral	-	10.486	5.483	5.003	37.968	30.844	18,1	4,46

$$^{(1)} y = -0,0066x + 11.510. \quad ^{(2)} y = -0,0057x + 5886,8029. \quad ^{(3)} y = -0,02337x + 34466.$$

**, * - Significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F; Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Dados da Pesquisa

Verifica-se ausência de significância para produtividade, tanto para variedades como para populações. (Tabela 14). Houve efeito significativo para populações de feijão e variedades de milho apenas para o número de grãos por espiga, que diminuiu com o aumento da população de feijão em consórcio, mas deve ter sido compensado pela massa média de grãos (caráter não avaliado).

As variedades não diferiram significativamente para produtividade de grãos, apesar do Dentado apresentar mais grãos por espiga (446) e menos espigas por planta (0,9) que o Sol da Manhã (401 grãos por espiga e 1,0 espigas por planta) (Tabela 14). A não influência das populações de feijão na produtividade do milho concorda com os resultados obtidos por Santos (2007) que também avaliaram o desempenho do milho para produção de grãos na presença do feijão em diferentes populações. Os agricultores geralmente consideram o milho como o componente principal do consórcio e, por isso, cultivam o feijão de modo a não prejudicar ou prejudicar pouco essa cultura (VIEIRA, 1999).

A ausência de interação entre variedades de milho e populações de feijão (Tabela 14), para todos os caracteres, indica que o comportamento geral das duas variedades foi o mesmo em todas as populações de feijão.

Tabela 14. Médias e teste F para os caracteres altura de plantas (AP), altura de espigas (AE), diâmetro do colmo (DC), índice de espigas (IE), número de grãos por espiga (NGE) e produtividade de grãos de milho (PG) no ano de 2010.

Fontes de Variação	GL	AP (cm)	AE (cm)	DC (mm)	IE (esp. planta ⁻¹)	NGE	PG (kg ha ⁻¹)
Blocos	3	5,9*	1,2	0,8	1,0	0,61	6,5*
Variedades (V)	1	2,8	3,4	0,01	5,5** ⁽¹⁾	25,5*	1,3
Populações (P)	4	0,6	1,1	2,3	1,8	5,5 *	0,5
V x P	4	0,1	0,7	0,5	1,0	4,0**	1,6
Média Sol da		218 a	124 a	20,3 a	1,05 a	401 b	4.099 a
Média Dentado		223 a	134 a	20,4 a	0,98 b	446 a	4.353 a
Média milho		225 a	127 a	21,9 a	1,1 a	460 a	4.128 a
Média Pop.		219 a	123 a	19,8 a	1,0 a	414 b	4.268 a
Média Pop.		220 a	126 a	20,4 a	0,9 a	425 a	4.290 a
Média Pop.		217 a	141 a	20,1 a	1,0 a	419 b	4.465 a
Média Pop.		221 a	128 a	19,4 a	1,0 a	396 b	3.979 a
CV (%)	-	4,8	14,5	8,9	8,9	6,6	16,8
Média geral	-	220	129	20,3	1,0	423,2	4.226

$$^{(1)} y = -0,00023493x + 459,664$$

** , * - Significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F; Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Dados da Pesquisa

Em 2011, com a cultivar de feijão IPR Juriti, verifica-se que houve diferença significativa entre variedades de milho para altura de plantas, altura de espigas, número de grãos por espiga e produtividade de grãos (Tabela 15). A variedade Dentado apresentou 12 cm a mais em altura de plantas e de espigas, 76 grãos a mais por espiga e diferença positiva de 724 kg ha⁻¹ na produtividade, quando comparada à Sol da Manhã. As populações de feijão influenciaram a altura de plantas e de espiga do milho, ocorrendo aumento das mesmas com o aumento da população de plantas de feijão em consórcio (Tabela 15). Maciel et al. (2004b) encontraram dados semelhantes, sendo que as plantas de milho em consórcio

foram mais altas que as plantas em monocultivo. Normalmente o milho apresenta uma dominância apical e tende a crescer mais em condições de competição moderada.

Da mesma maneira que em 2010, com a cultivar de feijão IPR Colibri, não houve interação significativa entre variedades de milho e populações de feijão. Portanto o melhor desempenho em produtividade da variedade Dentado ocorreu independentemente das populações de feijão.

Tabela 15. Médias e teste F para os caracteres altura de plantas (AP), altura de espigas (AE), diâmetro do colmo (DC), índice de espigas (IE), número de grãos por espigas (NGE) e produtividade de grãos de milho (PG) no ano de 2011.

Fontes de Variação	GL	AP (cm)	AE (cm)	DC (mm)	IE	NGE	PG (kg ha ⁻¹)
Blocos	3	0,8	0,4	2,3	0,2	1,6	0,8
Variedades (V)	1	9,3*	12,9*	0,4	0,3	13,1*	7,5*
Populações (P)	4	3,5** ⁽¹⁾	3,9** ⁽²⁾	0,8	0,7	0,8	0,8
V x P	4	1,9	0,5	1,2	1,1	1,4	0,5
Média Sol da	-	203,9 b	106,2 b	23,3 a	0,99 a	330,2	3.461 b
Média Dentado	-	215,6 a	118,3 a	22,8 a	1,01 a	404,8	4.185 a
Média Milho	-	195,7 b	99,7 b	21,8 a	1,0 a	347 a	3.397 a
Média Pop.150.000	-	213,6 a	114,3 ab	23,5 a	1,0 a	360 a	3.735 a
Média Pop.175.000	-	211,3 ab	115,4 a	23,9 a	0,9 a	391 a	4.013 a
Média Pop.200.000	-	214,2 a	119,2 a	22,6 a	1,0 a	350 a	3.901 a
Média Pop.250.000	-	214,2 a	112,7 a	23,3 a	1,0 a	388 a	4.069 a
CV (%)	-	5,8	9,5	11,5	8,7	17,7	21,9
Média geral	-	209,8	112,2	23,0	1,0	367,5	3.823,3

$$^{(1)} y = 0,00007903x + 197,5403; \quad ^{(2)} y = 0,00006641x + 101,9442.$$

**, * - Significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F; Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Dados da Pesquisa

4.4 Índice de equivalência de área (IEA) para produtividade de grãos

Nos dois anos, a maior produtividade do feijão foi obtida no sistema de cultivo solteiro, comparados aos sistemas consorciados, sendo ainda que no ano de 2010 todos os tratamentos foram superiores aos de 2011. As produtividades de grãos de milho em

consórcio foram superiores ao solteiro e o Dentado foi superior ao Sol da Manhã nos dois anos. Resultados semelhantes também foram obtidos por Santos (2007), que não observou efeito significativo de diferentes cultivares de feijão sobre a produtividade de grãos do milho.

No ano de 2010 a menor eficiência em termos de uso da terra ocorreu com o consórcio Dentado x feijão IPR Colibri na população de 250.000 plantas ha^{-1} , com valor de 1,03 e o maior (1,57) ocorreu no consórcio com Sol da Manhã na população de 200.000 plantas de feijão (Tabela 16). No consórcio Sol da Manhã com 150.000 plantas de feijão o índice de equivalência de área foi de 1,50, portanto muito semelhante ao melhor índice encontrado. Os índices foram sistematicamente menores para o consórcio com a variedade Dentado devido ao fato da média desta cultivar ser maior que a Sol da Manhã no sistema solteiro.

Tabela 16. Índice de equivalência de área (IEA) do consórcio milho e feijão IPR Colibri em Andradina- SP, em 2010.

Tratamentos	Milho	Feijão	Milho	Feijão	IEA
	solteiro	solteiro	consórcio	consórcio	
Produtividade de grãos ($kg\ ha^{-1}$)					
Sol da Manhã x Feijão 150*	3506	2.965	4.218	881	1,50
Sol da Manhã x Feijão 175*	3.506	2.812	4.057	850	1,46
Sol da Manhã x Feijão 200*	3.506	3.116	4.604	826	1,57
Sol da Manhã x Feijão 250*	3.506	3.190	4.110	1000	1,48
Dentado x Feijão 150*	4.750	2.965	4.317	767	1,12
Dentado x Feijão 175*	4.750	2.812	4.523	816	1,24
Dentado x Feijão 200*	4.750	3.116	4.326	638	1,12
Dentado x Feijão 250*	4.750	3.190	3.847	704	1,03

* mil plantas ha^{-1}

Fonte: Dados da Pesquisa

No ano de 2011, com a cultivar de feijão IPR Juriti, o menor índice foi de 1,04 no consorcio da variedade Dentado com 150.000 plantas ha^{-1} feijão (Tabela 17). O melhor sistema foi o consórcio de Sol da Manhã com o feijão na população de 200.000 plantas ha^{-1} , com índice de 1,47. Este melhor índice, como no ano anterior, também não diferiu do sistema com 150.000 plantas ha^{-1} . Neste ano também a média da variedade Dentado, em sistema solteiro, foi maior que Sol da Manhã, fazendo com que os índices para Dentado tenham sido sistematicamente menores.

Tabela 17. Índice de equivalência de área (IEA) do consórcio milho e feijão IPR Juriti em Andradina- SP, em 2011.

Tratamentos	Milho solteiro	Feijão solteiro	Milho consórcio	Feijão consórcio	IEA
	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)				
Sol da Manhã x Feijão 150*	2746	2497	3609	380	1,46
Sol da Manhã x Feijão 175*	2746	2284	3613	358	1,46
Sol da Manhã x Feijão 200*	2746	2445	3687	307	1,47
Sol da Manhã x Feijão 250*	2746	2698	3651	329	1,45
Dentado x Feijão 150*	4049	2497	3861	225	1,04
Dentado x Feijão 175*	4049	2284	4413	338	1,23
Dentado x Feijão 200*	4049	2445	4115	243	1,12
Dentado x Feijão 250*	4049	2698	4488	358	1,24

* mil plantas ha⁻¹

Fonte: Dados da Pesquisa

Os resultados do índice de equivalência de área indicam que todas as combinações foram superiores a 1,00 e revelaram que os cultivos em consórcios são mais eficientes na produtividade de grãos em relação ao milho ou feijão em monocultivo. Santos (2007) obtiveram índice de equivalência de área de 1,32 para o consórcio de milho CATI Verde 02 com o feijão IPR Juriti no período de inverno. Índices semelhantes foram obtidos por Vieira et al. (2003), que trabalharam com o mesmo arranjo espacial e populações, cujos índices de equivalência de área foram de 1,62 e 1,35 no primeiro e segundo ano de cultivo, evidenciando que o consórcio milho e feijão é mais vantajoso que os monocultivos quanto à produção de alimentos por unidade de área, demonstrando ser a consorciação dessas culturas uma excelente alternativa para os pequenos agricultores. Os cultivos consorciados propiciam mais vantagens agrônomicas e econômicas que os sistemas solteiros (FLESCHE, 2002).

Como o efeito de populações de feijão não foi significativo para a produtividade de ambas as culturas, entende-se que a menor população poderá ser utilizada, visando baratear os custos com semente do feijão. No entanto, considerando o IEA (Tabelas 16 e 17), a combinação milho Dentado e população de 175.000 plantas ha⁻¹ foi mais eficiente.

5 CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos neste trabalho pode concluir que:

1. Tanto em sistema solteiro como consorciado com as variedades de milho Sol da Manhã ou Dentado, as variações na população de plantas de feijão das cultivares IPR Colibri e IPR Juriti influenciam alguns caracteres componentes da produtividade do feijão, do milho verde e do milho para grãos, mas não influenciam a produtividade final de ambas as culturas. Portanto, sob esse ponto de vista a melhor população de feijão a ser utilizada é de 150.000 plantas ha⁻¹, independentemente do sistema de cultivo e das cultivares de feijão e milho utilizados, visando baratear os custos com sementes de feijão;
2. Considerando o Índice de Equivalência de Área percebe-se a população de 175.000 plantas ha⁻¹ foi melhor no consórcio com a variedade de milho Dentado;
3. A cultivar de feijão Colibri, se adapta melhor no caso do milho para produção de espigas verdes, pelo fato de sua colheita ocorrer antes deste.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE MILHO - ABIMILHO. **O cereal que enriquece a alimentação humana**. Disponível em: <www.abimilho.com.br/ocereal.htm>. Acesso em: 26 jun. 2007.

ALBUQUERQUE, J. A. A.; SEDIYAMA, T.; ALVES, J. M. A.; SILVA, A. A.; UCHÔA, S. C. P. Cultivo de mandioca e feijão em sistemas consorciado realizado em Coimbra, Minas Gerais, Brasil. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 3, p. 532-538, 2012.

AMBROSANO, E. J.; WUTKE, E. B.; BULISANI, E. A. ; CANTARELLA, H. Feijão. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, 1996. p. 194-195. (Boletim técnico, 100).

ANDRADE, M. J. B.; MORAIS, A. R.; TEIXEIRA, I. R.; SILVA, M. V. Avaliação de sistemas de consórcio de feijão com milho pipoca. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 2, p. 242-250, 2001.

ARF, O.; SÁ, M. E. de.; OKITA, C. S. Efeito de diferentes espaçamentos e densidades de semeadura sobre o desenvolvimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 31, n. 9, p. 629-634, 1996.

BASSINELO, P. Z. Qualidade nutricional, funcional e tecnológica do feijão In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. **Fundamentos para uma agricultura sustentável, com ênfase na cultura do feijão**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2009, p. 384-424.

CAVALCANTE, F. de S. **Consortiação de mandioca e feijão comum**: viabilidade da exploração em agricultura familiar na microrregião do brejo paraibano. 2005. 80 f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, 2005.

CHAGAS, J. M.; VIEIRA, C.; RAMALHO, M. A. P. PEREIRA FILHO, I. A. Efeito do intervalo entre fileiras de milho sobre o consórcio com a cultura do feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 18, n. 8, p. 879-885, 1983.

CIIAGRO, 2013. **Resenha**: Andradina no período de 01/04/2010 a 15/08/2010 e 01/04/2011 a 15/08/2011. Disponível em: <<http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/Listagens/Resenha/LResenhaLocal.asp>>. Acesso em: 25 nov. 2013.

COELHO, F. C.; SMITH, R. B. Avaliação de diferentes arranjos do sistema de consórcio milho-feijão, em Campos dos Goytacazes-RJ. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DO FEIJÃO, 6, 1999, Salvador. **Anais...** Santo Antônio do Goiás: EMBRAPA-CNPAP, 1999. p. 628-631.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira**: grãos 2012-2013. Disponível em: <

http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_07_09_09_04_53_boletim_graos_junho__2013.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2014.

CRUZ, J. C.; CORREA, L. A.; RAMALHO, M. A. P.; SILVA, A. F. da; OLIVEIRA, A. C. Avaliação de cultivares de milho associado com o feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 19, n. 2, p.163-168, fev. 1984.

CRUZ, J. C.; RAMALHO, M. A. P.; SALLES, L. T. G. Utilização de cultivares de milho prolífico no consorcio milho feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, n. 2, v. 22, p. 203-211, 1987.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. Cultivares de Milho. In: CRUZ, J.C. et al. **A cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008, 159-161.

DEL PELOSO, M. J.; MELO, L. C.; PEREIRA, H. S.; FARIA, L. C.; COSTA, J. G. C.; DIAZ, J. L. novas opções de cultivares de feijão comum desenvolvidas pela Embrapa. In: KLUTHCOUSKI, J. ; STONE, L. F.; AIDAR, H. **Fundamentos para uma agricultura sustentável, com ênfase na cultura do feijão**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2009. p. 66-80.

DIDONET, A. D.; RODRIGUES, O. ; MARIO, J. L.; IDE, F. Efeito da radiação solar e temperatura na definição do numero de grãos em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 7, p. 933-938, 2002.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – Embrapa. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2006. 306 p.

FARIA, R. T.; KRANZ, W. M. Determinação de espaçamento e densidades adequadas para as cultivares de diferentes portes. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1, 1982, Goiânia. **Anais...** Goiânia: EMBRAPA - CNPAF, 1982. p . 118-119.

FERNANDES, M. I. P. S. **Efeito da variação de estande dos experimentos com a cultura do feijão**. 1987. 73 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1987.

FLECK, N. G. ;AGOSTINETTO, D. ; GALON , L. ; SCHAEGLER, C.E. Competitividade relativa entre cultivares de arroz irrigado e biótipo de arroz vermelho. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 101-111, 2008.

FLESCHE, R. D.; Cultivares e semeadura. In:_____. **A cultura do feijão em Santa Catarina**. Florianópolis: Embrapa/Epagri, 1992. cap. 8, p. 147-160.

FLESCHE, 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.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: UFRGS, 2000. 653 p.

HAMBLIN, J.; ZIMMERMANN, M. J. O. Breeding common bean for yield in mixtures. **Plant Breeding Review**, Hoboken, v. 4, p. 245-272, 1986.

- JAKELAITIS, A.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L.R.; SILVA, A.F.; FREITAS, F. C. L. Manejo de plantas daninhas no consórcio de milho com capim-brachiaria (*B. decumbens*). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 4, p.530-560, 2004.
- JAKELAITIS, A.; SILVA, A. F.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R.; FREITAS, F. C. L. ; VIVIAN, R. Influência de herbicidas e de sistemas de semeadura de Brachiaria brizantha consorciada com milho. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 1, p. 59-67, 2005.
- KLUTHCOUSKI, J.; OLIVEIRA, I. P.; SOARES, D. M.; DEL PELOSO, M. J.; YOKOYAMA, L. P.; BALBINO, L. C.; BUSO, L. H. **Cultivo de milho-verde associado com feijoeiro, sob irrigação, no inverno: uso eficiente dos recursos**. Goiânia: Embrapa-CNPAP-APA, 1997. 34 p. (Circular técnica, 29).
- KRONKA, A. Z. ; OSUNA, J. T. A.; KONKA, S. N. Comportamento de cultivares de milho em consórcio com feijão. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 46, n. 273, p. 543-553, 2000.
- LANA, A. M. Q.; CARDOSO, A. A.; CRUZ, C.D. Herdabilidades e correlações entre caracteres de linhagens de feijão obtidas em monocultivo e em consórcio com o milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n.6, p. 25-26, 2003.
- LEME, A. C. **Avaliação e armazenamento de híbridos de milho verde visando à produção de pamonha**. 2007. 124 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.
- LEMONS, L. B.; FORNASIERI FILHO, D.; PEDROSO, P. A. C. Comportamento de cultivares de feijão com distintos hábitos de crescimento em diferentes populações, em semeadura de inverno. **Científica**, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 113-120, 1993.
- LIMA, S. F.; VIEIRA, C.; CARDOSO, A. A. Populações de plantas no consórcio milho-feijão. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DO FEIJÃO, 6, 1999, Salvador. **Anais...** Santo Antônio do Goiás: EMBRAPA-CNPAP, 1999. p. 697-698.
- LIMA, S. F.; VIEIRA, C.; VIEIRA, R. F.; CARDOSO, A. A.; ARAUJO, G. A. de A. Cultura associada de feijão e milho. XIV-Populações de plantas nos consórcios de plantio simultâneo e de substituição. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 49, n. 49, p. 586-601, 2002.
- MACIEL, A. D.; ARF, O.; SILVA, M. G.; SÁ, M. E. de; BUZETTI, S. ANDRADE, J. C.; BIANCHINI SOBRINHO, E. Comportamento do feijão em cultivo consorciado com milho em sistema de plantio direto. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 26, n. 3, p. 273-278, 2004a.
- MACIEL, A. D.; ARF, O.; SILVA, M. G.; SÁ, M. E. de; BUZETTI, S. ANDRADE, J. C.; BIANCHINI SOBRINHO, E. Comportamento do milho consorciado com feijão em sistema de plantio direto. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 26, n. 3, p. 309-314, 2004b.
- MALUF, A. M. Interferência interespecífica entre *Amaranthus hybridus* L. e *Amaranthus viridis* L. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, n. 5, p. 723-732, 1999.
- MONTEZANO, E. M.; PEIL, R. M. N. Sistemas de consórcio na produção de hortaliças. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 2, p. 129-132, 2006.

NAYLOR, R.; SMIL, V.; BRADFORD, E.; ALDER, J.; MOONEY, H. Losing the links between livestock and land. **Science**, Washington, v. 310, p. 1621-1622, 2005.

PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C.; GAMA, E. E. G. Cultivares para o consumo verde. In: PEREIRA FILHO, I. A. (Ed.). **O cultivo do milho-verde**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p. 17-30.

PINTO, C. M.; SIZENANDO FILHO, F. A.; CYSNE, J. R. B.; PITOMBEIRA, J. B. Produtividade e índices de competição da mamona consorciada com gergelim, algodão, milho e feijão caupi. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 6, n. 2, p. 75-85, 2011.

PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 11, p. 16-27, 1985.

PORTES, T. A. Aspectos ecofisiológicos do consórcio milho X feijão. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 10, n. 118, p. 30-34, 1984.

PORTES, T. A.; CARVALHO, J. R. P. Área foliar, radiação solar, temperatura do ar e rendimento 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.; SILVA, C. C. Cultivo consorciado. In: ARAUJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. (Coord.). **Cultura do feijão comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p. 619-638.

POSSE, S. C. P. et al. **Informações técnicas para o cultivo do feijão-comum na região central-brasileira**. Vitória: Incaper, 2010. p. 16-23.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H. Milho verde e milho doce. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, 1996. p. 64-65.

RAIJ, B. van.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: IAC, 2001. 284 p. (Boletim técnico, 81).

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, 1984.

RAMALHO, M. A. P.; COELHO, A. M.; TEIXERA, A. L. Consórcio de milho-verde e feijão em diferentes épocas de plantio na entressafra. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 20, n. 7, p. 799-806, 1985.

RAMALHO, M. A. P.; PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C. Culturas consorciadas com o milho. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, n. 14, p. 34-39, 1990.

RONCHI, C. P.; LINO, A. A. S.; FERREIRA, R. **Manejo de plantas daninhas em lavouras de café**. Visconde de Rio Branco: Suprem Gráfica e Editora, 2001. 94 p

SANTA CECILIA, F. C. RAMALHO, M. A. P. Comportamento de cultivares de feijão em monocultivo e em associação com milho. **Ciência Prática**, Lavras, v. 6, p. 45-54, 1982.

SANTOS, N. C. B. **Comportamento de cultivares de feijão e de milho verde em cultivo solteiro e consorciado**. 2007. 98 f. Tese (Doutorado em Sistema de Produção) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2007.

SANTOS, N. C. B.; ANTONIALI, S.; NACHILUK, K. Milho verde orgânico: agregação de valor garante melhor lucro. In: **AGRIANUAL 2011: Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP, 2011. p. 367-370, 2011. (AGRIANUAL, 2011).

SANTOS, J. P. V. **Produtividade do milho pipoca e do feijão carioquinha consorciados sob adubação orgânica e mineral em diferentes espaçamentos**. 2008. 54 f. Dissertação (Mestrado em Manejo e Conservação de Solo e Água) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2008.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

SHIFERAW, B.; PRASANNA, B. M.; HELLIN, J.; BANZIGER, M. Crops that feed the world 6. Past successes and future challenges to the role played by maize I global food security. **Food Security**, Dordrecht, v. 3, p. 307-327, 2011.

SILVA, J. G.; VIZEU, L. A.; KLUTHCOUSKI, J. Colheita "com qualidade" do feijoeiro. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. **Fundamentos para uma agricultura sustentável, com ênfase na cultura do feijão**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2009. p. 329-346.

SILVA, C. C.; DI STEFANO, J. G. Qualidade na implantação da lavoura. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. **Fundamentos para uma agricultura sustentável, com ênfase na cultura do feijão**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2009. p. 226-235.

SILVA, G. H.; ESPERANCINI, M. S. T.; MELO C. O. ; BUENO, O. C. Custo de produção e rentabilidade da mamoneira na região oeste Paranaense. **Revista de Informações Econômicas**, São Paulo, v. 39, n. 1, p. 85-92, 2009.

SILVA, P. S. L.; PATERNIANI, E. Produtividade de "milho verde" e de grãos de cultivares de *Zea mays* L. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 38, n. 4, p. 707-712, 1986.

SOARES, D. M.; DEL PELOSO, M. J.; KLUTHCOUSKI, J.; GANDOLFI, L. C.; FARIA, D. J. **Tecnologia para o sistema consórcio de milho com feijão no plantio de inverno**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. 51 p. (Boletim de pesquisa, 10).

SOUZA, A. B.; ANDRADE, M. J. B.; MUNIZ, J. A.; REIS, R. P Populações de plantas e níveis de adubação e calagem para o feijão (*Phaseolus vulgaris*) em um solo de baixa fertilidade. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 1, p. 87-98, 2002.

STOFFEL, D.; ARAÚJO, G. A. A.; CARDOSO, A. A.; GALVÃO, J. C. C Efeitos de populações de milho e de variedades de feijão na produção do consórcio. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DO FEIJÃO, 6, 1999, Salvador. **Anais...** Santo Antônio do

Goiás: EMBRAPA-CNPAF, 1999. p. 664-667.

THUNG, A.; SOARES, D. M.; AIDAR, H. Agregação de valores com feijões especiais. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. **Fundamentos para uma agricultura sustentável, com ênfase na cultura do feijão**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2009. p. 81-96.

VIEIRA, C. **Estudo monográfico do consórcio milho-feijão no Brasil**. Viçosa: UFV, 1999. 183 p.

VIEIRA, R. F.; VIEIRA, C.; MIRANDA, G.V. Arranjos espaciais e adubação do feijão-comum consorciado com milho em cultivo simultâneo. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 50, n. 291, p. 605-619, 2003.

VIEIRA, C. Cultivos consorciados. In: VIEIRA, C.; PAULA JUNIOR, T. J.; BORÉM, A. **Feijão**. 2. ed. Viçosa: Ed. da UFV, 2006. p 493-528.

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

WUTKE, E. B.; TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A. Crescimento de cultivares IAC de feijão em condições controladas, em solo compactado e ácido. In; CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 9, 2008, Campinas. **Anais...** Campinas: Instituto Agrônômico, 2008. p. 1227-1230. Documentos IAC, 85. CD-ROM.

APÊNDICES

Apêndice A1- Instalação do experimento: adubação do milho e abertura dos sulcos para semeadura do feijão. Andradina-SP, 2010.



Apêndice A2- Instalação do experimento: semeadura do feijão e do milho. Andradina-SP, 2010.



Apêndice A3- Aspecto do consórcio de milho e feijão aos quinze dias após a semeadura.
Andradina, 2010.



Apêndice A4- Aspecto do feijão em monocultivo no florescimento e em consórcio com o milho aos 30 dias após a semeadura. Andradina, 2010.



Apêndice A5 - Vista da área do experimento. Andradina, 2010.



Apêndice A6 - Vista da área do experimento após a semeadura das culturas em abril de 2011.



Apêndice A7 - Aspecto do experimento aos 25 dias após a semeadura do milho. Andradina, 2011.



Apêndice A8 - Aspecto do experimento após a primeira capina. Andradina, 2011.



Apêndice A9 - Vista da área do experimento no final do ciclo das culturas. Andradina, 2011.

