



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL**

**SISTEMA DE PRODUÇÃO ORGÂNICO DE MILHO (*Zea mays* L.), FEIJÃO  
(*Phaseolus vulgaris* L.) E MANDIOCA (*Manihot esculenta* CRANTZ)  
CONSORCIADOS COM SOQUEIRA DE CANA-DE-AÇÚCAR (*Sacharum* spp.).**

**JOÃO PAULO APOLARI**

**Araras - SP**

**2009**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL**

**SISTEMA DE PRODUÇÃO ORGÂNICO DE MILHO (*Zea mays* L.), FEIJÃO  
(*Phaseolus vulgaris* L.) E MANDIOCA (*Manihot esculenta* CRANTZ)  
CONSORCIADOS COM SOQUEIRA DE CANA-DE-AÇÚCAR (*Sacharum* spp.).**

**JOÃO PAULO APOLARI**

**ORIENTADOR: PROF. Dr. LUIZ ANTONIO CORREIA MARGARIDO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural como requisito parcial à obtenção do título de **MESTRE EM AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL.**

**Araras - SP**

**2009**

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

A643sp

Apolari, João Paulo.

Sistema de produção orgânico de milho (*Zea mays* L.), feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) consorciados com soqueira de cana-de-açúcar (*Sacharum* spp.) / João Paulo Apolari. -- São Carlos : UFSCar, 2009.

66 f.

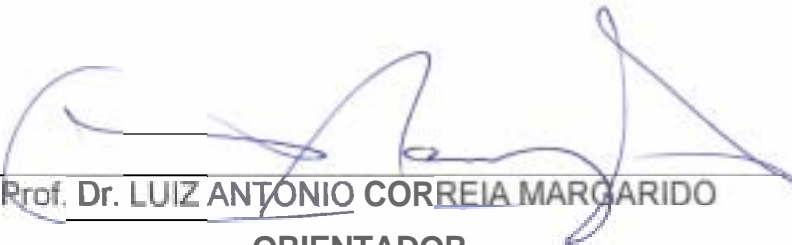
Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2009.

1. Agricultura. 2. Agroecossistemas. 3. Cultivo consorciado. 4. Cultivo orgânico. I. Título.

CDD: 630 (20<sup>a</sup>)


MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO  
DE  
*JOÃO PAULO APOLARI*  
APRESENTADA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL, DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE SÃO CARLOS, EM 22 DE JUNHO DE 2009.

BANCA EXAMINADORA:



---

Prof. Dr. LUIZ ANTONIO CORREIA MARGARIDO  
ORIENTADOR  
PPGADR/UFSCar



---

Prof. Dr. RUBISMAR STOLF  
PPGADR/UFSCar



---

Prof. Dr. SIZUÓ MATSUOKA  
CanaVialis

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho à minha família: minha irmã Ana Paula, meu pai Waldemir, minha mãe Ignêz.

## **OFERECIMENTO**

Ofereço este trabalho a Deus, fonte de minha fé, esperança e amor.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela oportunidade de seguir no aprimoramento de meus estudos, a minha família, pela ajuda e suporte em vários momentos ao longo deste trabalho, e ao Professor Dr. Luiz Antonio Correia Margarido, pela oportunidade, orientação e dedicação;

Aos amigos e colegas Raphael Machado e Erick Zurita, pela ajuda com a montagem e condução do trabalho em campo, e pela constante disposição em me ajudar em vários outros momentos, ao longo do desenrolar desta dissertação;

Aos funcionários do Laboratório de Análise Química de Solo e Planta, na pessoa do Professor Dr. José Carlos Casagrande, pela colaboração quanto às análises químicas de planta para quantificação de biomassa residual;

As Professoras Dr<sup>a</sup> Maria Bernadete Silva Campos e Dr<sup>a</sup> Patrícia Monquero, pela atenção e ajuda;

A Professora Dr<sup>a</sup> Marineide Mendonça Aguilera, por sua amizade, atenção e pelo constante apoio e incentivo ao longo do curso de Pós-Graduação;

Aos amigos da primeira turma do curso de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural, pelo pioneirismo, amizade e companhia, em especial os amigos Cristina Martini, Mônica Cardoso Reis Martins, Sebastião Zago, Mariana de Castro Lotto e Gustavo Fonseca;

Aos amigos da segunda turma, Ricardo Coeli Simões Coelho e Afra Vital;

A Edjane Gonçalves, pela colaboração com as análises estatísticas.

Ao mais novo amigo Dr. Hélio José Castilho, pelo apoio e colaboração quanto ao corpo da dissertação;

Por fim, a todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para a conclusão deste trabalho, meu cordial muito obrigado!

## **EPIGRAFE**

*“Preocupe-se não com o que você tentou e falhou, mas com aquilo que ainda é possível a você fazer”.*

Papa João XXIII

## SUMÁRIO

Conteúdo	Página
ÍNDICE DE TABELAS.....	i
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iii
RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vii
1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1 OBJETIVOS.....	4
1.1.1 Objetivo Geral.....	4
1.1.2 Objetivos Específicos.....	5
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	6
2.1 Agricultura e Meio Ambiente.....	6
2.2 Agroecologia e Agroecossistema.....	8
2.3 Agroecologia e Agricultura sustentável.....	10
2.4 Consorciação de Culturas.....	11
2.4.1 Considerações sobre o milho ( <i>Zea mays</i> L.).....	13
2.4.2 Considerações sobre o feijão ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	14
2.4.3 Considerações sobre a mandioca ( <i>Manihot esculenta</i> CRANTZ).....	15
2.4.4 Consorciação e cana-de-açúcar.....	16
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1 Caracterização da área de estudo.....	18
3.2 Preparo da área para instalação do experimento.....	19
3.3 Tratamentos e delineamento estatístico.....	21
3.4 Instalação do experimento.....	22
3.5 Procedimentos experimentais.....	37
3.5.1 Amostragem para quantificação de biomassa residual.....	39
3.5.2 Cálculo da renda bruta estimada, para as culturas intercalares.....	41
3.5.3 Análise estatística dos dados.....	41
3.6 Informações sobre as culturas intercalares.....	42
3.6.1 Milho ( <i>Z. mays</i> L.), variedade BR 106.....	42
3.6.2 Feijão ( <i>P. vulgaris</i> L.), IAC cultivar pérola.....	43



3.6.3 Mandioca ( <i>M. esculenta</i> Crantz), variedade IAC 15.....	43
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
4.1 Resultados da produtividade das culturas intercalares.....	45
4.2 Resultados do cálculo da renda bruta estimada.....	48
4.3 Resultados da quantificação de biomassa residual.....	49
4.3.1 Resultados da quantificação de macronutrientes.....	50
4.4 Comentários.....	56
5. CONCLUSÃO.....	59
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60

## ÍNDICE DE TABELAS

	Página.
Tabela 1. Resultados da produção de milho, em kg/ha, obtidos em sistema de consórcio com cana-soca, de acordo com cada tratamento.....	46
Tabela 2. Resultados da produção de milho, em número de espigas/ha, obtidos em sistema de consórcio com cana-soca, de acordo com cada tratamento.....	46
Tabela 3. Resultados da produção de feijão (em kg/ha), obtidos em sistema de consórcio com cana-soca, de acordo com cada tratamento...	47
Tabela 4. Resultados do cálculo da renda bruta estimada (R\$/ha), obtida pelas culturas intercalares, em sistema de consórcio com cana-soca, de acordo com cada tratamento.....	48
Tabela 5. Resultados da produção total de biomassa residual, produzida pelas culturas intercalares (em kg/ha), obtidos em sistema de consórcio com cana-soca, de acordo com cada tratamento.....	49
Tabela 6. Resultados estatísticos da análise de Tukey, para a variável nitrogênio (N), onde foi aplicada a transformação raiz quadrada de $(X + 1,0)$ .....	50
Tabela 7. Resultados da quantificação de nitrogênio (N), médias em kg/ha.....	51
Tabela 8. Resultados estatísticos da análise de Tukey, para a variável fósforo (P), onde foi aplicada a transformação raiz quadrada de $(X + 1,0)$ .....	51
Tabela 9. Resultados da quantificação total de fósforo (P) proveniente da biomassa residual produzida pelas culturas intercalares, médias em em kg/ha.....	52
Tabela 10. Resultados estatísticos da análise de Tukey, para a variável potássio (K), onde foi aplicada a transformação raiz quadrada de $(X + 1,0)$ .....	53

Tabela 11. Resultados da quantificação de potássio (K) proveniente da biomassa residual produzida pelas culturas intercalares, médias em kg/ha.....	53
Tabela 12. Resultados estatísticos da análise de Tukey, para a variável cálcio (Ca), onde foi aplicada a transformação raiz quadrada de $(X + 1,0)$ .....	54
Tabela 13. Resultados da quantificação de cálcio (Ca) provenientes da biomassa residual produzida pelas culturas intercalares, médias em kg/ha.....	54
Tabela 14. Resultados estatísticos da análise de Tukey, para a variável magnésio (Mg), onde foi aplicada a transformação raiz quadrada de $(X + 1,0)$ .....	55
Tabela 15. Resultados da quantificação de magnésio (Mg) provenientes da biomassa residual produzida pelas culturas intercalares, médias em kg/ha.....	55

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página.
Figura 1. Divisão da área do experimento para amostragens compostas do solo.....	19
Figura 2. Adubação verde utilizada para preparo do solo na área do experimento. A – Estágio adulto da planta de crotalária ( <i>C. juncea</i> ) no momento da incorporação; B – Estágio adulto da planta de milho ( <i>P. glaucum</i> ) no momento da incorporação; C – Roçamento da adubação verde; D – Camada de biomassa (cobertura morta) deixada sobre o solo.....	20
Figura 3. Preparo da área: abertura dos sulcos e demarcação e esquadrejamento das parcelas. A – Dimensão da profundidade do sulco; B – sulcos para plantio no sistema abacaxi.....	21
Figura 4. Parcela utilizada no experimento de consorciação, com suas respectivas medidas: linha vermelha tracejada – limite da parcela; linhas pretas – sulcos da cana; áreas verdes – entrelinhas dos conjuntos de sulcos duplos da cana-de-açúcar. B- representação de corte do solo para visualização dos sulcos duplos da parcela (plantio abacaxi).....	23
Figura 5. Composição de cada tratamento, em função dos espaçamentos adotados para cada cultura intercalar.....	25
Figura 6. Croqui de uma parcela para plantio do milho, representadas na figura pelas linhas em azul: linha vermelha tracejada – limite da parcela; linhas pretas – sulcos da cana; áreas verdes – entrelinhas da cana-de-açúcar.....	26
Figura 7. Croqui de uma parcela para plantio do feijão, representadas na figura pelas linhas em verde. Onde: linha vermelha – limite da parcela; linhas pretas – sulcos da cana; áreas amareladas – entrelinhas da cana-de-açúcar.....	27

Figura 8. Croqui de uma parcela para plantio da mandioca, representadas na figura por círculos ao longo da linha laranja central. Onde: linha vermelha – limite da parcela; linhas pretas – sulcos da cana; áreas verdes – entrelinhas da cana-de-açúcar.....	28
Figura 9. Tratamento 1: sem cultura intercalar, apenas cana-soca (testemunha).....	29
Figura 10. Tratamento 2: cana-soca e cultura intercalar de milho (cs + mi).....	30
Figura 11. Tratamento 3: cana-soca e cultura intercalar de feijão (cs + fe).....	31
Figura 12. Tratamento 4: cana-soca e cultura intercalar de mandioca (cs + ma).....	32
Figura 13. Tratamento 5: cana-soca e culturas intercalares de milho e feijão (cs + mi + fe).....	33
Figura 14. Tratamento 6: cana-soca e culturas intercalares de milho e mandioca (cs + mi + ma).....	34
Figura 15. Tratamento 7: cana-soca e culturas intercalares de feijão e mandioca (cs + fe + ma).....	35
Figura 16. Tratamento 8: cana-soca e culturas intercalares de milho, feijão e mandioca (cs + mi + fe + ma).....	36
Figura 17. Emergência das sementes. A - germinação do milho BR 106; e B – germinação do feijão IAC cultivar pérola.....	37
Figura 18. Culturas intercalares em produção. A – Mandioca (IAC 15); B – Espiga de milho verde (BR 106); C – Destaque das vagens de feijão (IAC cultivar pérola), em fase de amadurecimento.....	38
Figura 19. Biomassa residual: A - Plantas de milho coletadas para quantificação da biomassa residual; B – Biomassa de milho deixada sobre o solo, após a colheita.....	40

**SISTEMA DE PRODUÇÃO ORGÂNICO DE MILHO (*Zea mays* L.), FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.) E MANDIOCA (*Manihot esculenta* CRANTZ) CONSORCIADOS COM SOQUEIRA DE CANA-DE-AÇÚCAR (*Sacharum* spp.).**

**Autor: JOÃO PAULO APOLARI**

**Orientador: Prof. Dr. LUIZ ANTONIO CORREIA MARGARIDO**

**RESUMO**

Maior estabilidade do agroecossistema pode ser obtida através do plantio consorciado, o qual, sob manejo orgânico, torna-se um fator ambiental que pode ser utilizado como complemento a outras técnicas de cultivo. O objetivo foi estudar um sistema de produção orgânico de milho (*Zea mays* L., variedade BR 106), feijão (*Phaseolus vulgaris* L., cultivar IAC Pérola) e mandioca (*Manihot esculenta* CRANTZ, variedade IAC 15) consorciados com soqueiras da cultura de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados, contando com oito (8) tratamentos e quatro (4) repetições, sendo T1: cana-soca sem cultura intercalar (testemunha); T2: cana-soca e cultura intercalar de milho (cs+mi); T3: cana-soca e cultura intercalar de feijão (cs+fe); T4: cana-soca e cultura intercalar de mandioca (cs+ma); T5: cana-soca e culturas intercalares de milho e feijão (cs+mi+fe); T6: cana-soca e culturas intercalares de milho e mandioca (cs+mi+ma); T7: cana-soca e culturas intercalares de feijão e mandioca (cs+fe+ma); T8: cana-soca e culturas intercalares de milho, feijão e mandioca (cs+mi+fe+ma). Avaliou-se a produtividade das culturas, a renda bruta estimada e a biomassa residual de milho, feijão e mandioca, em cada sistema. Para as condições do experimento, o tratamento cultura intercalar de milho (T2) apresentou os melhores resultados quanto à produtividade de espigas verdes (kg/ha), a produção de biomassa (kg/ha) e renda bruta estimada (R\$/ha). A alternativa do consórcio de diferentes culturas com soqueira de cana-de-açúcar demonstra ser uma técnica eficiente que, sob a ótica da agroecologia, se torna

uma ferramenta importante na preservação e manutenção do agroecossistema, além de proporcionar alimento e renda adicional para o agricultor familiar.

**Palavras-chave: Agroecossistema, consorciação, cultivo orgânico.**

**PRODUCTION SYSTEM OF ORGANIC MAIZE (*Zea mays* L.), BEAN (*Phaseolus vulgaris* L.) AND MANIOC (*Manihot esculenta* CRANTZ), INTERCROPPED WITH RATOON-CANE (*Sacharum* spp.).**

**Author: JOÃO PAULO APOLARI**

**Adviser: Prof. Dr. LUIZ ANTONIO CORREIA MARGARIDO**

**ABSTRACT**

Greater stability of an agroecosystem can be achieved through the consortium system under organic management, becomes an important environmental factor to a highest stability of the agroecosystem. The objective was to study a system of production for organic crops of maize (*Zea mays* L., cv. BR 106), bean (*Phaseolus vulgaris* L., cultivar IAC Pérola) and manioc (*Manihot esculenta* CRANTZ, cv. IAC 15), intercropped with ratoon-cane (*Saccharum* spp.). The experimental design was a randomized, with eight (8) treatments and four (4) replicates, as follows: T1 ratoon-cane without intercropping (control), T2: ratoon-cane and intercropping of maize (cs + mi), T3: ratoon-cane and intercropping of bean (cs + fe); T4: ratoon-cane and intercropping of manioc (cs + ma), T5: ratoon-cane and intercrops of maize and bean (cs + mi + fe) T6: ratoon-cane and intercrops of maize and manioc (cs + mi + ma); T7 ratoon-cane and intercrops of bean and manioc (cs + f + ma), T8: ratoon-cane and intercrops of maize, bean and manioc (cs + mi + fe + ma). Productivity of the crops, the gross income obtained and the residual biomass waste of maize, beans and manioc, in each system were evaluated. For the conditions of the experiment, the treatment intercropping maize (T2) showed the best results on productivity of green maize ears (kg/ha), production of biomass (kg/ha) and gross income (R\$/ha). The alternative of the consortium of distinct crops with ratoon-cane proves to be an effective technique that, from the viewpoint of agroecology, becomes an important tool for preserving



and maintaining the agroecosystem, besides providing alternative foods and additional income to the farmer.

**Key-words: Agroecosystem, intercropping, organic management.**

## 1. INTRODUÇÃO

Os interesses econômicos das atividades antrópicas direcionam os processos produtivos a uma simplificação, em seus mais variados ambientes, como, por exemplo, em agroecossistemas, o que acaba interferindo em sua sustentabilidade (RUSCHI, 1978; SANTOS et. al, 2004). Entretanto, para manter a integridade das funções ambientais, a diversidade é condição fundamental nos ecossistemas. Objetivando salvaguardar o mais próximo possível as condições ambientais naturais, a atividade antrópica deve abranger manejos alternativos, adaptados ao ambiente, e contemplando práticas que minimizem impactos resultantes dessas atividades, sobretudo na agricultura (BONILHA, 1992). Para tanto, na tentativa de resguardar um sistema de produção equilibrado deve-se contemplar a maior diversidade possível de espécies a serem utilizadas (GLIESSMAN, 2001), pois na agricultura convencional a preocupação com tais interações se restringe às interferências sobre a produtividade (EHLERS, 1999; KATOUNIAN, 2001).

Inúmeros sistemas e técnicas agrícolas englobam práticas direcionadas a uma adequação dos meios produtivos, priorizando a manutenção dos processos ecológicos. A abordagem agroecológica, por exemplo, adicionada ao manejo do sistema de cultivo, procura entender e preservar tais interações (ALTIERI, 1989; GLIESSMAN, 2001), sobretudo através do sistema de produção orgânico, que

compreende uma técnica onde todo manejo agrícola está baseado no respeito ao meio ambiente e na preservação de seus recursos (PASCHOAL, 1994; PENTEADO, 2000). Deste modo, uma alternativa que pode incorporar práticas desejáveis a tal condição é o sistema de plantio consorciado, que pode ser definido como uma prática agrícola que visa implantar em uma mesma área diferentes espécies de cultivo de acordo com um plano pré-definido, onde uma espécie convive com outra em todo ou em parte do seu ciclo, incorporando vantagens ao nível de ambiente como um todo. A relevância do consórcio, especialmente para pequenos produtores, está na possibilidade de diversificação de cultivares, pois garante maior segurança alimentar, e segurança econômica, além de proporcionar melhor utilização do espaço agrícola, o que, sob aspectos agroecológicos, contribui para uma estabilidade socioeconômica e ambiental. Esta técnica tende a contemplar sistemas de produção onde as culturas são cuidadosamente determinadas, levando-se em consideração vários aspectos, como fatores econômicos e de planejamento (plantio a curto, médio ou longo prazo), sempre visando à obtenção de resultados econômicos vantajosos (PENTEADO, 2000; SANTOS, 2007).

Também por constituir eficiente modelo de conservação do solo, sua adoção é sempre recomendada dentro do sistema orgânico, pois quando da sua adequada implantação, assegura resultados compensadores preservando o potencial produtivo do sistema, pois o preparo do solo tem por objetivo a criação das condições necessárias à germinação das sementes e o bom desenvolvimento das plantas. Deste modo, a adoção de algumas práticas vegetativas empregadas na consorciação (como a adubação verde) objetiva não somente o controle da erosão mas também a redução ou até da eliminação do impacto das gotas de chuva sobre a superfície do solo, reduzindo a velocidade da água que escorre sobre o terreno e facilitando a sua retenção e infiltração no sistema. Esse sistema também contribui para o melhoramento do solo pois, por meio do auxílio da vegetação (biomassa residual), tal como ocorre em ambientes naturais, onde a camada superficial do solo é constantemente recoberta por detritos e restos vegetais, passa a adquirir melhor qualidade quanto às suas características

nutricionais, devido ao aporte de nutrientes provenientes da biomassa das culturas (DOURADO NETO; FANCELLI, 2000).

Dentre alguns fatores que podem ser compreendidos para justificar a necessidade da utilização de sistemas de consorciação, estão parâmetros sociais, econômicos e ambientais a serem considerados, com o objetivo de se avaliar as potencialidades de determinada região ou propriedade, visando à implantação de um sistema de consorciação de culturas, bem como para definir as alternativas de manejo adequadas ao sistema, de modo a contribuir para o ganho da qualidade do sistema (PINAZZA, 1993; SANTOS, 2007).

Vários são os trabalhos realizados sobre sistemas de consorciação, com os mais variados resultados, dentre tantos, o consórcio entre milho e feijão possui especial destaque por compreender a “combinação” mais adotada, cabendo ressaltar Vieira (1999) e seu “Estudo Monográfico do Consórcio Milho-Feijão no Brasil”, onde o mesmo afirma que, atualmente, as cultivares disponíveis possuem folhas mais eretas e estreitas, o que favorece o cultivo em espaçamentos mais fechados, e em linhas duplas, por exemplo, proporcionando assim à cultura intercalar um melhor aproveitamento da luz solar. Willey (1979), citado por Vieira (1999), ressalta que, a diferença de ciclo entre as culturas a serem consorciadas, garante maior aproveitamento dos recursos disponíveis, o que aumenta a eficiência do sistema. Todos esses trabalhos, entretanto, se referem ao milho como cultura principal, e em sua maioria a cultivos manejados convencionalmente.

Sobre o consórcio de milho e feijão entre soqueiras de cana-de-açúcar, ressalva-se que, dos cerca de sete milhões de hectares que a cultura ocupa, aproximadamente 80% (5,6 milhões de ha), são formados por cana-soca. Essa otimização do espaço agrícola através da exploração das entrelinhas da cana foi estudada por alguns autores como Chagas et al. (1984), Casagrande (1988), Buenaventura (1989), Rolim (1989), Pinazza et al. (1994), Pinazza et al. (2008) onde a exploração de culturas consorciadas com a cana-de-açúcar se mostrou uma alternativa tão boa quanto a monocultura ou apresentando, em alguns casos, uma leve vantagem quanto à produtividade. A adoção de sistemas de consorciação reduz o impacto da monocultura, trazendo uma série de vantagens

agroecológicas. Apesar disso, raros são os trabalhos envolvendo consorciações desenvolvidas sob manejo orgânico, pois a imensa maioria restringe-se a modelos convencionais de produção, o que evidencia a importância de estudos a serem desenvolvidos dentro dos parâmetros da agroecologia. Atualmente, com o crescente aumento da demanda por produtos cultivados organicamente, pequenos produtores, em especial agricultores familiares, agregariam mais valor aos seus produtos e teriam melhores chances de competir por mercados consumidores.

Por fim, ressalva-se a importância da percepção para com o ambiente quanto à sua manutenção, pois assegurar a continuidade de suas funções, implica necessariamente na implantação e adequação de conhecimentos e tecnologias que minimizem as agressões causadas ao meio ambiente, sobretudo no agroecossistema, onde um adequado desenvolvimento tecnológico possa tornar a agricultura, através da agroecologia aplicada, uma atividade que intensifique o uso da propriedade, diversificando e complementando sua exploração através da adoção de sistemas de consorciação, e garantindo a qualidade do ambiente (PINAZZA, 1993; SANTOS et al., 2004).

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 Objetivo geral**

O objetivo geral deste trabalho foi estudar um sistema de produção orgânico para as culturas de milho (*Zea mays* L.) variedade BR 106, feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar IAC Pérola, e mandioca (*Manihot esculenta* CRANTZ) cultivar IAC 15, consorciados nas entrelinhas de soqueira da cana-de-açúcar (*Sacharum spp.*) variedade RB 867515.

### 1.1.2 Objetivo específico

O presente trabalho teve por objetivos específicos avaliar os seguintes parâmetros, referentes às culturas intercalares:

A quantificação da produtividade das culturas intercalares em kg/ha, levando-se em consideração a produção de grãos para o feijão, a produção de espigas verdes de milho, visando seu consumo “*in natura*”, e a produção de raízes de mandioca.

A análise econômica através de uma estimativa da renda bruta, em R\$/ha, produzida pelas culturas intercalares, com base em seus respectivos valores para produtos orgânicos certificados.

A quantificação da biomassa residual produzida pelas culturas intercalares em kg/ha, bem como a quantificação dos macronutrientes provenientes da mesma, também em kg/ha, feita através dos resultados de análises químicas de planta.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Agricultura e Meio Ambiente**

As condições biológicas foram revolucionadas por rápidos avanços na seleção de plantas e animais, que por meio de avanços biotecnológicos tornaram-se mais produtivos e exigentes. Isto por sua vez acarretou a consequente revolução das condições ecológicas por meio da simplificação e especialização dos ecossistemas, explorados, sobretudo pela agropecuária (agroecossistemas) (VEIGA, 2003).

A agricultura, sob a justificativa da necessidade de se maximizar a produção de alimentos para a população, tem deixado em segundo plano cuidados básicos e necessários para a conservação do ambiente (FRASSON, 1990, in: MARGARIDO, 1994). Várias abordagens têm sido formuladas para o manejo de ecossistemas sob condições de estresse natural, principalmente decorrentes das atividades antrópicas (RISSER, 1985, in: MARGARIDO, 1994).

A importância do ambiente para a sobrevivência do ser humano atualmente ganha cada vez mais espaço através da apropriação de termos e modelos ditos sustentáveis. No caso da agropecuária, por sustentabilidade se entende o uso racional dos recursos naturais para produção de alimentos e bem estar social

garantindo sua continuidade ao longo do tempo (SILVA, 1987, in: MARGARIDO, 1994).

A agricultura convencional possui vários exemplos de práticas de manejo tidas como ecológicas como, por exemplo, o controle biológico de pragas e o sistema de plantio direto. Contudo tais práticas estão relacionadas a custos operacionais que visam uma economia quanto aos custos do processo, e que, mesmo tendo caráter sustentável, não foram adotadas com base numa compreensão da estrutura do ambiente (MARGARIDO, 1994). Assim, de modo geral, as abordagens direcionadas a um manejo e manutenção da qualidade ambiental, acabam sendo limitadas pelas dificuldades de previsão e avaliação dos efeitos das atividades humanas na estrutura e função dos ecossistemas naturais (WESTMAN, 1977, in: MARGARIDO, 1994).

Como já mencionado, as mudanças ocorridas nas características ambientais decorrentes de atividades humanas acabam por proporcionar mudanças das funções ambientais, resultando em alterações de sua estrutura. Tais funções sejam elas de regulação, suporte, produção ou informação, desempenham um papel fundamental na sustentação da vida, sem as quais seria impossível o desenvolvimento de atividades econômicas (GROOT, 1993, in: MARGARIDO, 1994).

Segundo Altieri (1994), a agroecologia, pode ser compreendida como uma disciplina científica que apresenta uma série de princípios, conceitos e metodologias para estudar, analisar, dirigir, desenhar e avaliar agroecossistemas, com o propósito de permitir a implantação e o desenvolvimento de estilos de agricultura com maiores níveis de sustentabilidade, e tendo como ênfase a otimização do agroecossistema; ou ainda de acordo com Gliessman (2001), é a aplicação dos princípios e conceitos da ecologia para o manejo e desenho de agroecossistemas sustentáveis, tendo em seu campo de conhecimento várias reflexões teóricas e avanços científicos oriundos de outras disciplinas. Essas duas definições podem ser agrupadas em uma única, definindo a agroecologia como um campo de conhecimento que abrange diferentes disciplinas, tendo em vista



uma abordagem multidisciplinar dos sistemas agrícolas, possibilitando um tratamento teórico e prático da relação entre agricultura e meio ambiente.

Através dessa abordagem, valoriza-se o estudo do dilema agricultura e meio ambiente, consolidada no tempo pelo fato da agricultura ter buscado tradicionalmente manter formas de produção que alcançassem maior produtividade (viabilidade e rentabilidade econômica), sem levar em consideração o aumento da diversidade biológica e da complexidade de relações entre os organismos que compõem o sistema. O agricultor mesmo procurando manejar a natureza no sentido de manter a sua essência, de modo geral promove alterações na estrutura do ecossistema, na maioria das vezes tão profundamente, que seu funcionamento passa a ser por estresse, o que conseqüentemente leva-o a instabilidade (PINAZZA, 1993). A conversão é o processo de transformação que, partindo de sistemas convencionais, pretende atingir patamares que se configurem como agroecossistemas complementares, requerendo um período de reorganização, sedimentação e maturação de novos conhecimentos e ressituação do agricultor e do ambiente. A conversão de sistemas agrícolas convencionais para agroecológicos, embora estando em um período favorável a sua adoção, se depara com algumas barreiras. As diferentes formas de utilização da terra devem compreender metas de desenvolvimento ecologicamente adequadas, onde as questões mais significativas quanto à sustentabilidade, englobem os componentes dos ecossistemas e/ou agroecossistemas, sujeitando-os a metas de desenvolvimento sustentável (SANTOS et al, 2004).

## **2.2 Agroecologia e Agroecossistema**

A base da agroecologia é o conceito de ecossistema, o qual se define como um sistema funcional de relações complementares entre organismos vivos e seu ambiente, demarcados por limites ambientais aleatórios que no espaço e no tempo parece manter um equilíbrio estável e dinâmico. A sustentabilidade, como conceito emergente e integrante da agroecologia, está baseada nos

conhecimentos dos ecossistemas naturais e agroecossistemas tradicionais (GLIESSMAN, 2003; PAULUS, 2004).

Quando se estende o conceito de ecossistema para a agricultura, considera-se os sistemas agrícolas como agroecossistemas. Muitas vezes os agroecossistemas tornam-se mais difíceis de se estudar, quando comparados aos sistemas naturais, porque a ação humana no meio complica a estrutura e função normal do ecossistema. Assim, um agroecossistema se forma quando a manipulação humana através da alteração de determinado ecossistema visa a produção agrícola. A agricultura é mais que uma atividade econômica desenhada para produção de uma cultura: atualmente se considera como um sistema muito mais abrangente, com muitas partes interatuantes, incluindo os componentes ambientais, econômicos e sociais (GLIESSMAN, 2003).

A diversidade de espécies em agroecossistemas possibilita maior resistência a perturbações, assegurando sua existência e permanência no meio. A garantia de estabilidade de um sistema não está em sua permanência, ou seja, em um estado fixo, mas em sua dinâmica altamente flutuante, que permite a recuperação do ambiente em função de determinada perturbação (GLIESSMAN, 2003).

Os ecossistemas naturais servem de referência para se entender as bases da sustentabilidade em um ambiente particular, como em um agroecossistema, por exemplo, através de sua relação com o meio ambiente em que se encontra, pois proporciona exemplos de co-evolução com seu entorno (cultura e entorno local) ao longo do tempo, através de processos que equilibram suas necessidades, sejam elas tidas como ecológicas, tecnológicas ou sócio-econômicas (GLIESSMAN, 2003).

Os ecossistemas naturais são fruto de um longo período de evolução, com uso de recursos locais e adaptação às condições ecológicas locais. Assim, quanto maior a similaridade estrutural e funcional entre um agroecossistema e um ecossistema natural, maior será a probabilidade do agroecossistema se tornar sustentável (GLIESSMAN, 2003).

Muitos agroecossistemas convencionais modernos têm degradado severamente suas bases ecológicas, na medida em que a otimização da produção de alimentos se baseia em fatores sócio-econômicos; entretanto, muitos agroecossistemas tradicionais também são exemplos da aplicação de conceitos ecológicos no ambiente agrícola, e, neste sentido, a técnica de consorciação de culturas possui especial relevância. Em toda América Latina a consorciação é bem difundida, onde resultados satisfatórios, com rendimentos elevados, estão associados às interações entre os componentes do agroecossistema. Exemplos de tais interações se estendem desde o aumento de insetos benéficos devido ao micro clima proporcionado e abundância de néctar, até a disponibilidade de nutrientes (GLIESSMAN, 2003).

### **2.3 Agroecologia e Agricultura sustentável**

Qualquer definição de agricultura sustentável deve incluir o exame do sistema de produção como um agroecossistema, pois possui sua origem decorrente da ação antrópica sobre o ecossistema natural, tendo por objetivo a utilização do meio ambiente de forma sustentada, visando à obtenção de plantas ou animais para consumo imediato ou para transformação. Porém, a atividade agrícola convencional integralizou manejos e práticas contrários a essa afirmação, priorizando a monocultura e, com isso, se transformando em agente causador de degradação do meio ambiente (PINAZZA, 1993, PAULUS, 2004).

Os custos ecológicos e sociais são inestimáveis em consequência da ocupação e uso desordenado do meio agrícola (agroecossistema), onde o manejo irracional dos recursos aplicados na agricultura aumentou os custos de produção, e paralelamente, os custos para a recuperação dos ambientes em questão. A manutenção da produtividade através do tempo está diretamente relacionada ao manejo a que os componentes ambientais são submetidos, e onde sua disponibilidade responderá proporcionalmente aos conhecimentos e tecnologias que compõem o manejo. A importância econômica dos recursos naturais vai além de sua relação com a produtividade agrícola, pois também cabe compreender os

problemas de degradação ambiental presentes no meio agrícola, bem como as formas de reversão do processo. Diante dessa realidade, a adoção de práticas agroecológicas, visando uma agricultura sustentável, permitem o uso racional do agroecossistema para a produção de alimentos através da geração e aplicação de tecnologias específicas (BONILHA, 1992).

## **2.4 Consorciação de Culturas**

Face às características e práticas culturais, peculiares de certas regiões de clima tropical, cada vez se mostra mais evidente recomendar a utilização de sistemas de consorciação de culturas. Este trata do cultivo simultâneo de duas ou mais espécies e, em certos casos, oferece sensíveis vantagens sobre a monocultura. Seu propósito é a minimização dos riscos decorrentes de condições climatológicas e das tendências econômicas de mercado.

Além disso, o sistema de consorciação, por lidar com diferentes ciclos e culturas de natureza diversas, propicia também a otimização da força de trabalho disponível, maiores safras e, conseqüentemente, maior lucratividade ao pequeno agricultor, além de menor sazonalidade, pois as culturas não são semeadas necessariamente na mesma ocasião, e suas épocas de colheita podem ser bastante diferentes. Desnecessário dizer que este modelo se ajusta perfeitamente às necessidades brasileiras, já tendo seu emprego largamente difundido, como, por exemplo, no cultivo de sorgo-feijão, milho-feijão, coco-cacau, seringueira-cacau, algodão-milho, algodão-feijão, dentre tantas outras combinações. No Nordeste, onde as condições sócio-econômicas e ecológicas são precárias, é comum utilizar-se o consórcio com mais de duas culturas (PORTES; SILVA, 1996).

Se por um lado técnicas modernas como as utilizadas em programas de melhoramento genético têm apresentado resultados ditos compensadores, por outro, técnicas muitas vezes consideradas obsoletas ainda possuem sua importância no meio agrícola e, neste sentido, a consorciação de culturas tem demonstrado sua eficiência ao longo da história. Prova disto é a sua persistência

através dos tempos, bem como a sua utilização em tempos contemporâneos, e onde são responsáveis pela grande maioria dos alimentos produzidos na África Ocidental e na América Latina (ALTIERI, 1989).

A consorciação de culturas, também chamada de policultivos, possui sua utilização difundida principalmente entre pequenos e médios agricultores que objetivam sua subsistência, ou seja, a produção de seu próprio alimento, e em casos de excedente de produção, destinam seus produtos à venda. Compreende um sistema que despende de considerável mão-de-obra, especialmente para a fase de plantio e colheita das culturas, que geralmente são anuais, mas podendo ser também perenes e semi-perenes. Na maioria dos casos, a mão-de-obra é familiar, o que se torna vantajoso quanto a questões econômicas. Além disso, a utilização da mão-de-obra familiar se torna um importante instrumento de difusão do sistema de consorciação, bem como de suas peculiaridades de manejo, para as futuras gerações, desempenhando desta forma, um importante papel social.

A consorciação promove maior aproveitamento da área pelo agricultor que, ao otimizar uma mesma área de seu terreno, acaba aumentando a eficiência da terra, pois produzirá maior quantidade de biomassa quando comparado ao monocultivo, promovendo vantagens quanto à utilização de insumos externos, que acarretariam aumento nos custos de produção. Lisita (2005) afirma que a eficiência em utilização da terra é o fator de maior importância para agricultores que necessitam extrair o máximo de pequenas áreas, e também que a agricultura familiar, se a considerarmos no âmbito nacional, corresponde com cerca de 60% dos alimentos consumidos pela população brasileira, sendo 67% do feijão e 49% do milho, que são considerados alimentos básicos do povo brasileiro. Além disso, em sistemas de consorciação, um maior retorno econômico é esperado, uma vez que por meio do acréscimo de insumos e mão-de-obra locais, o pequeno produtor consegue ganho de produtividade que acaba por se reverter em benefícios econômicos (PORTES; SILVA, 1996).

Em cultivos consorciados, pode haver competição por certos fatores como nutrientes, água, luz, etc. Assim um sistema de consorciação será bem sucedido quando alguns fatores são considerados, como a diferença de ciclo entre as

culturas a serem consorciadas (WILLEY, 1979 in: VIEIRA, 1999), pois, de acordo com Portes; Silva (1996), a luz torna-se o principal fator limitante em sistemas de consorciação. Cabe ressaltar também que devido a condições edafoclimáticas, que em alguns casos são específicas de certas regiões, as culturas a serem implantadas devem ser compatíveis a tais condições, minimizando potenciais interferências competitivas.

Quanto aos fatores de competição intra-específicos e interespecíficos, estes podem ser contornados evitando-se adensamentos, ou seja, plantando-se as espécies de acordo com as densidades recomendadas e escolhendo espécies que não competem simultaneamente pelos mesmos recursos, respectivamente (GLIESSMAN, 2001).

#### **2.4.1 Considerações sobre o milho (*Zea mays* L.).**

Em função de suas características produtivas e potencialidade quanto à sua multiplicidade de aplicações, o milho se constitui em um dos mais importantes cultivos alimentares do mundo. Assim, assume importante papel socioeconômico, além de se constituir em matéria-prima de inúmeros complexos agroindustriais. Ele é uma das principais culturas cultivadas no mundo, pois, além de fornecer produtos largamente utilizados pelo homem e pelos animais, é importante matéria-prima para a indústria, em razão da quantidade e da natureza das reservas acumuladas em seus grãos (DOURADO NETO; FANCELLI, 2000).

No mundo são cultivados cerca de 132 milhões de hectares, que contribuem para a produção de aproximadamente 500 milhões de toneladas de grãos. No Brasil, a cultura ainda apresenta rendimento intermediário devido a inúmeros fatores (FORNASIERI FILHO, 1992).

Cultivo dos mais tradicionais, o milho tem assumido importante papel socioeconômico no Brasil, colocando-se em posição de relevância quanto à produção agropecuária e área plantada de cerca de 13 milhões de hectares anuais, com destaque para as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. Mesmo com a gradativa evolução nos rendimentos e quantidades produzidas, a produção

ainda não expressa todo o potencial genético dos materiais recomendados pela pesquisa (FORNASIERI FILHO, 1992; DOURADO NETO; FANCELLI, 2000).

Dessa forma, em razão dos diferentes níveis tecnológicos empregados nesta cultura e da diversidade de condições edafoclimáticas encontradas no Brasil, os rendimentos médios de grãos têm sido relativamente baixos nos últimos anos. Os consideráveis avanços nas áreas do conhecimento agrônomo vêm propiciando melhor compreensão sobre as relações da cultura do milho com o meio em que se insere. Quando comparado a outras culturas, essa ampla vantagem de informações contribui para a ampliação dessa gama de informações sobre a referida planta, fornecendo elementos eficientes para o manejo da cultura (DOURADO NETO; FANCELLI, 2000). No entanto, apesar de sua grande importância e evolução da produtividade, ainda não traduz o potencial das informações geradas pela pesquisa, sobretudo no âmbito de sistemas alternativos de produção como a agricultura orgânica e a agroecologia, que aliada à experiência, deveriam assumir crescente relevância na criação de condições para permanência e desenvolvimento da agricultura familiar e de pequeno porte (DOURADO NETO; FANCELLI, 2000).

#### **2.4.2 Considerações sobre o feijão (*Phaseolus vulgaris* L).**

O feijão por ser um produto consumido em poucos países do mundo, não compõe o hábito alimentar da população de países com maior poder aquisitivo e não consegue se transformar em *commodity*, ficando fora das grandes cadeias de comercialização de mercadorias. Contudo, no Brasil o feijão é facilmente produzido e compõe o hábito alimentar da grande maioria da população brasileira e por essa razão torna-se um produto estratégico para a segurança alimentar no país, além de apresentar enorme potencial nutritivo. É um produto produzido, em sua maioria, pelo segmento pobre da agricultura brasileira e destinado principalmente ao mercado de menor poder aquisitivo, além de não estar inserido em um grupo agroalimentar complexo, pois na grande maioria dos casos é produzido para subsistência (PAULILLO; ALVES, 2002).

Devido a suas propriedades nutricionais (rico em fibras, ferro, proteínas e carboidratos), compreende cultura alimentar em todas as regiões do Brasil, mudando apenas a coloração e o modo de preparo. Também devido às características da planta, é possível seu cultivo em todos os estados do país: fácil manejo adapta-se a qualquer tipo de solo, embora exigente em água e luminosidade, e não necessita de fotoperiodismo para se desenvolver. O feijão por ser produzido basicamente por pequenos produtores familiares, não depende de insumos industriais, sendo pouco afetado pelo processo de modernização. Seu cultivo no Brasil, além da importância econômica, possui destacado caráter social uma vez que emprega permanente mão-de-obra durante a colheita, por ser uma cultura de ciclo curto (PAULILLO; ALVES, 2002).

Como já mencionado, garante acesso a nutrientes básicos para uma ampla camada da sociedade; além disso, a colheita manual confere maior qualidade ao produto. Embora sendo uma leguminosa como a soja, por exemplo, ainda possui algumas restrições quanto à sua mecanização, derivadas da arquitetura da planta e da necessidade de integridade do produto para não perder sua qualidade (PAULILLO; ALVES, 2002).

#### **2.4.3 Considerações sobre a Mandioca (*M. esculenta* Crantz)**

Planta originária da América do Sul, a mandioca também compreende um dos principais alimentos energéticos para cerca de 500 milhões de pessoas, sobretudo nos países em desenvolvimento, onde é cultivada, de modo geral, em pequena escala e em regiões com baixo nível tecnológico. Mais de 80 países, incluindo o Brasil, produzem mandioca, sendo que este participa com mais de 15% da produção mundial. De fácil adaptação, a mandioca é cultivada em todos os estados brasileiros, o que faz com que a mesma se situe entre os nove primeiros produtos agrícolas do País, em termos de área cultivada, e o sexto em valor de produção (IAC, 2001b).

De modo geral, para consumo humano, a principal característica é que as cultivares apresentem menos de 100 ppm ou 100 mg de ácido cianídrico (HCN)



por quilograma de polpa crua de raízes. Cabe ressaltar que o teor de HCN varia de acordo com a cultivar, com o ambiente e com o estado fisiológico da planta, o que se torna um fator importante para a escolha da cultivar. Cultivares de mandioca para mesa em geral devem apresentar um ciclo mais curto (8 a 14 meses) para manter a qualidade do produto final (IAC, 2001b).

Para a indústria podem ser utilizadas tanto cultivares de mandioca mansas como bravas, uma vez que o teor de HCN nas raízes é liberado durante o processamento. A mandioca industrializada constitui-se como matéria-prima para inúmeros produtos e subprodutos, dentre os quais se destacam a farinha e a fécula (amido). Para este fim, as cultivares devem apresentar alta produtividade, boa qualidade do amido e da farinha e apresentar raízes com polpa de coloração branca ou amarela (IAC, 2001b).

Para a alimentação animal, as cultivares devem apresentar alta produtividade de raízes, de matéria seca e de parte aérea, com boa retenção foliar e altos teores de proteínas nas folhas, de modo que toda a planta pode ser usada para alimentação de vários animais domésticos como bovinos, aves e suínos. O teor de ácido cianídrico deve ser baixo, para evitar a intoxicação dos animais. Enquanto as raízes são fontes de carboidratos, a parte aérea fornece carboidratos e proteínas, pois estas se concentram nas folhas (IAC, 2001b).

As cultivares de mandioca apresentam adaptação específica a determinadas regiões e dificilmente uma mesma cultivar se comporta de forma semelhante em todos os ecossistemas. Um dos motivos para isso é o grande número de pragas e doenças que afetam o cultivo, restritas a determinados ambientes. Isso justifica, em parte, a grande diversidade de cultivares utilizadas pelos agricultores de mandioca do Brasil (IAC, 2001b).

#### **2.4.4 Consorciação e cana-de-açúcar**

Tendo em vista que em um sistema de produção pode-se utilizar diferentes espécies de cultivo em seqüência ou ao mesmo tempo, a técnica de consorciação, se ajusta a modelos que seguem um planejamento visando melhor

aproveitamento da terra, dos insumos, da tecnologia disponível e da mão de obra, pois a técnica se caracteriza pela intensificação no cultivo de espécies no tempo e no espaço, e sempre compreende uma cultura principal e culturas chamadas secundárias.

O consórcio com a cana-de-açúcar, considerando-se a mesma como a cultura principal, e visto as adversidades a que estão sujeitas as culturas alimentares, torna-se uma alternativa que, ao agregar os principais fatores relacionados as respectivas produções convencionalmente, atinge as condições necessárias a adoção da técnica de consorciação. Trabalhos realizados pelo extinto IAA/PLANALSUCAR, demonstram sensíveis aumentos de produtividade da cana-de-açúcar em cultivo com alimentos em rotação (CHAGAS et al., 1984; CASAGRANDE, 1988; ROLIM, 1989; PINAZZA et al., 1994; PINAZZA et al. 2008). A consorciação de alimentos com a cultura da cana-de-açúcar compreende uma técnica antiga, tendo sido muito utilizada no passado, quando comparada à sua atual adoção. O declínio desta tecnologia possui forte relação com questões econômicas, onde os preços dos produtos considerados básicos para a população são historicamente baixos, não garantindo um retorno compensador, visto o trabalho necessário para a sua produção (ROLIM, 1989). Na maioria das vezes o consórcio é realizado sem tecnologia adequada (manejo adequado), resultando em rendimentos não compensadores, e com isso persistem entre produtores, que venham a ser possíveis adeptos, dúvidas sobre os cultivares, métodos e épocas de cultivo, que permitam rendimentos sem prejuízo para a cana (SOUZA FILHO; ANDRADE, 1984).

Recentemente, Machado (2008), ao avaliar um sistema de consorciação orgânico com soqueiras de cana-de-açúcar, constatou que as culturas intercalares estudadas (milho, feijão e mandioca) não apresentaram influência significativa na cana, concluindo que um sistema de consórcio pode ser desenvolvido nas entrelinhas das soqueiras da cultura de cana-de-açúcar, apresentando o milho os melhores resultados.

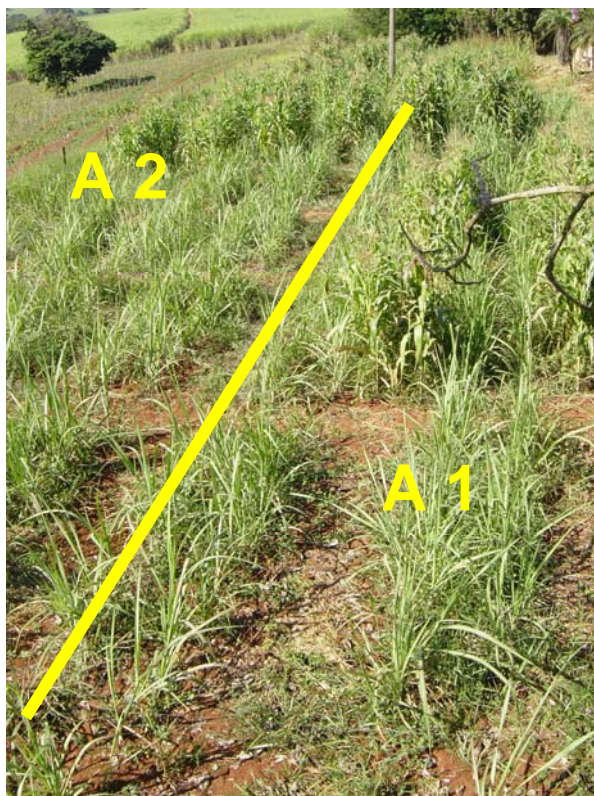
### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Caracterização da área de estudo**

O experimento foi realizado no Centro de Ciências Agrárias (CCA), pertencente à Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), *campus* Araras – SP. O mesmo se encontra localizado sob as coordenadas 22° 18' S de latitude e 47° 23' W de longitude, sendo a altitude local de 617m, com relevo suavemente declivoso e clima classificado como Cwa, tropical úmido com estiagem no inverno e chuvas de verão. A implantação se deu em área destinada a experimentos orgânicos, localizada nas proximidades do Laboratório de Agricultura Orgânica (LAO) do Departamento de Tecnologia Agro-Industrial e Sócio-Economia Rural (DETAISER). O local possui um histórico com mais de dez anos sob manejo orgânico, onde foram realizados vários trabalhos envolvendo a temática da agricultura orgânica, como a compostagem, a produção de rapadura e de açúcar mascavo, frutas dessecadas e, atualmente, a produção de cachaça orgânica. A área útil do experimento compreendeu 1.057,0 m<sup>2</sup> ou 0,1057 ha. O solo predominante no local é classificado como Latossolo Vermelho-Escuro, de acordo com Maniero (1980).

### 3.2 Preparo da área para instalação do experimento

Os procedimentos adotados para preparo da área compreenderam, dentre outros fatores, amostragens compostas do solo local, para análise química (Figura 1); o plantio de adubação verde, com as espécies crotalária (*Crotalaria juncea*) e milheto (*Pennisetum glaucum*), que após seu desenvolvimento, foram roçadas para formação de uma camada de cobertura morta sobre o solo (Figura 2), o que proporcionou um acréscimo de 20,6 t/ha de biomassa para a área útil do experimento; a abertura dos sulcos para plantio da cana-de-açúcar e posterior demarcação e esquadrejamento das parcelas (Figura 3); a aplicação de termofosfato magnésiano (Yoorin Master<sup>®</sup>), na proporção de 250 kg/ha (600g/parcela), com o cálculo sendo feito com base nos resultados da análise química de solo realizada e também de acordo com as recomendações de fertilização orgânica contidas em Kiehl (1985).



**Figura 1.** Divisão da área do experimento para amostragens compostas do solo.



**Figura 2.** Adubação verde utilizada para preparo do solo na área do experimento. **A** – Estágio adulto da planta de crotalária (*C. juncea*) no momento da incorporação; **B** – Estágio adulto da planta de milheto (*P. glaucum*) no momento da incorporação; **C** – Roçamento da adubação verde; **D** – Camada de biomassa (cobertura morta) deixada sobre o solo.



**Figura 3.** Preparo da área: abertura dos sulcos e demarcação e esquadrejamento das parcelas. **A** – Dimensão da profundidade do sulco; **B** – sulcos para plantio no sistema abacaxi.

### 3.3 Tratamentos e delineamento estatístico

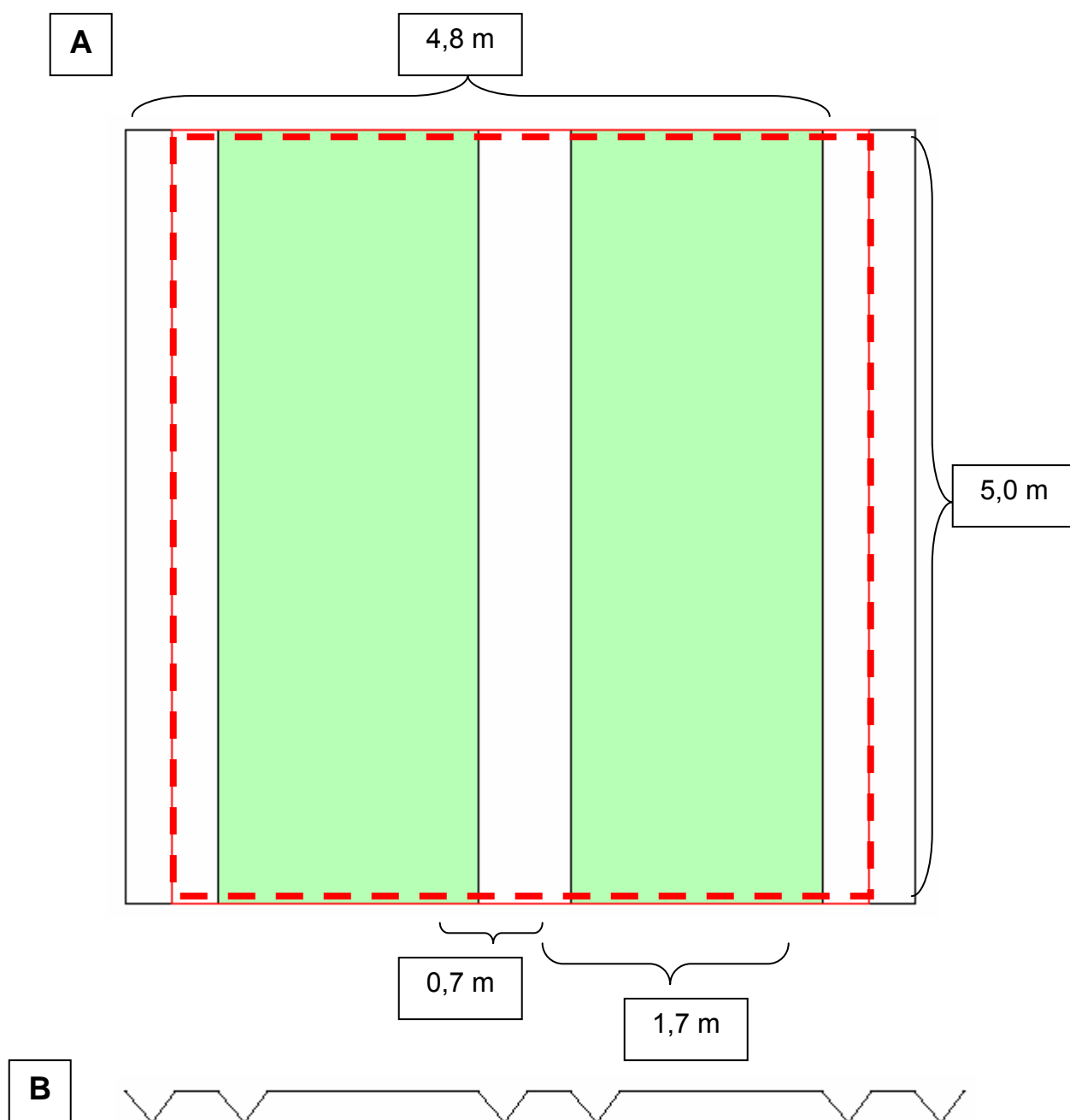
O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados, contando com oito (8) tratamentos e quatro (4) repetições, totalizando 32 parcelas que se constituíram de quatro linhas com cana-soca, com 5,0 m de comprimento e 4,80 m de largura cada (Figura 4). As culturas intercalares avaliadas foram: milho (*Zea. mays* L.) variedade BR 106, feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) IAC cultivar pérola e mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) cultivar IAC 15, onde o consórcio foi realizado de acordo com os seguintes tratamentos:

- T1: cana-soca sem cultura intercalar (testemunha) (Figura 9);
- T2: cana-soca e cultura intercalar de milho (cs+mi) (Figura 10);
- T3: cana-soca e cultura intercalar de feijão (cs+fe) (Figura 11);
- T4: cana-soca e cultura intercalar de mandioca (cs+ma) (Figura 12);

- T5: cana-soca e culturas intercalares de milho e feijão (cs+mi+fe) (Figura 13);
- T6: cana-soca e culturas intercalares de milho e mandioca (cs+mi+ma) (Figura 14);
- T7: cana-soca e culturas intercalares de feijão e mandioca (cs+fe+ma) (Figura 15);
- T8: cana-soca e culturas intercalares de milho, feijão e mandioca (cs+mi+fe+ma) (Figura 16).

### **3.4 Instalação do experimento**

A cana-planta (variedade RB 867515) foi cultivada no chamado plantio abacaxi (Figura 4B), que compreende sulcos duplos, espaçados entre si por 0,70 m e um espaçamento de 2,40m, de centro a centro dos conjuntos de sulcos, e 1,70m separando cada conjunto de sulcos duplos (Figura 4) (FURLANI NETO, 1995).

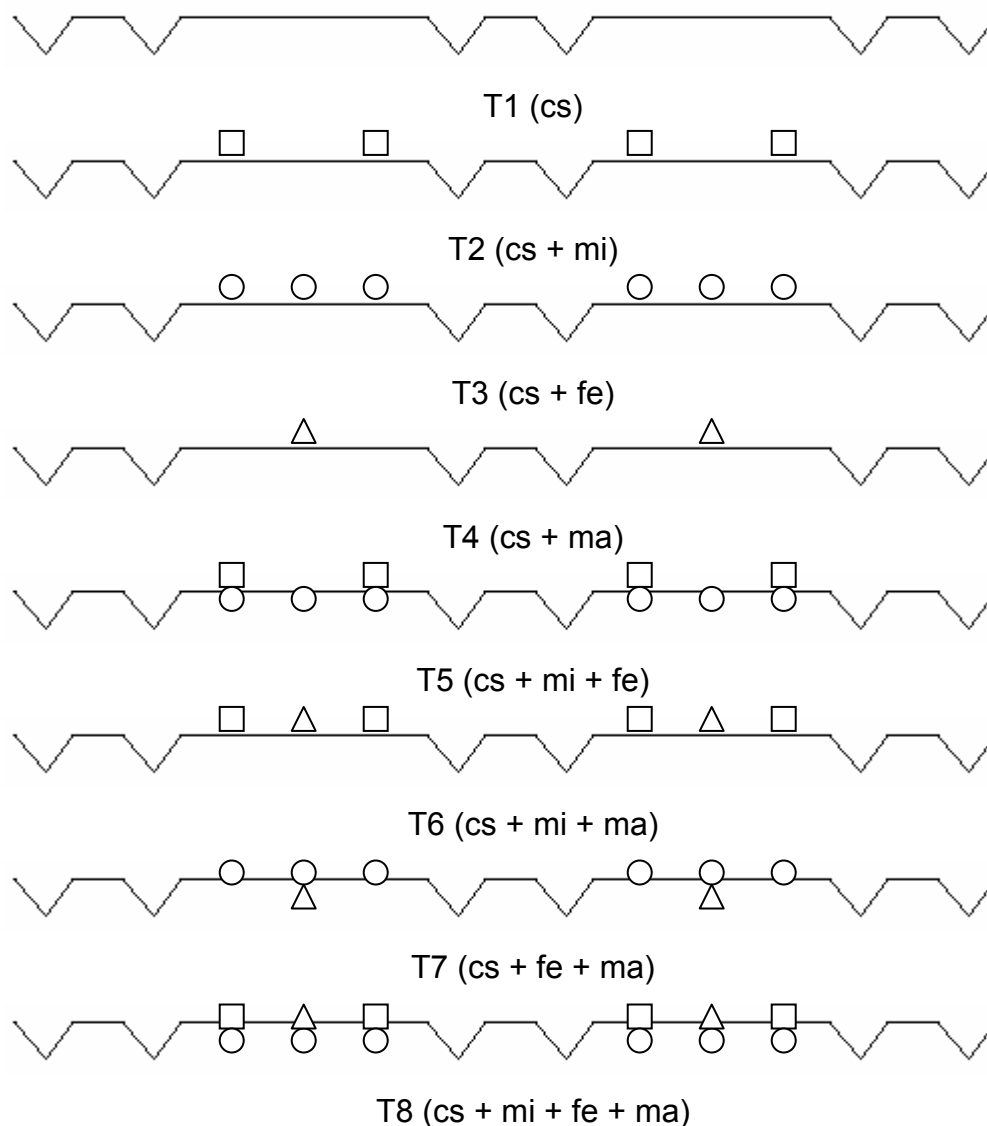


**Figura 4.** **A-** Parcela utilizada no experimento de consorciação, com suas respectivas medidas: linha vermelha tracejada – limite da parcela; linhas pretas – sulcos da cana; áreas verdes – entrelinhas dos conjuntos de sulcos duplos da cana-de-açúcar. **B-** representação de corte do solo para visualização dos sulcos duplos da parcela (plantio abacaxi).



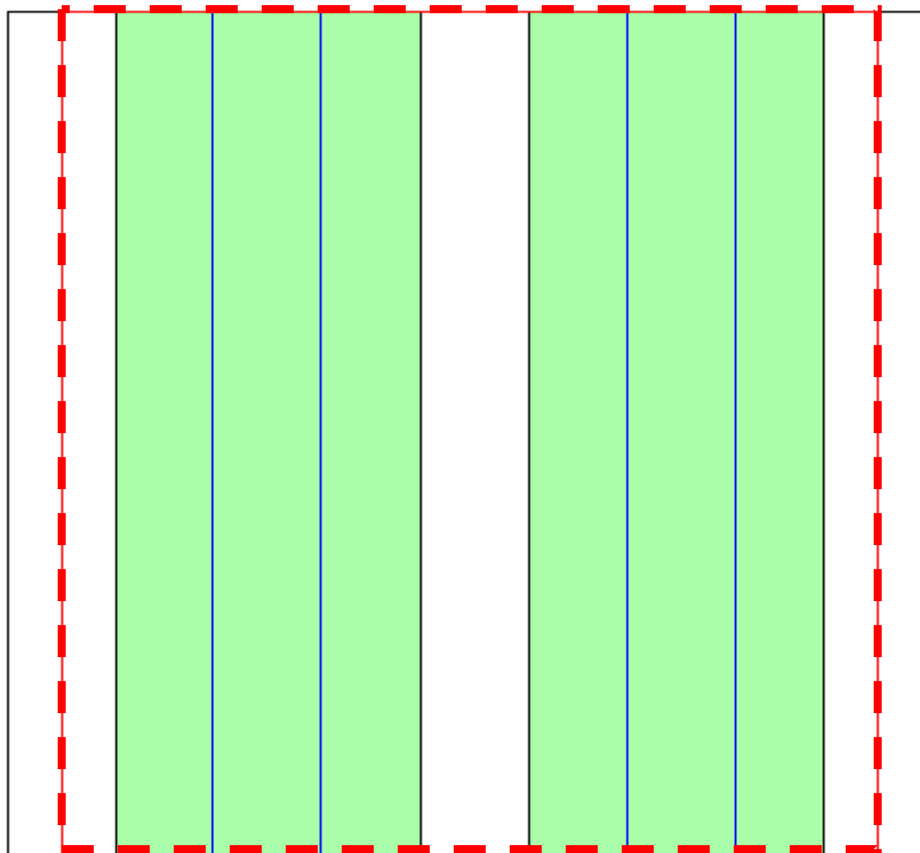
Logo após o corte da cana-planta, realizado em outubro de 2007, foram plantadas as culturas intercalares (milho, feijão e mandioca) nas entrelinhas de maior espaçamento (1,7 m) de soqueira da cana-de-açúcar (espaçamento de 1,70m entre conjunto de sulcos). O plantio das culturas consortes compreendeu o período de 22/10/07 a 26/10/07, acompanhando o início do período de chuvas, onde o milho foi semeado em dois pares de linhas por parcela, com espaçamento de 60 cm entre linhas (Figura 6), e o feijão, em dois pares de linha tripla por parcela, com espaçamento de 30 cm entre linhas (Figura 7). A mandioca foi plantada em linha única, no centro das entrelinhas de cana, compreendendo duas linhas por parcela e adotando-se a densidade de uma maniva por metro linear (Figura 8).

Para a composição de cada tratamento, os espaçamentos adotados foram combinados (sobrepostos), de acordo com cada cultura intercalar, o esquema abaixo (Figura 5) ilustra as combinações realizadas no plantio do consórcio:

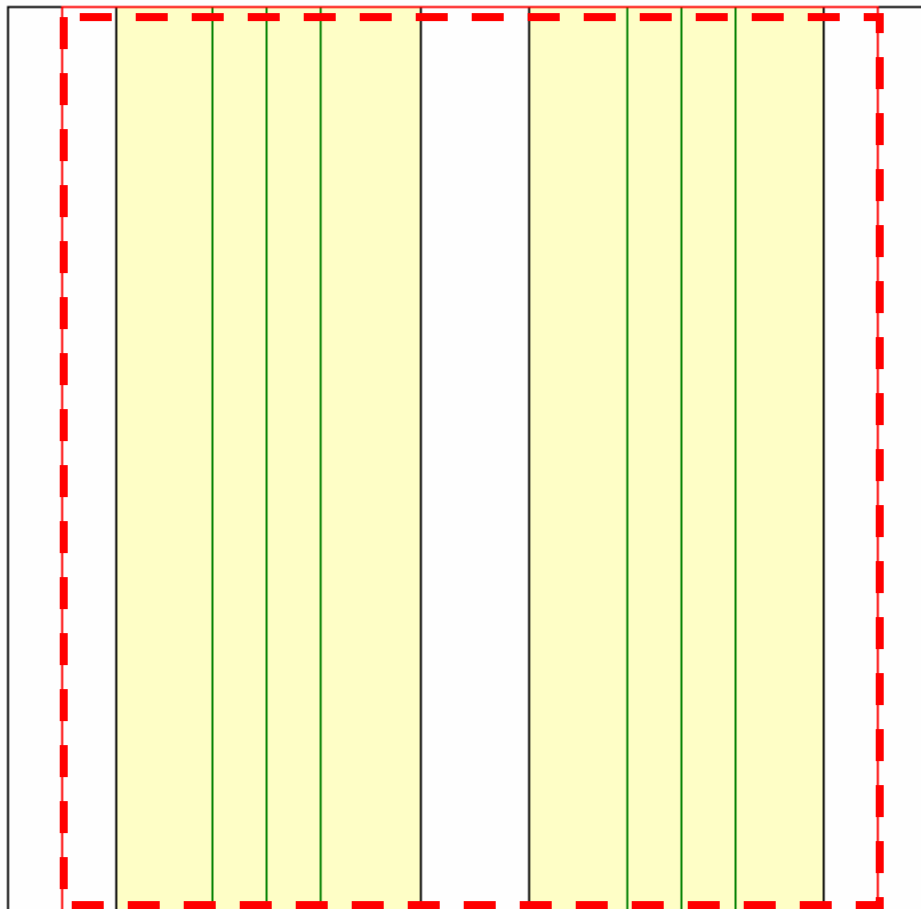


- Milho
- Feijão
- Δ Mandioca

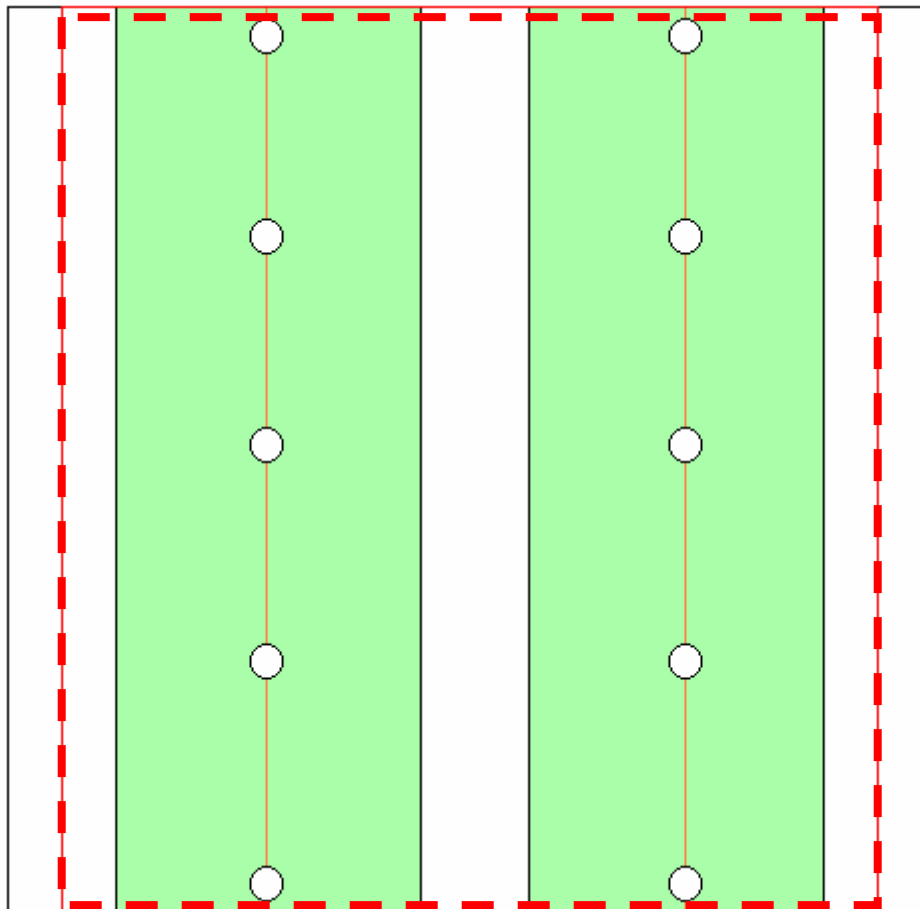
**Figura 5.** Composição de cada tratamento, em função dos espaçamentos adotados para cada cultura intercalar.



**Figura 6.** Croqui de uma parcela para plantio do milho, representadas na figura pelas linhas em azul: linha vermelha tracejada – limite da parcela; linhas pretas – sulcos da cana; áreas verdes – entrelinhas da cana-de-açúcar.



**Figura 7.** Croqui de uma parcela para plantio do feijão, representadas na figura pelas linhas em verde: linha vermelha – limite da parcela; linhas pretas – sulcos da cana; áreas amareladas – entrelinhas da cana-de-açúcar.



**Figura 8.** Croqui de uma parcela para plantio da mandioca, representadas na figura por círculos ao longo da linha laranja central: linha vermelha tracejada – limite da parcela; linhas pretas – sulcos da cana; áreas verdes – entrelinhas da cana-de-açúcar.



**Figura 9.** Tratamento 1: sem cultura intercalar, apenas cana-soca (testemunha).



**Figura 10.** Tratamento 2: cana-soca e cultura intercalar de milho (cs + mi).



**Figura 11.** Tratamento 3: cana-soca e cultura intercalar de feijão (cs + fe).





**Figura 12.** Tratamento 4: cana-soca e cultura intercalar de mandioca (cs + ma).



**Figura 13.** Tratamento 5: cana-soca e culturas intercalares de milho e feijão (cs + mi + fe).



**Figura 14.** Tratamento 6: cana-soca e culturas intercalares de milho e mandioca (cs + mi + ma).



**Figura 15.** Tratamento 7: cana-soca e culturas intercalares de feijão e mandioca (cs + fe + ma).



**Figura 16.** Tratamento 8: cana-soca e culturas intercalares de milho, feijão e mandioca (cs + mi + fe + ma).

### 3.5 Procedimentos experimentais

A emergência das sementes foi observada cerca de quatro dias após a semeadura, tanto para o milho quanto para o feijão, enquanto a brotação das gemas da mandioca ocorreu por volta de 30 dias após o plantio (Figura 17).

O desbaste manual das plântulas (feijão e milho) foi realizado entre 05/11/07 e 16/11/07, sendo a densidade padronizada em sete plântulas por metro linear para o milho e dez plântulas por metro linear para o feijão. A colheita, também realizada de forma manual, foi efetuada no período de 17/01/08 a 31/01/08 para o feijão, e no período de 11/02/08 a 14/02/08 para o milho. A mandioca foi colhida antecedendo o corte da cana-planta.

A condução do experimento constou de observações do desenvolvimento das culturas (Figura 18) e, dentre outros fatores, da realização de capinas e aplicação de biofertilizantes (super magro, ácido pirolenhoso, óleo de nim), conforme recomendações sugeridas por Abreu Junior (1998). Por se tratar de um experimento desenvolvido sob manejo orgânico, todos os procedimentos referentes à condução sempre atenderam as especificações contidas na Portaria Normativa 007 estabelecida pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) em 1999, permitidas para o cultivo orgânico.



**Figura 17.** Emergência das sementes. **A** - germinação do milho BR 106; **B** – germinação do feijão IAC cultivar pérola.



**Figura 18.** Culturas intercalares em produção. **A** – Mandioca (IAC 15); **B** – Espiga de milho verde (BR 106); **C** – Destaque das vagens de feijão (IAC cultivar pérola), em fase de amadurecimento.

Após a colheita, a produção de cada cultura foi pesada separadamente e sua massa convertida em kg/ha, a fim de se proceder às comparações entre os tratamentos. Para o milho, foi quantificado e pesado o número de espigas verdes visando seu consumo *“in natura”*; para o feijão, foi feita a quantificação da produção de grãos, e para a mandioca, a produção de raízes.

### 3.5.1 Amostragem para quantificação de biomassa residual

A amostragem de plantas visando quantificação da biomassa residual, foi realizada de acordo com recomendações sugeridas por Raji (1991) e Silva (1999). Para tanto, foram coletadas amostras das plantas após a colheita (parte aérea e raízes) de todas as parcelas sendo que, para o milho, coletaram-se um total de dois metros lineares de plantas/parcela (Figura 19), compreendendo cada par de linhas duplas por parcela; para o feijão, foram coletados dois metros lineares de plantas, compreendendo cada par de linhas triplas por parcela; para a mandioca coletou-se dez metros lineares, que compreendeu as duas linhas de cada parcela, e coletando-se apenas a parte aérea. A quantificação foi feita através da trituração, secagem e pesagem das amostras, que por fim foram enviadas para análise química de planta junto ao Laboratório de Análise Química de Solo e Planta do Departamento de Recursos Naturais (DRN/CCA/UFSCar).

Assim, uma vez obtido o peso seco das amostras e, com base nos resultados das análises químicas de planta, foi estimada a biomassa residual total/ha (kg/ha) que seria deixada sobre o solo com cana-soca. Em seguida, foram quantificados, de acordo com cada tratamento, também em kg/ha, as quantidades dos seguintes macronutrientes: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg), presentes na biomassa residual.





**Figura 19.** Biomassa residual: **A** - Plantas de milho coletadas para quantificação da biomassa residual; **B** – Biomassa de milho deixada sobre o solo, após a colheita.

### 3.5.2 Cálculo da renda bruta estimada, para as culturas intercalares

O cálculo da renda bruta obtida (R\$/ha) pelas culturas intercalares de acordo com cada tratamento foi realizado tomando-se por base os preços de produtos orgânicos certificados e multiplicando-os pelos valores correspondentes à produção de cada cultura (kg/ha). Abaixo seguem os respectivos valores consultados, para cada cultura:

- Milho verde: três espigas (0,8 kg), R\$ 2,00;
- Feijão: 1 kg, R\$ 3,40;
- Mandioca: 1 kg, R\$ 2,50.

Fonte: MINOWA (2008), Informação verbal<sup>1</sup>.

### 3.5.3 Análise estatística dos dados

Do ponto de vista experimental, os sistemas de consorciação de culturas admitem inúmeras alternativas de modelagem e, conseqüentemente, várias técnicas para análise quantitativa, sendo que não existe um consenso geral quanto à escolha da melhor abordagem a ser adotada em uma situação experimental envolvendo consorciação de culturas, pois esta dependerá dos interesses da pesquisa e do nível de abrangência que se pretende dar aos resultados obtidos (GONÇALVES, 1981).

Para cada parâmetro analisado foi feita a análise de variância (teste “F”, para probabilidade  $p < 0,05$ ) e, em caso de diferença significativa, foi realizado o teste de Tukey. A precisão das informações foi avaliada pelo cálculo do coeficiente de variação (CV %). Para este trabalho as análises estatísticas referentes as variáveis produtividade das culturas intercalares, estimativa de renda bruta e quantificação de biomassa residual foram realizadas através do programa Statistica Stat Soft 6.1. Para a análise das variáveis macronutrientes foi utilizado o programa SisVar, versão 5.1 (Build 72) DEX/UFLA, onde foi aplicada a transformação raiz quadrada de  $(X + 1.0)$ .

---

<sup>1</sup> Informação fornecida por Isack Ryuji Minowa, Vila Yamaguishi, em 20 set. 2008.

### 3.6 Informações sobre as culturas intercalares

#### 3.6.1 Milho (*Z. mays* L.), variedade BR 106

A variedade de milho utilizada foi a BR 106 e sua utilização se deu, dentre outros fatores, devido ao seu potencial produtivo, facilidade na obtenção de sementes e seu porte e ciclo intermediários, 2,0 m e 130 dias, respectivamente. Devido à sua rusticidade, possui menor custo de semente, apresenta produção estável e boa adaptação às regiões brasileiras, sendo também resistente ao ataque das principais pragas, e ainda, recomendada para o consumo verde, pois apresenta as características desejáveis ao consumo “in natura” (FORNASIERI FILHO, 1987).

O controle de doenças em milho para pequenos produtores deve sempre estar associado à escolha da cultivar; BR 106 é uma variedade rústica, bastante tolerante às principais doenças presentes no país; e a adoção de técnicas adequadas para o manejo da cultura, como plantio na época certa, rotação de culturas, adubação e população de plantas adequadas, inibem o aparecimento e/ou desenvolvimento de doenças na cultura (EMBRAPA, 2004). Quanto às pragas, sabe-se que alguns insetos podem causar danos severos às plantas dessa variedade, como a lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*), sendo necessário o controle das mesmas para evitar perdas na produtividade da cultura (EMBRAPA, 2004).

Como já mencionado, sua rusticidade proporciona menor custo de semente, apresenta boa estabilidade de produção e adaptabilidade a todas as regiões brasileiras, resistência ao acamamento e ao ataque das principais pragas. Por tais características, é um milho ao alcance de todos os produtores, independente de seu nível tecnológico, econômico ou social.

Esta variedade também pode ser recomendada para o consumo verde, por apresentar as seguintes características desejáveis a este fim: grãos dentados amarelos, espigas grandes e cilíndricas, sabugo branco, boa granação, pericarpo

delicado e bem empalhado com longevidade de colheita (FORNASIERI FILHO, 1987).

O milho em função de suas etapas de desenvolvimento necessita utilizar distintas quantidades de luz solar para o seu desenvolvimento. Assim a escolha da cultivar deve se centrar na adequação de suas necessidades térmicas à época de seu desenvolvimento na região em questão, visto que a inobservância quanto a este detalhe pode acarretar alterações na fase vegetativa da cultura, comprometendo seu desenvolvimento (DOURADO NETO; FANCELLI, 2000). A variedade BR 106 possui alto alcance social, devido a sua adequação ao cultivo em comunidades de pequenos produtores rurais. Também é utilizado pelas empresas de melhoramento de milho híbrido, como fonte de obtenção de linhagens.

### **3.6.2 Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), IAC cultivar pérola**

O feijão adotado para o experimento foi a cultivar IAC Pérola, pertencente ao grupo comercial de grãos carioca. Possui boa adaptação a variadas formas de cultivo, e apresenta grãos de cor bege claro com rajas marrom-claras e porte semi-ereto (IAC, 2001a, EMBRAPA, 2007).

Consiste em uma variedade que se adapta bem aos mais diversos tipos de cultivo, inclusive ao sistema de produção orgânico, pois além de proporcionar bons resultados quanto à produtividade, mesmo em solos pobres, é resistente às principais pragas e doenças que acometem a cultura (mosaico, crestamento bacteriano), desde que semeada no período seco no ano (outono/inverno), sendo também recomendada para cultivos onde a colheita é realizada manualmente, por possuir um ciclo curto (88 dias) (IAC, 2001a, EMBRAPA, 2007).

### **3.6.3 Mandioca (*M. esculenta* Crantz), variedade IAC 15**

A variedade de mandioca IAC 15, apresenta características para finalidades industriais. Ela apresenta alta produtividade, teor médio de matéria seca nas

raízes e é resistente à bacteriose, uma das principais doenças que aflige a cultura no país. É utilizada para produção de derivados, como a farinha e a fécula e, por ser uma planta rústica e tolerante à seca, adapta-se bem a solos ácidos e de baixa fertilidade, apresentando poucos problemas fitossanitários (IAC, 2001b).

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Resultados da produtividade das culturas intercalares**

Para a produtividade de milho, expressa em peso de espigas/ha (Tabela 1) houve diferença ao nível de 5% de significância entre os tratamentos, sendo o tratamento T2 (cs+mi), o de maior produtividade, diferindo estatisticamente do tratamento T8 (cs+mi+fe+ma), mas mantendo-se igual a T5 (cs+mi+fe) e T6 (cs+mi+ma) os quais, por sua vez, não diferiram de T8 (cs+mi+fe+ma). Os tratamentos T5 (cs+mi+fe) e T6 (cs+mi+ma) apresentaram valores semelhantes, pouco abaixo do T2 (cs+mi). Contudo, em relação às condições do experimento, o T2 (cs+mi) se mostrou mais eficiente quanto à produção de milho expressa em kg/ha; contrariamente, o T8 (cs+mi+fe+ma) apresentou a menor produtividade para a cultura intercalar de milho em sistema de consórcio.

**Tabela 1.** Resultados da produção de milho, em kg/ha, obtidos em sistema de consórcio com cana-soca, de acordo com cada tratamento.

<b>TRATAMENTOS</b>	<b>PRODUÇÃO (kg/ha)</b>
<b>T 2 (cana-soca + milho)</b>	12.307,0 <b>a</b>
<b>T 5 (cana-soca + milho + feijão)</b>	8.515,0 <b>ab</b>
<b>T 6 (cana-soca + milho + mandioca)</b>	8.237,5 <b>ab</b>
<b>T 8 (cana-soca + milho + feijão + mandioca)</b>	4.377,5 <b>b</b>
<b>CV%</b>	<b>23,5</b>

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Assim como nos resultados da produtividade, expressa em peso de espigas/ha, em relação ao número de espigas/ha (Tabela 2) também se detectou diferença ao nível de 5% de significância entre os tratamentos, sendo o T2 (cs+mi) estatisticamente igual ao T5 (cs+mi+fe) e T6 (cs+mi+ma) e, estes, por sua vez, iguais ao T8 (cs+mi+fe+ma), que diferiu apenas do T2 (cs+mi). A diferença entre T2 (cs+mi) e T8 (cs+mi+fe+ma) se mostrou mais acentuada, confirmando os dados de produtividade em peso apresentados na Tabela 1.

**Tabela 2.** Resultados da produção de milho, em número de espigas/ha, obtidos em sistema de consórcio com cana-soca, de acordo com cada tratamento.

<b>TRATAMENTOS</b>	<b>PRODUÇÃO (número de espigas/ha)</b>
<b>T 2 (cana-soca + milho)</b>	40.618,0 <b>a</b>
<b>T 5 (cana-soca + milho + feijão)</b>	35.723,0 <b>ab</b>
<b>T 6 (cana-soca + milho + mandioca)</b>	28.120,0 <b>ab</b>
<b>T 8 (cana-soca + milho + feijão + mandioca)</b>	15.622,0 <b>b</b>
<b>CV%</b>	<b>21,6</b>

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No caso do feijão (Tabela 3), houve diferença ao nível de 5% de significância, com todos os tratamentos diferindo estatisticamente entre si. O tratamento T3 (cs+fe), cana-soca e cultura intercalar de feijão, se mostrou mais vantajoso em relação à produtividade quando comparado às combinações nos demais tratamentos (culturas de milho e de mandioca) para as condições do experimento. Embora inferior a T3 (cs+fe), o tratamento T7 (cs+fe+ma) também obteve expressiva produtividade junto com mandioca. Os demais tratamentos, T5 (cs+mi+fe) e T8 (cs+mi+fe+ma), apresentaram baixa produtividade.

**Tabela 3.** Resultados da produção de feijão (em kg/ha), obtidos em sistema de consórcio com cana-soca, de acordo com cada tratamento.

<b>TRATAMENTOS</b>	<b>PRODUÇÃO (kg/ha)</b>
<b>T 3 (cana-soca + feijão)</b>	617,9 <b>a</b>
<b>T 7 (cana-soca + feijão + mandioca)</b>	552,4 <b>b</b>
<b>T 5 (cana-soca + milho + feijão)</b>	397,1 <b>c</b>
<b>T 8 (cana-soca + milho + feijão + mandioca)</b>	248,5 <b>d</b>
<b>CV%</b>	<b>1,81</b>

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No caso da cultura da mandioca (dados não apresentados), embora obtendo-se certa produtividade (1.156,1 kg/ha) referente ao tratamento T4 (cs+ma), o alto coeficiente de variação obtido através da análise de variância (143,2 %) demonstra pouca confiabilidade neste resultado, não podendo-se tirar conclusões seguras a respeito. O que pode ser avaliado é que a produção de mandioca, para as condições deste experimento, variou muito, e provavelmente esta cultura não se torna uma alternativa das mais recomendadas em sistema de consórcio entre as soqueiras de cana-de-açúcar, o que pode estar relacionada a fatores de competição dos recursos disponíveis, como água, nutrientes e herbivoria de insetos.



## 4.2 Resultados do cálculo da renda bruta estimada

Em termos de estimativa de renda bruta produzida pelas culturas consorciadas à cana-soca, pode ser observado na Tabela 4 que houve diferença significativa dos tratamentos T2 (cs+mi), T5 (cs+mi+fe) e T6 (cs+mi+ma,) em relação aos demais tratamentos. Este último, T6 (cs+mi+ma,), entretanto, não diferiu do tratamento imediatamente acima, T5 (cs+mi+fe), e do imediatamente abaixo, T8 (cs+mi+fe+ma), indicando que a contribuição efetiva em produtividade e, portanto, renda, foi da cultura de milho e não da mandioca. A mesma afirmação pode ser feita em relação aos tratamentos T2 (cs+mi) e T5 (cs+mi+fe), indicando que a contribuição efetiva em produtividade (renda), foi da cultura de milho e não do feijão. Os maiores valores obtidos correspondem aos tratamentos onde o milho compreende ao menos uma das culturas intercalares, assim, a renda obtida pode ser considerada satisfatória para um sistema orgânico de consorciação, pois o consumo “in natura” do milho é muito apreciado regionalmente, além de possuir maior valor agregado por se tratar de um produto orgânico.

**Tabela 4.** Resultados do cálculo da renda bruta estimada (R\$/ha), obtida pelas culturas intercalares, em sistema de consórcio com cana-soca, de acordo com cada tratamento.

TRATAMENTOS	RENDA ESTIMADA(R\$/ha)
T 2 (cana-soca + milho)	26.808,0 a
T 5 (cana-soca + milho + feijão)	26.753,0 a
T 6 (cana-soca + milho + mandioca)	19.626,0 ab
T 8 (cana-soca + milho + feijão + mandioca)	12.957,0 bc
T 7 (cana-soca + feijão + mandioca)	5.719,8 cd
T 3 (cana-soca + feijão)	4.943,7 d
T 4 (cana-soca + mandioca)	2.890,1 d
CV%	23,1

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### 4.3 Resultados da quantificação de biomassa residual

Na avaliação de biomassa residual (Tabela 5), apesar da ligeira elevação do Coeficiente de Variação, constatou-se diferença estatística entre os tratamentos ao nível de 5% de significância. Os tratamentos T6 (cs+mi+ma) e T8 (cs+mi+fe+ma), se mostraram superiores e estatisticamente iguais, tendo T6 (cs+mi+ma) apresentado ligeira alta, e mostrando-se mais vantajoso. Contudo, T8 (cs+mi+fe+ma) não diferiu de T2 (cs+mi), que por sua vez não diferiu de T5 (cs+mi+fe). A seguir, encontram-se os demais T7 (cs+fe+ma), T4 (cs+ma) e T3 (cs+fe), muito inferiores. As produções obtidas evidenciam os resultados apresentados por Vieira (1999) ao citar Willey (1979), onde o mesmo constatou que uma diferença significativa entre os ciclos das culturas consorciadas, garante maior aproveitamento dos recursos disponíveis. Por conseguinte, as diferenças devem estar relacionadas a esta questão.

**Tabela 5.** Resultados da produção total de biomassa residual, produzida pelas culturas intercalares (em kg/ha), obtidos em sistema de consórcio com cana-soca, de acordo com cada tratamento.

TRATAMENTOS	PRODUÇÃO (kg/ha)
<b>T 6 (cana-soca + milho + mandioca)</b>	5.165,1 <b>a</b>
<b>T 8 (cana-soca + milho + feijão + mandioca)</b>	4.205,3 <b>ab</b>
<b>T 2 (cana-soca + milho)</b>	3.057,8 <b>bc</b>
<b>T 5 (cana-soca + milho + feijão)</b>	2.238,0 <b>cd</b>
<b>T 7 (cana-soca + feijão + mandioca)</b>	674,5 <b>d</b>
<b>T 4 (cana-soca + mandioca)</b>	549,6 <b>d</b>
<b>T 3 (cana-soca + feijão)</b>	506,2 <b>d</b>
<b>CV%</b>	<b>34,7</b>

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### 4.3.1 Resultados da quantificação de macronutrientes

Devido à falta de homogeneidade dos dados, para cada variável da quantificação de macronutrientes, após a análise de Tukey, foi aplicada a transformação raiz quadrada de  $(X + 1,0)$ . Essa heterogeneidade ocorreu devido à falta de normalidade dos dados experimentais. Houve diferença estatística ao nível de 5% de significância entre os tratamentos para a variável nitrogênio (N) (Tabela 6), proveniente da biomassa residual. O tratamento T6 (cs+mi+ma) não diferiu estatisticamente dos tratamentos T8 (cs+mi+fe+ma) e T2 (cs+mi). Contudo, os tratamentos T8 (cs+mi+fe+ma) e T2 (cs+mi), se mostraram estatisticamente iguais a T5 (cs+mi+fe) que por sua vez não diferiu dos demais tratamentos. Para a variável nitrogênio o tratamento T6 (cs+mi+ma) mesmo sendo igual a T8 (cs+mi+fe+ma) e T2 (cs+mi) apresentou ligeira vantagem, mostrando-se mais eficiente. A contribuição mais efetiva em termos de quantidade de N/ha foi proveniente da cultura do milho, pois os tratamentos compreendidos pela cultura intercalar de milho apresentaram os maiores valores (Tabela 7).

**Tabela 6.** Resultados estatísticos da análise de Tukey, para a variável nitrogênio (N), onde foi aplicada a transformação raiz quadrada de  $(X + 1,0)$ .

Tratamentos	Médias	Resultados
<b>T6 (cana-soca + milho + mandioca)</b>	5.505909	<b>a</b>
<b>T8 (cana-soca + milho + feijão + mandioca)</b>	5.283175	<b>a b</b>
<b>T2 (cana-soca + milho)</b>	3.893709	<b>a b c</b>
<b>T5 (cana-soca + milho + feijão)</b>	3.321585	<b>b c</b>
<b>T7 (cana-soca + feijão + mandioca)</b>	3.277007	<b>c</b>
<b>T4 (cana-soca + mandioca)</b>	3.119166	<b>c</b>
<b>T3 (cana-soca + feijão)</b>	1.987610	<b>c</b>
<b>CV%</b>		<b>22,5</b>

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 7.** Resultados da quantificação de nitrogênio (N), médias em kg/ha.

<b>Tratamentos</b>	<b>Médias de N (kg/ha)</b>
<b>T 6 (cana-soca + milho + mandioca)</b>	104,4
<b>T 2 (cana-soca + milho)</b>	50,5
<b>T 4 (cana-soca + mandioca)</b>	40,2
<b>T 7 (cana-soca + feijão + mandioca)</b>	36,8
<b>T 8 (cana-soca + milho + feijão + mandioca)</b>	36,8
<b>T 5 (cana-soca + milho + feijão)</b>	32,04
<b>T 3 (cana-soca + feijão)</b>	10,3

Para a variável fósforo (P), conforme apresentado na Tabela 8, não houve diferença estatística ao nível de 5% de significância entre os tratamentos. Contudo, cabe ressaltar que os tratamentos T6 (cs+mi+ma), T8 (cs+mi+fe+ma), T4 (cs+ma) e T7 (cs+fe+ma), ou seja, todos os tratamentos onde a cultura intercalar de mandioca foi cultivada apresentaram tendência de maior acréscimo de P. Assim, em termos de quantidade de P/ha, a contribuição mais efetiva foi proveniente da biomassa residual de mandioca (Tabela 9).

**Tabela 8.** Resultados estatísticos da análise de Tukey, para a variável fósforo (P), onde foi aplicada a transformação raiz quadrada de  $(X + 1,0)$ .

<b>Tratamentos</b>	<b>Médias</b>	<b>Resultados</b>
<b>T6 (cana-soca + milho + mandioca)</b>	2.436392	<b>a</b>
<b>T8 (cana-soca + milho + feijão + mandioca)</b>	2.280081	<b>a</b>
<b>T4 (cana-soca + mandioca)</b>	2.154485	<b>a</b>
<b>T7 (cana-soca + feijão + mandioca)</b>	2.001619	<b>a</b>
<b>T2 (cana-soca + milho)</b>	1.739047	<b>a</b>
<b>T5 (cana-soca + milho + feijão)</b>	1.656155	<b>a</b>
<b>T3 (cana-soca + feijão)</b>	1.290528	<b>a</b>
<b>CV%</b>	<b>26,1</b>	

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 9.** Resultados da quantificação de fósforo (P) proveniente da biomassa residual produzida pelas culturas intercalares, médias em kg/ha.

<b>Tratamentos</b>	<b>Médias de P (kg/ha)</b>
<b>T 6 (cana-soca + milho + mandioca)</b>	18,8
<b>T 4 (cana-soca + mandioca)</b>	17,05
<b>T 8 (cana-soca + milho + feijão + mandioca)</b>	14,2
<b>T 7 (cana-soca + feijão + mandioca)</b>	11,6
<b>T 2 (cana-soca + milho)</b>	7,2
<b>T 5 (cana-soca + milho + feijão)</b>	5,7
<b>T 3 (cana-soca + feijão)</b>	1,6

Para a variável potássio (K), houve diferença estatística ao nível de 5% de significância entre os tratamentos (Tabela 10), em termos de quantificação total de potássio (K) proveniente da biomassa residual. Os tratamentos T6 (cs+mi+ma) e T8 (cs+mi+fe+ma) não diferiram estatisticamente entre si e, por sua vez, também não apresentaram diferença em relação aos tratamentos T4 (cs+ma), T7 (cs+fe+ma), T2 (cs+mi) e T5(cs+mi+fe), os quais, por sua vez, não diferiram do tratamento T3 (cs+fe). Em termos de contribuição efetiva para a quantidade de potássio (K) presente na biomassa residual, pode-se afirmar que a cultura intercalar de mandioca, deu contribuição efetiva, visto que os tratamentos com os maiores valores compreenderam os tratamentos com a referida cultura, destacando-se os tratamentos T6 (cs+mi+ma) e T8 (cs+mi+fe+ma), com médias semelhantes e mais expressivas em relação aos demais tratamentos (Tabela 11).

**Tabela 10.** Resultados estatísticos da análise de Tukey, para a variável potássio (K), onde foi aplicada a transformação raiz quadrada de  $(X + 1,0)$ .

<b>Tratamentos</b>	<b>Médias</b>	<b>Resultados</b>
<b>T6 (cana-soca + milho + mandioca)</b>	5.651385	<b>a</b>
<b>T8 (cana-soca + milho + feijão + mandioca)</b>	5.324753	<b>a</b>
<b>T4 (cana-soca + mandioca)</b>	4.705132	<b>a b</b>
<b>T7 (cana-soca + feijão + mandioca)</b>	4.333212	<b>a b</b>
<b>T2 (cana-soca + milho)</b>	3.891995	<b>a b</b>
<b>T5 (cana-soca + milho + feijão)</b>	3.403677	<b>a b</b>
<b>T3 (cana-soca + feijão)</b>	2.123911	<b>b</b>
<b>CV%</b>		<b>30,9</b>

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 11.** Resultados da quantificação de potássio (K) proveniente da biomassa residual produzida pelas culturas intercalares, médias em kg/ha.

<b>Tratamentos</b>	<b>Médias de K (kg/ha)</b>
<b>T 6 (cana-soca + milho + mandioca)</b>	113,8
<b>T 4 (cana-soca + mandioca)</b>	106,2
<b>T 8 (cana-soca + milho + feijão + mandioca)</b>	100,1
<b>T 7 (cana-soca + feijão + mandioca)</b>	71,6
<b>T 2 (cana-soca + milho)</b>	48,03
<b>T 5 (cana-soca + milho + feijão)</b>	34,2
<b>T 3 (cana-soca + feijão)</b>	13,09

A variável cálcio (Ca) não apresentou diferença estatística ao nível de 5% de significância entre os tratamentos (Tabela 12), em termos de quantificação total de cálcio (Ca) proveniente da biomassa residual. Entretanto, novamente se observa que as médias dos tratamentos onde a cultura intercalar de mandioca foi cultivada apresentaram tendência de valores maiores, como já mencionado para as variáveis fósforo (P) e potássio (K) (Tabela 13).

**Tabela 12.** Resultados estatísticos da análise de Tukey, para a variável cálcio (Ca), onde foi aplicada a transformação raiz quadrada de  $(X + 1,0)$ .

<b>Tratamentos</b>	<b>Médias</b>	<b>Resultados</b>
<b>T6 (cana-soca + milho + mandioca)</b>	3.496428	<b>a</b>
<b>T4 (cana-soca + mandioca)</b>	3.411481	<b>a</b>
<b>T8 (cana-soca + milho + feijão + mandioca)</b>	3.297786	<b>a</b>
<b>T7 (cana-soca + feijão + mandioca)</b>	3.098312	<b>a</b>
<b>T2 (cana-soca + milho)</b>	2.193118	<b>a</b>
<b>T5 (cana-soca + milho + feijão)</b>	1.977063	<b>a</b>
<b>T3 (cana-soca + feijão)</b>	1.681898	<b>a</b>
<b>CV%</b>		<b>31,2</b>

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 13.** Resultados da quantificação de cálcio (Ca) provenientes da biomassa residual produzida pelas culturas intercalares, médias em kg/ha.

<b>Tratamentos</b>	<b>Médias de Ca (kg/ha)</b>
<b>T 4 (cana-soca + mandioca)</b>	52,5
<b>T 6 (cana-soca + milho + mandioca)</b>	38,9
<b>T 8 (cana-soca + milho + feijão + mandioca)</b>	34,5
<b>T 7 (cana-soca + feijão + mandioca)</b>	33,2
<b>T 2 (cana-soca + milho)</b>	11,8
<b>T 5 (cana-soca + milho + feijão)</b>	8,7
<b>T 3 (cana-soca + feijão)</b>	6,4

Por fim, para a variável magnésio (Mg), houve diferença estatística ao nível de 5% de significância entre os tratamentos (Tabela 14) quanto à quantificação do nutriente proveniente da biomassa residual. Os tratamentos T6 (cs+mi+ma) e T8 (cs+mi+fe+ma) não diferiram estatisticamente entre si, que também não apresentaram diferenças em relação aos tratamentos T4 (cs+ma), T2 (cs+mi), T7 (cs+fe+ma) e T5(cs+mi+fe), os quais, por sua vez, não diferiram do tratamento T3

(cs+fe). Em termos de contribuição efetiva para a quantidade de magnésio (Mg) presente na biomassa residual, se pode afirmar que as culturas intercalares de milho e mandioca contribuíram de maneira significativa, visto que os tratamentos com os maiores valores compreenderam ambas as culturas, ao passo que a cultura intercalar de feijão apresentou pequena contribuição (Tabela 15).

**Tabela 14.** Resultados estatísticos da análise de Tukey, para a variável magnésio (Mg), onde foi aplicada a transformação raiz quadrada de  $(X + 1,0)$ .

<b>Tratamentos</b>	<b>Médias</b>	<b>Resultados</b>
<b>T6 (cana-soca + milho + mandioca)</b>	2.837302	<b>a</b>
<b>T8 (cana-soca + milho + feijão + mandioca)</b>	2.570124	<b>a</b>
<b>T4 (cana-soca + mandioca)</b>	2.134753	<b>a b</b>
<b>T2 (cana-soca + milho)</b>	2.113781	<b>a b</b>
<b>T7 (cana-soca + feijão + mandioca)</b>	1.992527	<b>a b</b>
<b>T5 (cana-soca + milho + feijão)</b>	1.976996	<b>a b</b>
<b>T3 (cana-soca + feijão)</b>	1.326378	<b>b</b>
<b>CV%</b>		<b>21,3</b>

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 15.** Resultados da quantificação de magnésio (Mg) provenientes da biomassa residual produzida pelas culturas intercalares, médias em kg/ha.

<b>Tratamentos</b>	<b>Médias de Mg (kg/ha)</b>
<b>T 6 (cana-soca + milho + mandioca)</b>	24,1
<b>T 8 (cana-soca + milho + feijão + mandioca)</b>	18,9
<b>T 4 (cana-soca + mandioca)</b>	15,8
<b>T 2 (cana-soca + milho)</b>	11,6
<b>T 7 (cana-soca + feijão + mandioca)</b>	11,05
<b>T 5 (cana-soca + milho + feijão)</b>	8,9
<b>T 3 (cana-soca + feijão)</b>	2,4



#### 4.4 Comentários

A produtividade dos tratamentos (kg/ha) em relação ao milho atingiu a média de 12.307,0 kg/ha referente ao Tratamento 2 (cs+mi). A menor produtividade foi de 4.377,5 kg/ha, referente ao Tratamento 8 (cs+mi+fe+ma), o que pode ser justificado devido à competição entre as culturas intercalares do referido tratamento. Deste modo, os maiores rendimentos, quanto a produtividade das culturas intercalares foram atingidos através da cultura do milho. O milho pertence à mesma família da cana-de-açúcar (gramínea), o que, do ponto de vista fitopatológico, seria visto como um ponto negativo, pois estaria sujeito às mesmas adversidades da cana, especialmente em relação ao ataque de pragas. Contudo ao ser cultivado entre soqueiras, e por possuir um ciclo relativamente curto, tais problemas não foram relevantes, pois o desenvolvimento da cultura se deu no período de chuvas, o que contribuiu para o controle de eventuais danos causados pela principal praga da cultura (lagarta do cartucho, *Spodoptera frugiperda*). O mesmo pode ser confirmado em relação à competição por fatores nutricionais, pois o milho foi cultivado enquanto a cana-soca iniciava seu desenvolvimento. Cabe ressaltar que a produção de milho objetivou o consumo “in natura” das espigas (milho verde), aumentando o leque de opções do pequeno produtor para obtenção de renda.

No entanto, deve-se destacar que o mercado de milho verde é restrito e, por isso, seria preciso ter um comprador definido, o que na prática, pode não acontecer; inviabilizando-se assim grande parte da receita esperada com tal cultura. Da mesma maneira deve ser destacado que o preço de referência para o quilo da espiga de milho verde, poderá baixar, se a oferta desta aumentar.

Já no caso do feijão, mesmo apresentando variações em sua produtividade, se obteve a média de 617,9 kg/ha referente a T3 (cs+fe), não muito distante da média nacional de 698,0 kg/ha para a cultura solteira convencional (CONAB, 2008). Os maiores rendimentos, assim como para o milho, foram obtidos por meio dos tratamentos onde a cultura não esteve submetida a grandes competidores, ficando em segundo lugar quanto à produtividade em kg/ha.

A produtividade de mandioca não se mostrou interessante em sistema consorciado, para as condições do experimento, devido à sua produtividade baixa e muito variada. Contudo, foi obtida certa produção, que mesmo não tendo valor comercial, pode contribuir para a subsistência familiar da pequena propriedade.

A análise referente à renda bruta, mesmo sendo uma estimativa, mostra que os valores mais rentáveis propiciados por T2 (cs+mi) e T5 (cs+mi + fe) ressaltam que a otimização do espaço de produção pode se mostrar uma alternativa viável do ponto de vista econômico, especialmente para pequenos produtores. Após a colheita da cana a área permaneceria produtiva se realizado o plantio intercalar, gerando a alternativa de acréscimo de renda no período em que a cana se desenvolve. Também, o consumo “*in natura*” do milho (espigas verdes) possui importante papel sociocultural, pois compreende a culinária local de várias regiões, uma vez que 80% da produção de espigas verdes provêm de pequenas propriedades. Além disso, a crescente demanda por produtos orgânicos pode ser um interessante nicho a ser explorado por pequenas propriedades. Mesmo que os valores estejam sujeitos a alterações, produtos orgânicamente cultivados possuem um preço de venda maior, e também, em sua produção, os gastos com insumos são inferiores quando comparados a modelos convencionais.

Os dados referentes à biomassa produzida apenas ressaltam algumas vantagens da cobertura do solo por matéria seca, o que para um sistema orgânico se torna vantajoso, pois diminui gastos com a manutenção da fertilidade pois, além de melhorar as propriedades do mesmo, garante a continuidade dos processos ecológicos onde o solo está envolvido. Em sistemas naturais, a ciclagem de nutrientes depende da diversidade existente no solo e nos demais componentes do ambiente. Deste modo, garantir a diversidade em agroecossistemas, através de técnicas que priorizem situações de acréscimo ao meio, implica em ganhos na qualidade do ambiente como um todo.

As contribuições mais efetivas quanto à produção de biomassa residual foram obtidas pelos tratamentos onde a cultura do milho foi compreendida (T2: cs+mi, 5.165,1 kg/ha).

Para a quantificação de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg), provenientes da biomassa residual, cabe ressaltar que embora alguns tratamentos não tenham apresentado vantagens quanto à produtividade, sua contribuição quanto ao aporte de nutrientes para o sistema apresentou resultados satisfatórios. Os tratamentos onde a cultura intercalar de mandioca foi compreendida, por exemplo, estão entre os melhores resultados para as variáveis fósforo (P) e potássio (K), mostrando sua contribuição para o ganho da qualidade do solo, que contém o plantio de cana-soca. Para as variáveis nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) cálcio (Ca) e magnésio (Mg), de modo geral, as contribuições mais expressivas foram obtidas por meio dos tratamentos onde as culturas de milho e mandioca foram cultivadas.

## 5. CONCLUSÃO

Em sistema de consorciação com cana-soca o milho foi a cultura que se mostrou mais vantajosa (T2 cs+mi), quando considerada a produção para consumo verde “in natura”, tanto ela sozinha junto a cana-soca ou associada ao feijão e à mandioca, nestes casos sendo a contribuição do milho o maior efeito. O feijão T3 (cs+fe) se colocou numa posição subsequente, enquanto que, sobre a mandioca, não podem ser tiradas conclusões seguras a respeito. Em relação à estimativa de renda bruta obtida, ainda o tratamento T2 (cs+mi) se mostrou do que os demais tratamentos. Para a produção de biomassa, o tratamento T2 (cs+mi) também apresentou os melhores resultados na quantificação de macronutrientes proveniente da biomassa residual, os tratamentos que compreenderam as culturas de milho e mandioca mostraram-se mais eficientes. Por fim, a alternativa do consórcio entre soqueiras de cana-de-açúcar demonstra ser uma técnica eficiente, pois, sob a ótica da agroecologia, se torna uma ferramenta importante na preservação e manutenção de um agroecossistema mais equilibrado, ao possibilitar não apenas diversificação de atividades, mas uma importante renda adicional que leva a chances de integração socioeconômica.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU JÚNIOR, H. de (Coord.). **Práticas alternativas de controle de pragas e doenças na agricultura: coletânea de receitas**. Campinas, SP: EMOPI, 1998, 115p.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa**. Rio de Janeiro: PTA-FASE, 1989.237 p.

ALTIERI, M. A. Bases Agroecológicas para una producción agrícola sustentable. **Agricultura Técnica** (Chile) 54 (4): 371-386 (Octubre – Diciembre, 1994).

BONILHA, J. A. **Fundamentos da Agricultura Ecológica: sobrevivência e qualidade de vida**. São Paulo: Nobel, 1992.

BUENAVENTURA, O. C. E. Siembra de cultivos intercalados com caña-de-azucar em Colômbia. In: **GEPLACEA**. Uso alternativo de la caña-de-azucar para energia y alimento. México, 1989. 152p. p. 17-70 (Série diversification).

CASAGRANDE, J. C. **Análise sócio-econômica do sistema de plantio em sulco duplo de cana-de-açúcar com produção de culturas alimentícias intercalares.** IAA/PLANALSUCAR, Araras, SP. 1988.

CHAGAS, J.M.; ARAÚJO, G. A. A.; VIEIRA, C. O consórcio de culturas e razões de sua utilização. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.10, n.118, p.10-12, 1984.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2007/2008 – Décimo Segundo Levantamento – Set/2008.** Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/12\\_levantamento\\_set2008.pdf](http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/12_levantamento_set2008.pdf)> Acesso em 10 de outubro de 2008.

DOURADO NETO, D., FANCELLI, A.L. **Produção de milho.** Guaíba: Agropecuária, 2000. 360p.

EHLERS, E. **Agricultura sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma.** 2ed. Guaíba: Agropecuária, 1999. 157p.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Milho BR 106.** Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/produtos/produtos/br106.htm>> , Acessado em 15 de nov. de 2004.

EMBRAPA Arroz e Feijão – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Feijão cultivar Pérola.** Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br/feijao/perola.htm>> , acesso em: 03 nov. 2007.

FORNASIERI FILHO, D. **Milho: Aptidão climática.** Jaboticabal: FCAV/UNESP, 1987, 26p.

FORNASIERI FILHO, D. **A cultura do milho** Jaboticabal: FUNEP, 1992, 273p.

FRASSON, A. O Preço Econômico, Ecológico Social da Ocupação e Uso Irracional do Espaço Rural. Anais Sober. v. 1, 1990. pg. 178 – 190. in: MARGARIDO, L. A. C. **Valoração ambiental de alguns aspectos funcionais de uma área natural de conservação Estudo de caso: Estação Ecológica de Jataí.** São Carlos, UFSCar, 1994, 92p. Tese de Doutorado – Universidade Federal de São Carlos.

FURLANI NETO, V. L. Sulcos alternados duplos e simples: controle de tráfego na colheita de cana. **Stab**, Piracicaba, SP, v.13, n.4, p. 14-18, 1995.

GONÇALVES, S. R. **Consortiação de culturas – técnicas de análises e estudos da distribuição.** Tese (mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília 1981. 217 f.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável** 2ª ed. – Porto Alegre: Universidade, UFRGS, 2001.

GLIESSMAN, S. R. Agroecologia y Agroecosistemas. **Ciência e Ambiente**, 27:107-120. 2003.

GROOT, R. S. de Functions of the Nature. Evaluation of Nature in environmental, planning, management and the vision making. Ed. Wortrs Noodhoff. The Netherlands. 345p. 1993. in: MARGARIDO, L. A. C. **Valoração ambiental de alguns aspectos funcionais de uma área natural de conservação Estudo de caso: Estação Ecológica de Jataí.** São Carlos, UFSCar, 1994, 92p. Tese de Doutorado – Universidade Federal de São Carlos.

IAC – INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. VARIEDADE DE FEIJÃO IAC PÉROLA. **O Agrônomo**, Campinas, v. 53, n. 1, p. 27, 2001a. Disponível em: <[http://www.iac.sp.gov.br/OAgronomico/532/53127\\_cv\\_feijao\\_tab.pdf](http://www.iac.sp.gov.br/OAgronomico/532/53127_cv_feijao_tab.pdf)>. Acesso em 15 maio de 2006.

IAC – INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. MANDIOCA IAC 15. **O Agrônomo**, Campinas, v. 53, n. 1, p. 29, 2001b. Disponível em: <[http://www.iac.sp.gov.br/OAgronomico/531/53129\\_cv\\_mandioca\\_tab.pdf](http://www.iac.sp.gov.br/OAgronomico/531/53129_cv_mandioca_tab.pdf)> . Acesso em 15 de maio de 2006.

KATOUNIAN, C. A. **A reconstrução ecológica da agricultura** Botucatu: Agroecológica, 2001.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1985. 492p.

LISITA, F.O. Agricultura familiar. Disponível em: [http://www.embrapa.gov.br/linhas\\_de\\_acao/desenvolvimento/agri\\_familiar/index\\_html/mostra\\_documento](http://www.embrapa.gov.br/linhas_de_acao/desenvolvimento/agri_familiar/index_html/mostra_documento) . Acesso em: 15 out. 2008.

MACHADO, R. **Sistemas de produção orgânicos para a soca da cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp, consorciado com milho (*Zea mays*), feijão (*Phaseolus vulgaris*) e mandioca (*Manihot esculenta*)** Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, Centro de Ciências Agrárias, Araras, 2008.

MANIERO, M. A. **Aplicação do método de graus dia em cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.)** 1980. 76f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1980.



MARGARIDO, L. A. C. **Valoração ambiental de alguns aspectos funcionais de uma área natural de conservação Estudo de caso: Estação Ecológica de Jataí.** São Carlos, UFSCar, 1994, 92p. Tese de Doutorado – Universidade Federal de São Carlos.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO Instrução Normativa nº 7 de 17 de maio de 1999. **Diário Oficial da União** de 19 de maio de 1999, pg. 11. Seção 1.

PASCHOAL, A.D. **Produção Orgânica de alimentos:** agricultura sustentável para os séculos XX e XXI: guia técnico e normativo para o produtor, o comerciante e o industrial de alimentos orgânicos e insumos naturais. PCLQ/USP. Piracicaba – SP. 1994. 191p.

PAULILLO, L. F.; ALVES, F. (orgs) **Reestruturação agroindustrial: políticas e segurança alimentar regional** São Carlos: EDUFSCar, 2002, 350p.

PAULUS, G. **Agroecologia: base científica para uma agricultura sustentável.** Brasília: DATER, 2004. 4p. Folheto informativo do Departamento de Assistência Técnica e Extensão Rural.

PENTEADO, S. R. **Adubação Orgânica – Preparo fácil de compostos orgânicos e biofertilizantes.** Agrorgânica. Campinas – SP. fev./2000. 51 p.

PINAZZA, A.H., STOLF, R., MACEDO, N. Avaliação econômica de sistemas de consórcio intercalar cana-de-açúcar/milho. **STAB**, Piracicaba, v.12, p.11-14, jul./ago.1994.

PINAZZA, A. H. **Consortiação de plantas economicamente exploráveis (*Saccharum officinarum* / *Zea mays*) para maior estabilidade do agroecossistema**. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos: UFSCar, 1993. 137 f.

PINAZZA, A. H.; STOLF, R.; MARGARIDO, L. A. C.; MACEDO, N. Sistema de produção de cana-de-açúcar em sulco duplo para a viabilização da mecanização de culturas intercalares. **STAB**. Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil, v. 27, p. 73 – 76, 2008.

PORTES, T.A; SILVA, C.C. Cultivo consorciado. In: ARAUJO, R.S. et al. (Coords.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p.620-638.

RAIJ. B. VAM. **Fertilidade do solo e adubação**. Ceres, São Paulo – SP, 1991.

RISSER, P. G. Toward a Holistic Management Perspective. BIOSCIENCE. v. 35, pg. 414 – 418, 1985. in: MARGARIDO, L. A. C. **Valoração ambiental de alguns aspectos funcionais de uma área natural de conservação Estudo de caso: Estação Ecológica de Jataí**. São Carlos, UFSCar, 1994, 92p. Tese de Doutorado – Universidade Federal de São Carlos.

ROLIM, J. C. **Consortiação da cana-de-açúcar com plantas alimentares: fatores que influenciam sua adoção**. Dissertação (Mestrado). Piracicaba, ESALQ, 1989. 179p.

RUSCHI, A. **Agroecologia** Brasília: Horizonte, 1978.

SANTOS, J. E. dos; CAVALHEIRO, F.; PIRES, J. S. R. et al. (orgs). **Faces da polissemia da paisagem – ecologia, planejamento e percepção** São Carlos: RIMA, vol.1, 2004, 407p.

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

SILVA, D. J. Institutions and managing the environment. *Wat. Sci. Tech.* v. 19 n. 9, pg. 53 – 58, 1987. in: MARGARIDO, L. A. C. **Valoração ambiental de alguns aspectos funcionais de uma área natural de conservação Estudo de caso: Estação Ecológica de Jataí**. São Carlos, UFSCar, 1994, 92p. Tese de Doutorado – Universidade Federal de São Carlos.

SILVA, F. C. da (org.) **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes** / Embrapa Solos, Embrapa Informática Agropecuária, Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999, 370p.

VEIGA, J. E. da A agricultura no mundo moderno: diagnóstico e perspectivas. In: Trigueiro, A. **Meio Ambiente no século 21: 21 especialistas falam da questão ambiental nas suas áreas de conhecimento**. Rio de Janeiro: Sextante, 2003. p. 199-213.

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

WESTMANN, W. E. How much are nature's services worth? *Science*. n. 197, pg. 960 – 963. 1977.

WILLEY, R. W. Intercropping – Its importance and research needs. Part 1. Competition and yield advantages. *Field Crops Abstr.* 32:1-10, 1979. In: VIEIRA, C. **Estudo monográfico do consórcio milho-feijão no Brasil** Viçosa:UFV, 1999. 183p. : il.