

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOSSISTEMAS

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE MONO E POLICULTIVOS ORGÂNICOS NO
RENDIMENTO DAS CULTURAS E NOS ASPECTOS OPERACIONAL E
ECONÔMICO.**

**Florianópolis - SC
2008**

JULIO CARLOS BITTENCOURT VEIGA SILVA

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE MONO E POLICULTIVOS ORGÂNICOS NO
RENDIMENTO DAS CULTURAS E NOS ASPECTOS OPERACIONAL E
ECONÔMICO.**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agroecossistemas, Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina.

Orientador: Prof. Dr. Jucinei José Comin

Florianópolis, maio de 2008.

FICHA CATALOGRÁFICA

Veiga Silva, Julio Carlos Bittencourt.

Avaliação do desempenho de mono e policultivos orgânicos no rendimento das culturas e nos aspectos operacional e econômico/ Julio Carlos Bittencourt Veiga Silva - Florianópolis, 2008.

98 f. : figs., tabs.

Orientador: Jucinei José Comin

Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias.

Bibliografia: f. 94-97.

1. Policulturas – Teses. 2. Consórcio de plantas – Teses. 3. Agricultura orgânica – Teses. 4. Agroecologia – Teses. I. Título.

TERMO DE APROVAÇÃO

JULIO CARLOS BITTENCOURT VEIGA SILVA

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE MONO E POLICULTIVOS ORGÂNICOS NO RENDIMENTO DAS CULTURAS E NOS ASPECTOS OPERACIONAL E ECONÔMICO.

Dissertação aprovada em 30/05/2008 como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina.

Prof. Dr. Jucinei José Comin
Orientador

Prof. Dr. Alfredo Celso Fantini
Coordenador do PG Agroecossistemas - UFSC

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Paul Richard Momsen Miller
Presidente (UFSC)

Prof. Dr. Carlos Armênio Khatounian
Membro (ESALQ)

Prof. Dr. César Assis Butignol
Membro (UFSC)

Prof. Dr. Paulo Emílio Lovato
Membro (UFSC)

Florianópolis, 30 de maio de 2008.

Ao policultivo do qual faço parte e onde predominam interações positivas, nele sou feliz e me completo:

- minha família, com meus filhos maravilhosos, Luis Afonso, Julio e Beatriz e minha companheira, amor de minha vida, Nilza. Suportar os vários momentos em que estive ausente ou dedicando-me ao mestrado foi realmente difícil também para mim.
- minha mãe, meu irmão, irmã e sua família; pelos felizes anos juntos.
- meus verdadeiros amigos.

AGRADECIMENTOS

À presença da vida, sua beleza e seu Criador!

A cada um dos que menciono abaixo e provavelmente muitos que infelizmente não recordei, meu profundo e sincero agradecimento. Com certeza, não teria realizado meu mestrado sem essa cooperação.

Ao Professor Jucinei J. Comin, meu orientador, amigo e parceiro nestes dois anos de pesquisa, dificuldades, alegrias e aprendizado;

À minha querida Mestra Iná Camargo, que com o Yoga me trazia de volta a serenidade, por vários momentos necessária;

Ao amigo e colega do Emater-PR, Paulo Lizarelli, que me mostrou o primeiro programa do mestrado em agroecossistemas em 1995, início de meu desejo em realizá-lo;

Aos amigos, Filipe e Brisolla, companheiros de boas batalhas, que me apoiaram e incentivaram a realizar esse mestrado, quando ainda não havia sido criado o Centro Paranaense de Referência em Agroecologia-CPRA;

Aos colegas diretores do CPRA, Airton Brisolla e Filipe Farhat por reconhecerem a importância e o retorno que eu poderia dar à instituição e aos agricultores. Obrigado pelo apoio além do possível;

Ao professor Luis Carlos Pinheiro Machado Filho, que durante seu período como coordenador apoiou-me e motivou-me, quando estive na eminência de desistir do mestrado devido a questões de “ordem legal” e da “natureza humana”;

Aos professores Marcos Lana e Henrique Bittencourt, grandes amigos iniciando sua carreira, que com seu potencial em breve serão referência na agroecologia;

Aos professores Paul Richard Miller e Paulo Lovato pelas sugestões e conversas informais ao longo do mestrado;

A todos os professores das disciplinas do agroecossistemas que tive possibilidade de participar, pois realmente acrescentaram algo mais em minha vida profissional;

À minha querida tia Mirian, que sempre me recebeu com tanto carinho em sua casa;

Aos amigos, colegas da turma, Luis Antonio e Jair Klein pelo convívio e pelas vezes que me abrigaram em suas casas;

A todos os outros colegas do mestrado que infelizmente não pude ter maior convivência, agradeço pelos conhecimentos trocados e história compartilhada;

Ao meu irmão, mestre João, pela ajuda na capina do experimento;

Ao meu cunhado, Antonio Rohrbacher, salvador das dificuldades em informática;

Ao Emater-PR, por ter me cedido ao CPRA e ao trabalho em prol da agroecologia;

Aos coordenadores do CPRA, Evandro, Solange e Valcir, por terem tolerado e absorvido minhas ausências, com tantas responsabilidades e trabalho a executar;

Ao amigo Nailton, funcionário do CPRA, pelo apoio mais freqüente no experimento.

A todos os funcionários do CPRA, que em algum momento ajudaram;

Aos funcionários do laboratório do IAPAR, Valdenir, Afonso e Joaquim;

Aos pesquisadores do IAPAR, Nilceu Nazareno pelas sugestões, Nelson Fonseca pelo empréstimo de livros e Francisco Skora por ceder imagens do Corel Draw;

Aos meus estagiários Cíntia, Rodrigo e Voltair pela ajuda no experimento de campo;

Aos colegas do grupo de Agroecologia do Emater-PR, pelas palavras e força motivadora;

Aos agricultores, fonte de inspiração e objetivo maior de minha profissão;

Ao povo indígena que infelizmente vive em um mundo que separa e padroniza;

Aos agricultores da Rede Ecovida, em especial os do grupo que participo;

Finalmente, agradeço aos tiranos, que estão sempre presentes e nos ajudam a evoluir, apesar da intenção contrária.

“Alguma coisa em mim atingiu o lugar onde o mundo
respira”.

Kabir

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE TABELAS	xi
LISTA DE ANEXOS	xii
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xiv
1. INTRODUÇÃO	15
2. JUSTIFICATIVA	18
3. OBJETIVO GERAL	22
3.1 Objetivos Específicos	22
4. REFERENCIAL TEÓRICO	23
4.1. Breve Contextualização Histórica	23
4.2. A Lógica da Monocultura	26
4.3. Conceituação	28
4.4. Ecofisiologia de Policultivos	32
4.4.1. Fatores bióticos.....	33
4.5. Mecanismos do Princípio da Produção Competitiva	44
4.6. O Ambiente Modificado Para Produzir Facilitação	49
4.7. Vantagens dos Policultivos	54
4.8. Desvantagens dos Policultivos	55
5. METODOLOGIA	57
5.1. Local e Período	57
5.2. Delineamento Experimental	57

5.3. Instalação do Experimento	59
5.3.1 Preparo e plantio da área.....	59
5.3.2 Tratos culturais.....	61
5.4. Coleta de Dados e Parâmetros Avaliados	62
5.4.1 Parâmetros avaliados.....	62
5.4.2 Coleta.....	62
5.5. Mensuração da Performance dos Tratamentos	64
5.5.1 Uso Eficiente da Terra (UET).....	64
5.5.2 Retorno monetário.....	65
5.5.3 Retorno em relação às operações manuais realizadas.....	67
5.6. Análise Estatística	67
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	69
6.1. Rendimento das Culturas	69
6.2. Produção de Biomassa Residual das Culturas	74
6.3. Uso Eficiente da Terra (UET)	79
6.4. Rendimento Operacional para o Manejo das Plantas Espontâneas	83
6.5. Retorno Monetário	85
6.6. Retorno em relação às operações manuais realizadas	88
7. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	91
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	94
9. ANEXOS	98

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Parcela decrescente recebida pelos agricultores, em percentuais de dólar por alimento-consumidor.....	27
Figura 2: Croqui da área experimental.....	58
Figura 3: Desenho esquemático do policultivo.....	59
Figura 4: Desenho esquemático da data de colheita das culturas.....	64
Figura 5: Rendimento total das culturas em cada tratamento.....	69
Figura 6: Rendimento do milho nos tratamentos em mono e policultivo.....	70
Figura 7: Rendimento do feijão nos tratamentos em mono e policultivo.....	71
Figura 8: Rendimento da soja nos tratamentos em mono e policultivo.....	72
Figura 9: Rendimento da abóbora nos tratamentos em mono e policultivo.....	73
Figura 10: Biomassa total em cada tratamento.....	75
Figura 11: Biomassa do milho nos tratamentos em mono e policultivo.....	76
Figura 12: Biomassa do feijão nos tratamentos em mono e policultivo.....	77
Figura 13: Biomassa da soja nos tratamentos em mono e policultivo.....	77
Figura 14: Biomassa da abóbora nos tratamentos em mono e policultivo.....	78
Figura 15: Uso Eficiente da Terra (UET) dos tratamentos em policultivo.....	82
Figura 16: Rendimento em dias/homem na primeira e segunda capina.....	83
Figura 17: Renda líquida dos tratamentos em R\$/ha.....	86
Figura 18: Renda líquida das culturas em cada tratamento em R\$/ha.....	87
Figura 19: Retorno em R\$ por dia-homem/ha trabalhado na capina.....	88
Figura 20: Retorno em R\$ por dia-homem/ha trabalhado na capina e colheita.....	89

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classificação dos possíveis mecanismos que levam ao princípio da produção competitiva.....	47
Tabela 2: Rendimento total do milho, feijão, soja e abóbora (Kg/ha) e o Uso Eficiente da Terra (UET) nos tratamentos com mono e policultivos.....	79
Tabela 3: Biomassa total do milho, feijão, soja e abóbora (Kg/ha) e o Uso Eficiente da Terra (UET) nos tratamentos com mono e policultivos.....	79

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Análise de solos.....	98
Anexo 2: Memória de cálculo do retorno monetário.....	99

RESUMO

O uso de policultivos destaca-se como uma importante prática recomendada pela Agroecologia, por ser um sistema agrícola com maior estabilidade de produção e geralmente uma maior produtividade agrícola. O presente trabalho teve como objetivo testar o efeito de quatro sistemas de policultivo, em comparação ao monocultivo em um experimento a campo no Centro Paranaense de Referência em Agroecologia (CPRA), no município de Pinhais-PR. O delineamento estatístico foi em blocos ao acaso, com oito tratamentos e quatro repetições, onde os tratamentos de policultivo foram compostos por: milho-feijão-abóbora, milho-feijão, milho-soja-abóbora e milho-soja, e os tratamentos solteiros por milho, feijão, soja e abóbora. A época de realização foi na safra de verão 2006/2007 e o manejo foi orgânico, onde apenas foi utilizado o fosfato natural como fertilizante no plantio, e uma variedade de milho de polinização aberta. Os parâmetros avaliados foram: a produção comercial das culturas; a produção de biomassa seca das culturas; o uso eficiente da terra (UET); o rendimento em dias/homem, para o manejo das plantas espontâneas, através da medição do tempo necessário da 1ª e 2ª capinas, o retorno monetário e o retorno relativo à mão-de-obra utilizada. Os resultados obtidos possibilitam concluir que os policultivos sobressaíram-se em todos os parâmetros avaliados, com o melhor desempenho para o tratamento milho-feijão-abóbora, ficando no grupo de melhor performance em quatro dos seis parâmetros avaliados. Ressalta-se que dos tratamentos em monocultivo, o milho obteve melhor desempenho em dois dos parâmetros avaliados e manteve-se no grupo intermediário nos outros parâmetros, seguido da abóbora, que teve baixa performance apenas no rendimento de biomassa. O tratamento de feijão solteiro obteve o menor resultado com exceção da biomassa, onde foi melhor apenas que a abóbora. Os resultados permitem concluir que sistemas de policultivo rendem até 71% mais por área do que monocultivos, e pela intensidade de mão-de-obra necessária, pode ser recomendado para produtores em determinada escala de produção, comum nos estados do sul do Brasil.

Palavras-chave: Policulturas, consórcio de plantas, agricultura orgânica, agroecologia.

ABSTRACT

The use of polycultures stands out as an important practice recommended by the Agroecology for being an agricultural system with a higher production stability and generally a higher agricultural productivity. The current work has as its objective the comparison of four polyculture systems, compared to monoculture, in a field experiment performed at the Centro Paranaense de Referência em Agroecologia (CPRA) [Paraná Reference Center in Agroecology], in the city of Pinhais-PR. A randomized complete block design was used with eight treatments and four repetitions, where the polyculture treatments were composed of: maize-common bean-squash, maize-common bean, maize-soybean-squash, and monocultures of maize, common beans, and squash. This study was done in the 2006/2007 summer cropping season, with organic production methods, where the only fertilizer used in the planting was rock phosphate, and the maize variety used was open-pollinated. The evaluated parameters were: the commercial production of the cultures; the production of above-ground biomass; land equivalent ratio (LER); labor demands for 1st and 2nd hoeing; the monetary result and the hand labor relation in the monetary result. The results obtained lead us to conclude that the polycultures stood out in all the evaluated parameters, with the best performance in the maize-common bean-squash treatment, which achieved the best performance in four of the six evaluated parameters. In the monoculture treatments, maize had better performance in two of the evaluated parameters and remained in the intermediate group in the other parameters, followed by squash, which had a poor performance only in biomass. The monocrop of bean obtained the worst result. The results allow us to conclude that, under the conditions of these trials, polycultures yield until 71% more than monocultures, and that the hand labor necessary in these systems is feasible on small family farms in southern Brazil

Key words: Policultures, intercropping, organic agriculture, agroecology.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas mesmo entre os agricultores tradicionais, muitas técnicas ou práticas estão sendo esquecidas e até rejeitadas pela implementação da agricultura moderna. Dentre elas chamam a atenção os sistemas de cultivos múltiplos ou policultivos, que podem representar na opinião de muitos agroecologistas, a máxima expressão da agricultura sustentável¹ nos trópicos.

A atividade agrícola na maioria das vezes implica na simplificação dos agroecossistemas, substituindo a diversidade natural por um pequeno número de espécies cultivadas em sucessão, poucas vezes consorciadas, e com um pequeno número de animais domesticados. Nas paisagens agrícolas em todo o mundo são plantadas cerca de 12 espécies de culturas e grãos, 23 espécies de hortaliças e cerca de 35 espécies de frutíferas; isto é, não mais que 70 espécies de plantas distribuídas sobre aproximadamente 1,44 bilhões de hectares de terras cultivados no mundo (ALTIERI, 2003). O resultado final da simplificação da biodiversidade para fins agrícolas são agroecossistemas artificiais que requerem constante intervenção humana.

Segundo Gliessman (2000), seis práticas básicas – cultivo intensivo do solo, monocultura, irrigação, aplicação de fertilizante inorgânico, controle químico de pragas e manipulação genética de plantas cultivadas – formam a espinha dorsal da agricultura moderna ou convencional. Este mesmo autor cita que “nas últimas décadas, agricultores voltaram-se de forma crescente para o monocultivo – plantando apenas um tipo de cultura em uma área, freqüentemente em escala muito extensa, e que as monoculturas permitem um uso mais

¹ Resumidamente para considerar-se uma **agricultura sustentável**, pelo menos: teria efeitos negativos mínimos no ambiente e não liberaria substâncias tóxicas ou nocivas; preservaria e recomporia a fertilidade, preveniria a erosão e manteria a saúde ecológica do solo; usaria a água de maneira racional; dependeria, principalmente, de recursos de dentro do agroecossistema; trabalharia para conservar e valorizar a diversidade biológica e garantiria igualdade de acesso a práticas, conhecimento e tecnologias agrícolas adequadas e possibilitaria o controle local dos recursos agrícolas (GLIESSMAN 2000).

eficiente da maquinaria agrícola para preparo do solo, semeadura, controle de ervas, e podem criar economias de escala em relação à compra de sementes, fertilizantes e agrotóxicos” (Gliessman, 2000, p.35).

A partir destas afirmações, constata-se que a monocultura parte de uma abordagem industrial da agricultura, preconizando insumos baseados em tecnologia com vistas a aumentar a produtividade, enquanto os insumos baseados na mão-de-obra e em procedimentos ou processos elaborados com os recursos da propriedade são minimizados.

Esta constatação é reforçada, quando observamos que as técnicas de monocultivo se casam bem com as outras cinco práticas básicas da agricultura moderna supra citada, onde a relação com os agrotóxicos é particularmente forte, pois grandes extensões de área cultivadas com a mesma planta são mais suscetíveis a ataques devastadores de pragas específicas e requerem controle químico (Gliessman, 2000), o que corrobora com a nossa preocupação de que em muitas regiões, monoculturas para exportação substituíram os policultivos da agricultura tradicional de subsistência.

O resultado negativo da monocultura, associado às outras práticas modernas, está sendo verificado a cada ano, em relação aos impactos ambientais – perda da diversidade genética e a poluição ambiental –, e sociais – aumento da desigualdade², carência³ e dependência do meio rural, refletindo em outros setores⁴.

O presente trabalho pretende demonstrar a importância de retomar os policultivos como estratégia de fortalecimento da agricultura familiar sustentável no Paraná e chamar a

² “A despeito dos aumentos na produtividade e produção, a fome persiste em todo o globo. Além de causar sofrimento humano desnecessário, as relações de desigualdade tendem a promover políticas e práticas agrícolas que são dirigidas mais por considerações econômicas do que pela sabedoria ecológica e pensamento a longo prazo. Agricultores de subsistência nas nações em desenvolvimento são deslocados pela crescente produção para exportação dos grandes proprietários de terras, freqüentemente forçados a cultivar terras marginais, resultando em desmatamento, erosão severa e dano social e ecológico sério” (Gliessman, 2000, p.51).

³ “Também ocorrem enormes disparidades na ingestão de calorias e na segurança alimentar entre pessoas de nações desenvolvidas e as das nações em desenvolvimento” (Gliessman, 2000, p.51).

⁴ Grande parte dos municípios do interior do Paraná têm a agricultura como atividade mais importante e que movimenta as economias locais, refletindo as crises ou frustrações de safras, negativamente em outros setores, como o comércio e os serviços.

atenção para a necessidade da execução de pesquisas por órgãos públicos, entre eles o Centro Paranaense de Referência em Agroecologia, que tem por objetivo central promover, divulgar e apoiar ações de ensino, pesquisa e extensão voltadas ao desenvolvimento de modelos agrícolas sustentáveis, baseados nos preceitos da agricultura ecológica. Cabe destaque que o autor atua no referido centro, como coordenador na área de recursos naturais e produção vegetal integrada, reforçando o interesse no presente tema.

2. JUSTIFICATIVA

Ao longo da carreira profissional o autor da presente dissertação, e mesmo anterior a ela por ser filho de agricultor, observou a transformação da agricultura à medida que as tecnologias modernas foram absorvidas. Muito conhecimento tradicional e tecnologias adequadas à realidade local foram substituídos por tecnologias padronizadoras e altamente dependentes de insumos externos.

Outra constatação do autor ocorreu nos municípios paranaenses onde trabalhou como extensionista desde 1992 até o início de 2004, acompanhando agricultores familiares que utilizavam o policultivo, principalmente de milho e feijão, e verificando que obtinham, em geral, melhores resultados econômicos, do que os agricultores que aderiram ao monocultivo e a “alta tecnologia”. Como citam Gerage e Kranz (1989), as culturas do feijão e do milho no Brasil, e a mandioca especialmente no Nordeste, eram conduzidas em apreciável proporção em sistemas de policultivos, enquanto no Paraná, até o final da década de 80, quase 50% da área cultivada com feijão era consorciada com milho. No entanto, hoje observamos pelas informações de profissionais do meio rural, que o plantio consorciado é pouco utilizado.

A preocupação do autor é reforçada a partir de um diálogo com três indígenas da aldeia Guarani de Santa Amélia-PR, entre eles seu cacique. Após visita durante o período da pesquisa, a outras aldeias Guarani e Kaingangue, não observando em nenhuma delas os policultivos típicos de indígenas, somente monoculturas, foi perguntado o porquê de tal fato e a resposta foi a seguinte: “Como vamos competir com os outros se não fizermos assim. É uma luta desigual. Colocar um cavalo contra um trator traçado não dá né!” Outra pergunta foi se lembravam quando começaram a produzir só uma cultura em cada área; disseram que há aproximadamente 18 anos. Em seguida foi perguntado se melhorou a vida deles na aldeia e a resposta foi carregada de nostalgia: “a vida antes era bem melhor. Havia muita fartura de comida. A gente entrava na roça e colhia de tudo. Milho, mandioca, feijão, abóbora,

amendoim, arroz, ..., fruta. Agora o que a gente produz a gente vende. Algodão, milho (híbrido) e outros. Sobra pouco, mas a gente recebe cesta básica. Mas não é a mesma coisa.”

Nesse diálogo ficou claro, que os policultivos foram substituídos pelos monocultivos, mesmo sendo melhores, segundo o relato dos indígenas, por uma forte pressão de um desenvolvimento com enfoque estritamente econômico, com a função de produzir mercadorias, e a partir de um modelo totalmente dependente. Não fugiu do que ocorreu à grande maioria dos agricultores, ou seja, uma adesão maciça ao pacote tecnológico moderno.

Porém, Sullivan (2003) ressalta que quando o homem modela a natureza deve primeiro olhar alguns dos princípios pelo qual ela funciona. Através do entendimento desses princípios pode usá-los para reduzir custos e incrementar o rendimento, mantendo o recurso base que é a terra. O mesmo autor considera três princípios essenciais, contemplados pelos policultivos, que são: ‘a diversidade é um padrão da natureza’, ‘a cooperação é mais evidente do que a competição’ e ‘a estabilidade tende a aumentar com a diversidade crescente’.

Benyus (2003, p. 11), enfatiza que os biomimeticistas⁵ estão descobrindo o que funciona na natureza e, mais importante ainda, o que perdura. “Depois de 3,8 bilhões de anos de pesquisas e desenvolvimento, os fracassados se tornaram fósseis, e o que nos rodeia é fruto do segredo da sobrevivência”.

Portanto, caminhando para a sustentabilidade⁶, a qual a agroecologia⁷ se propõe, uma das práticas valiosas que a agricultura tradicional realiza são os policultivos. Estes podem ser definidos como a produção de dois ou mais cultivos na mesma superfície ao mesmo tempo; é

⁵ Biomimética: nova ciência que estuda e segue como princípios, a natureza como modelo, como medida e como mentora.

⁶ O economista californiano Gordon Douglas assinala que **sustentabilidade** tem diferentes significados para as diversas escolas de pensamento: - A corrente *suficiência alimentar* ou de *produtividade*, que pensa a sustentabilidade como o abastecimento suficiente de alimentos para cobrir a demanda de todas as pessoas; - A escola dos *cuidadosos*, que vê a estabilidade como um fenômeno principalmente ecológico, com a preocupação de manter um nível médio de produção por um longo e indefinido período... sem esgotar os recursos renováveis de que a produção depende; - A perspectiva *comunitária*, que concentra maior atenção nos efeitos dos diferentes sistemas agrícolas sobre a vitalidade, e sobre a organização social e cultural da vida rural.

⁷ “Aplicação de conceitos e princípios ecológicos no desenho e manejo de agroecossistemas sustentáveis” (Gliessman, 2000, p.54).

uma forma de intensificar a produção agrícola mediante um uso mais eficiente dos fatores de crescimento, do espaço e do tempo, e isto se pode conseguir, seja semeando as espécies consecutivamente ou em associação (Leihner, 1983 apud Casanova et al., 2005). São agroecossistemas com graus variáveis de complexidade no arranjo das espécies que os agricultores têm selecionado com as diferentes vantagens que se pode receber destas combinações de cultivos (Amador y Gliessman, 1989 apud Casanova et al., 2005).

Nos trópicos, policulturas são um componente importante da agricultura em pequenas propriedades. Além de redução de riscos de perdas nas colheitas, uma das razões para a evolução e adoção de tais padrões de cultivo deve ser a incidência reduzida de insetos praga (Altieri e Liebman, 1988 apud Altieri, 2003). Sistemas de policultura também podem proporcionar um potencial para o aumento da produtividade, inclusive na agricultura de regiões temperadas. Mesmo na América do Norte temperada, antes da disseminação das variedades modernas e da mecanização, as policulturas foram aparentemente comuns (por exemplo, 57% da área cultivada de soja em Ohio eram cultivadas em combinação com milho em 1923 [Vandermeer, 1989]). No meio oeste dos Estados Unidos, a associação de soja e milho consorciados em faixas tem sido tentada como uma alternativa econômica à monocultura (Francis, 1990 apud Altieri, 2003).

Os policultivos, desde que conduzidos de forma correta⁸, proporcionam diversas vantagens em relação ao cultivo solteiro ou monocultura. Entre as vantagens que podem surgir do delineamento inteligente de policulturas, estão a redução das populações de insetos, a supressão de plantas espontâneas, através do sombreamento por dosséis complexos ou alelopatia (Gliessman e Amador, 1980 apud Altieri, 2003), o melhor uso de nutrientes do solo (Igzoburkie, 1971 apud Altieri, 2003) e o aumento da produtividade por unidade de área (Harwood, 1974 apud Altieri, 2003). Para tanto, é necessário levar em consideração os

⁸ Entende-se como correto, no momento de delinear e manejar este sistema, procurar minimizar a competição e maximizar a complementação entre espécies na associação.

benefícios mútuos entre espécies para compor o sistema, e obter um adequado desenho do arranjo das culturas no que se refere às densidades e espaçamentos para cada uma.

No presente trabalho pretende-se demonstrar a eficiência de um sistema tradicional de policultivo americano, com as culturas de milho (*Zea mays* L.), feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e abóbora (*Cucurbita maxima*), a importância de um sistema de consórcio atualmente pouco encontrado no Paraná, com as culturas de milho e feijão, e testar ainda o potencial da cultura da soja (*Glycine Max* L.) substituindo o feijão em policultivos, devido a grande importância da mesma na agricultura do Estado do Paraná.

3. OBJETIVO GERAL:

Avaliar a influência de policultivos no rendimento das culturas e nos aspectos operacional e econômico.

3.1 Objetivos Específicos:

Testar o efeito de quatro sistemas de policultivo, em comparação ao monocultivo, no rendimento das culturas, na produção de biomassa, no uso eficiente da terra, no retorno monetário e no rendimento da mão-de-obra no manejo de plantas espontâneas.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1. Breve Contextualização Histórica

Há uma tendência generalizada de vincular a monocultura à agricultura moderna e em especial após a adoção das técnicas da revolução verde. Não há dúvida que a monocultura cumpriu e cumpre um papel fundamental na disseminação desse pacote tecnológico, porém esse cultivo historicamente é muito antigo e sempre esteve vinculado às estruturas de poder, como veremos a seguir.

A primeira revolução, chamada de revolução neolítica, transformou a economia humana e deu ao homem o controle do abastecimento de sua alimentação, pois ele começou a plantar, cultivar e selecionar as plantas comestíveis, bem como, domesticou certas espécies de animais (CHILDE, 1975). Ainda hoje, em algumas regiões do mundo, cultivar a terra significa simplesmente abrir uma área na floresta, queimá-la, escavá-la com uma enxada, semeá-la e em seguida colhê-la, tornando a plantar no ano seguinte, repetindo as operações até que essa área se esgote. Então se troca de área.

Essa agricultura itinerante é muito parecida com aquela do início do período neolítico, quando em algumas regiões mais favorecidas se iniciaram as primeiras civilizações conhecidas. Entre elas, a civilização egípcia no Vale do rio Nilo, a Suméria nas planícies aluviais entre o Tigre e o Eufrates e, nos vales adjacentes do Indo a civilização harapiana, também chamadas de grandes sociedades agrárias hidráulicas (MAZOYER e ROUDART, 1998). Nesses locais a abundância de solo fértil e de água, garantiu o abastecimento farto de alimentos, especialmente cereais, e permitiu a expansão da população (CHILDE, 1975). A fertilidade natural possibilitou aos habitantes do vale satisfazer suas necessidades e importar de outras regiões matérias primas essenciais à vida civilizada.

Assim, arqueólogos consideram que a partir de aproximadamente 3000 a.C. o Egito, a Mesopotâmia e o vale do Indo não eram comunidades de agricultores simples, mas Estados, com diversas profissões e classes. A monocultura de cereais dominava, sustentada pela fertilidade natural e agora por sistemas de poder onde as classes dominantes manipulavam os servos, e os escravos como trabalhadores braçais, onde o acúmulo surgia a partir da expropriação da força de trabalho.

Por outro lado, certamente mais antigo, porém vinculada à subsistência, o princípio dos sistemas de culturas sobrepostas e associadas é conhecido há muito tempo visto que Plínio, o Velho (século I d.C.), na sua *História Natural*, já descrevia as culturas de oásis do Sul tunisiano nestes termos: “À sombra de orgulhosa palmeira nasce a oliveira, debaixo da oliveira a figueira, debaixo da figueira a romãzeira, debaixo desta última a vinha, debaixo da vinha o trigo, depois as leguminosas, finalmente as plantas para saladas: tudo isto no mesmo ano e todas estas plantas são alimentadas umas à sombra das outras.” (MAZOYER e ROUDART, 1998).

Reforçando a antiguidade dos sistemas de policultivos, Berger (1962; apud GERAGE e MUZILLI, 1982) cita que o milho consorciado com outras culturas é tão antigo quanto a história da própria planta. Indígenas do Continente Americano costumavam cultivar entre as fileiras de milho, o feijão, mandioca, abóbora, etc. Também Kantor (1999), cita: “Talvez a mais familiar combinação de policultivos que vem sendo utilizada por séculos pelas culturas indígenas é o milho, feijão e abóbora”.

Aproximando-se da história mais recente, na Europa medieval as monoculturas de cereais se relacionam aos grandes períodos de fome e miséria. Entre 1700 e 1845, a Irlanda teve sua agricultura, antes baseada na criação de ovelhas, transformada no cultivo de uma única espécie, a batata, provocando uma catástrofe devido ao fracasso da colheita de 1845.

Morreram dois milhões de irlandeses em quatro anos e dois milhões emigraram para os EUA e Canadá (CROALL e RANKIN, 1981).

Durante a colonização do Brasil e de outras colônias do mundo a agricultura variada de subsistência foi substituída pela *Plantation* (agricultura em larga escala) de um único produto, em vastas áreas – a monocultura. “A grande propriedade fundiária, a monocultura de exportação e o trabalho escravo foram os três componentes fundamentais da organização social do Brasil-Colônia. Eles se conjugaram num sistema típico de exploração do trabalho e da natureza, sobre o qual acabaram se assentando todas as atividades econômicas da sociedade colonial” (SZMRECSÁNYI, p. 12, 1990).

A agricultura de subsistência, bastante diversificada, com forte influência indígena e africana e, portanto adaptada às condições tropicais não era nem um pouco valorizada. Vale citar aqui parte de um relatório escrito por Lamenha Lins em 1877(SANTOS, 1995, p. 105): “Por outro lado, o nacional, aprenderá do colono laborioso, tudo quanto lhe for aproveitável da cultura europeia, e se habilitará a melhorar e aperfeiçoar a sua lavoura”.

Contrapondo essa visão, Linhares e Teixeira Silva (1981), enfatizam que um dos motivos da rápida vitória da agricultura de alimentos, entre nós, desde o século XVI, deve-se aos empréstimos feitos à agricultura indígena. Entre os muitos gêneros cultivados, podemos citar o milho, a mandioca, os feijões, a abóbora, a batata doce, o amendoim, o cará e a pimenta. Normalmente, a lavoura indígena baseava-se na mandioca, no milho e na batata doce, associado ao feijão, ao amendoim, à abóbora e ao cará. Também Taunay (2001), cita que a cultura do feijão “quase nunca se planta só, pois que ocupa os lugares vazios entre os vegetais de maior volume” e a cultura da abóbora acompanha geralmente o milho, o feijão, a mandioca e o arroz”.

A dicotomia entre produção de alimentos e produção de monoculturas para exportação desde o Brasil-Colônia evidencia-se quando em virtude da escassez de alimentos nos centros

urbanos é decretada em 1642 na Bahia, a obrigatoriedade de “plantar mandioca em outra igual porção de terreno”. Com esse decreto, a preocupação de atender aos interesses da grande lavoura e o abastecimento da população em geral ficaria contemplada. Reforçando essa divergência, os senhores do engenho preocupados com a alimentação dos escravos e em certa medida a sua própria, “davam” o sábado livre e terras para produzirem o seu próprio sustento (LINHARES e TEIXEIRA SILVA, 1981) em roças diversificadas.

Como visto acima, a monocultura dirigida para a exportação é um fenômeno antigo em nossa história. Mas a modernização da produção, com o estabelecimento de novas relações no campo e a introdução de tecnologias padronizadas e dispensadoras do trabalho, se iniciou com a revolução industrial no século 19 e se intensificou a partir dos anos sessenta (1960). A difusão da prática da monocultura em larga escala ocorreu após a revolução industrial. Antes desta, a monocultura de culturas temporárias só era possível por longos períodos em um mesmo local, sob condições muito especiais, em solos excepcionais, enquanto na fase mais recente, o sistema depende da utilização intensiva de fertilizantes químicos, com processos mecânicos de revolvimento e condicionamento do solo, além do emprego constante do controle químico de pragas.

4.2. A Lógica da Monocultura

Segundo o impresso, intitulado “A Terra na Terra – um livro sobre a agricultura e o trabalho com o solo”, patrocinado pela Syngenta (sem data):

Basicamente, a diversidade é o oposto da padronização. Quando são formadas grandes lavouras de soja, cana, milho, etc., o homem está interferindo drasticamente na biodiversidade. Mas, para conseguir alimentos de qualidade em quantidade – aliás, somos 6 bilhões de bocas -, é preciso padronizar, pois só assim tem sido possível obter grandes safras. Essa padronização facilita o manejo e a mecanização dos cultivos, além de todas as atividades do setor, para de imediato, garantir resultados econômico-financeiros ao negócio rural. Não se pode, porém, esquecer que ao fazer a **monocultura** criamos as condições para que doenças e pragas se multipliquem, o que leva ao uso de mais defensivos. Para suprir as necessidades da planta, os agricultores são estimulados a pôr mais nutrientes no solo, em larga escala, e aí a terra pode ficar imprópria, carregada de sais, salinizada.

Confirmando o exposto acima, de acordo com Romeiro (1998, p. 69):

As atuais práticas agrícolas modernas não foram simplesmente, como é frequentemente afirmado, a única resposta técnica possível ou mais eficiente para aumentar a produtividade do trabalho e os rendimentos da terra, de modo a fazer face às necessidades impostas pelo crescimento demográfico e pelo processo de urbanização. Seu cerne tecnológico resulta em grande medida do esforço técnico-científico para tornar viável a monocultura e contornar os efeitos de seu impacto ecológico sobre os rendimentos. Trata-se de um sistema de produção baseado na utilização intensiva de fertilizantes químicos combinados com sementes selecionadas de alta capacidade de resposta a esse tipo de fertilização, no uso de processos mecânicos de reestruturação de solos degradados e controle químico de pragas.

O aumento das monoculturas tem resultado em um declínio do número de unidades produtivas e de produtores, pois monoculturas em pequena escala não conseguem bancar o custo de atualizar a tecnologia agrícola e o equipamento necessário. A parcela do valor final do alimento, que é destinada ao agricultor é cada vez menor, deixando os agricultores pressionados entre os custos de produção e de comercialização. No gráfico a seguir é mostrada a evolução dessa situação, onde hoje a parcela para o agricultor no dólar alimento-consumidor é menor que 9% do total (Smith, 1992, apud Gliessman, 2000).

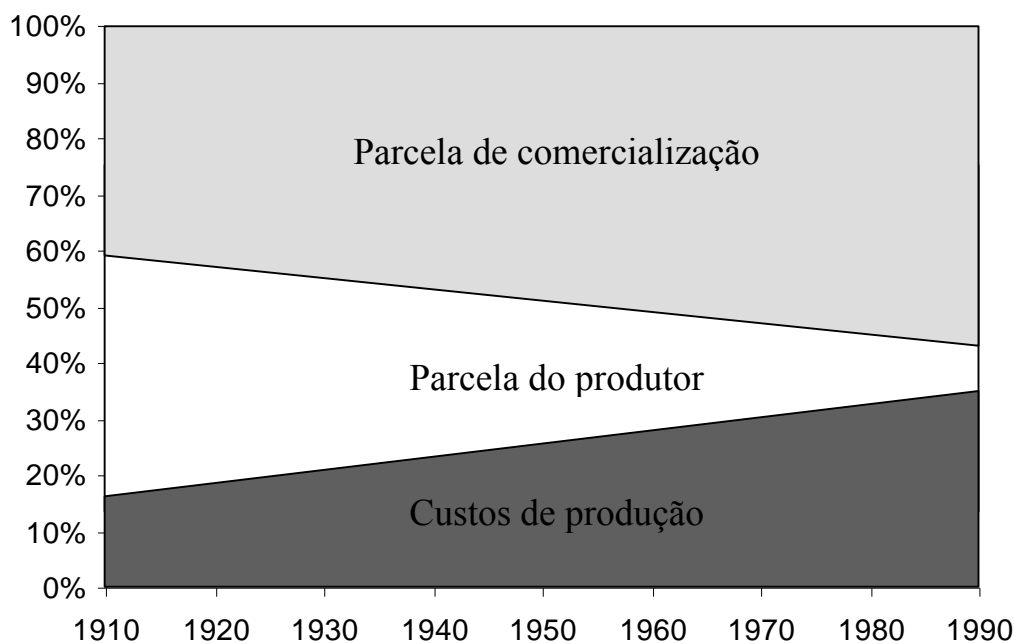


Figura 1: Parcela decrescente recebida pelos agricultores, em percentuais de dólar por alimento-consumidor.

4.3. Conceituação

Os policultivos podem ser definidos e classificados segundo o esquema proposto por Andrews e Kassam (1976):

- **Cultivo Múltiplo**: A intensificação de cultivos nas dimensões de espaço e tempo, conduzindo dois ou mais cultivos no mesmo local em um ano. Pode ser de duas formas, cultivo seqüencial ou **policultivo**.

- **Cultivo Seqüencial**: Plantio de dois ou mais cultivos em seqüência no mesmo campo ao longo de um ano, onde o cultivo sucessivo é plantado depois que o cultivo precedente foi colhido. A intensificação do cultivo ocorre somente na dimensão tempo, ou seja, não há competição entre espécies cultivadas, portanto os agricultores manejam somente uma espécie em um determinado tempo no mesmo talhão;

- **Policultivo**: Cultivo de duas ou mais espécies simultaneamente no mesmo local, com a intensificação de cultivo em ambas as dimensões de tempo e espaço. Há competição entre espécies durante todo ou parte do período de cultivo, portanto os agricultores manejam mais de uma espécie em um mesmo período de tempo em um mesmo local.

Os policultivos podem ser de diferentes formas, definidas a seguir:

Policultivo misto ou variado: Plantio de duas ou mais espécies simultaneamente sem um distinto ou claro arranjo em fileiras ou linhas;

Policultivo linear: Plantio de duas ou mais espécies simultaneamente onde uma ou mais espécies são plantadas em fileiras ou linhas;

Policultivo em faixas: Plantio de duas ou mais espécies simultaneamente em diferentes faixas amplas o suficiente para permitir cultivo independente, mas estreito o suficiente para que haja interação agrônômica entre as espécies;

Policultivo de substituição: Cultivo de duas ou mais espécies simultaneamente durante parte do ciclo de vida de cada uma, ou seja, planta-se uma segunda espécie depois da primeira ter atingido seu estágio reprodutivo ou certo estágio durante o cultivo, porém antes dela estar pronta para a colheita.

Vandermeer (1989) sugere uma classificação que poderia ser baseada no grau de associação física entre os cultivos ou espécies envolvidas, onde no cultivo sequencial não há associação, caminhando para o cultivo de substituição com uma associação parcial e finalmente uma associação completa que ele denomina de “cultivo cheio”.

No Brasil ainda grande parte da literatura e mesmo os agricultores utilizam o termo consórcio ou cultivo consorciado para o plantio simultâneo de duas ou mais culturas em uma mesma área (GERAGE e KRANS, 1987; VIEIRA, 1999).

No cultivo de oleráceas é muito utilizado o termo cultivo consorciado de hortaliças e também associação de plantas, ou mesmo plantas companheiras (RIOTTE, 1991). Para Riotte (1991), os policultivos são “realmente o coração das plantas companheiras, pois a idéia é ter duas ou mais diferentes hortaliças cultivadas em um mesmo canteiro, provindo diversificação”. Nessa combinação a idéia não necessariamente se limita a hortaliças, mas também a utilização de flores, ervas entre outras espécies.

Existe ainda, outra classificação baseada nos objetivos para os quais as culturas são plantadas (MORGADO e RAO, 1986). Esta distinção serve para decidir o critério apropriado para avaliar os sistemas de policultivo e é dividida em quatro tipos:

- Uma cultura principal consorciada com uma ou mais culturas secundárias. Neste sistema uma das culturas é mais importante que a(s) outra(s). Espera-se que não ocorra nenhuma redução na produção da cultura principal devida ao consórcio e considera-se a produção das culturas secundárias como um lucro extra. A cultura

principal pode ser de interesse alimentício, valor econômico ou de uma cultura de ciclo longo ou perene com grande espaçamento que permita o consórcio sem ser afetada negativamente. O critério para avaliar essas combinações calcula quanto a cultura principal produz em relação ao plantio isolado e qual a produção adicional proporcionada pelas outras culturas;

- Culturas com produtos semelhantes: São sistemas onde as culturas que o compõem proporcionam produtos semelhantes com igual aceitação, como as misturas de gramíneas para forragem, de cereais para alimentação ou de culturas para extração de óleo. Em nosso meio é mais comum a mistura de gramíneas, raramente encontrando-se os outros sistemas. Neste caso a produção total é mais importante que a produção individual de cada espécie. Para se considerar vantajoso o consórcio é necessário que a produção exceda a mais alta produção obtida no plantio isolado (WILLEY, 1979; apud MORGADO e RAO, 1986);
- Culturas para propósitos diferentes: Geralmente os sistemas de policultivo utilizados pelos pequenos agricultores incluem culturas que possam satisfazer as suas diferentes necessidades, como um cereal com uma leguminosa (exemplo: milho-feijão), uma cultura alimentícia e uma cultura de alto valor econômico (exemplo: milho-soja) ou culturas alimentícias com uma forrageira (exemplo: milho e/ou caupi-palma). Nestes casos o policultivo é vantajoso se a produção das culturas excede a soma das produções de cada espécie em plantio isolado ou solteiro. Esta ainda é a situação mais comum e, também a mais difícil de ser comparada com o plantio solteiro, devido à dificuldade de se combinar produções de diferentes espécies, e a competição entre espécies alterar a produção proporcional em relação à proporção plantada (WILLEY, 1979; apud MORGADO

e RAO, 1986). Esse foi o sistema escolhido para avaliação no presente projeto, pois parece ser o de maior ocorrência no estado do Paraná;

- Combinações com culturas ‘modificadoras’: São sistemas nos quais uma das culturas componentes tem como finalidade melhorar a fertilidade do solo (exemplo: leguminosas), diminuir o ataque de insetos-praga e doenças na cultura principal (exemplo: banana-crotalaria para reduzir o ataque de nematóide) ou modificar o microclima para melhorar o crescimento da outra espécie (exemplo: café ou cacau sombreado). Nestes sistemas as culturas ‘modificadoras’, além de serem eficientes nos objetivos específicos, idealmente devem ser de valor econômico para que sejam sistemas que gerem mais renda.

Outras terminologias utilizadas em sistemas de cultivo múltiplo e desenvolvidas no corpo do presente trabalho são as seguintes (ANDREWS & KASSAM, 1976):

- Cultivo solteiro: O cultivo de uma espécie plantada sozinha em estandes puros em densidade normal. Oposto de cultivo associado;
- Monocultura: O plantio repetitivo de uma mesma espécie solteira no mesmo local;
- Rotação: O cultivo repetitivo de uma sucessão ordenada de plantio (com ou sem pousio) na mesma área;
- Padrão de cultivo: A seqüência anual e o arranjo espacial de plantio ou de plantio e pousio em uma dada área;
- Sistema de cultivo: Os padrões de cultivo utilizados em uma propriedade e suas interações com os recursos da mesma, outras atividades da propriedade e a tecnologia disponível que determina seus ajustes;
- Uso Eficiente da Terra (UET) ou Índice de Equivalência de Área (IEA): É a relação entre a área cultivada em consórcio e a cultivada em monocultivo, para se

chegar à mesma produção, no mesmo nível de manejo. O IEA é a soma das frações do rendimento das espécies no policultivo relativa ao seu rendimento em cultivo solteiro;

Dois outros conceitos importantes que serão utilizados com maior profundidade no decorrer do trabalho são os seguintes (VANDERMEER, 1989):

- Competição (interferência): O processo em que duas espécies de plantas ou duas populações de plantas interagem a tal ponto que no mínimo uma exerça um efeito negativo na outra;
- Facilitação⁹: O processo em que duas espécies de plantas ou duas populações de plantas interagem de tal forma que no mínimo uma exerça um efeito positivo na outra. Dupla facilitação é equivalente ao mutualismo.

4.4. Ecofisiologia de Policultivos

A ecofisiologia dos policultivos permite entender como as vantagens produtivas podem ou não ocorrer a partir das interações positivas ou negativas entre as plantas e os fatores ambientais (bióticos e abióticos), e a partir desse entendimento, subsidiar o planejamento, desenho e manejo de sistemas de policultivos adequados, produtivos e sustentáveis.

A idéia predominante entre agricultores, técnicos e pesquisadores é de que a produtividade está ligada à fertilidade, que por sua vez está ligada somente ao solo, e a sua melhora corresponde a uma melhora da fertilidade. Mais preocupante é a noção também

⁹ Termo cunhado por Vandermeer (1989), considerado chave no desenvolvimento desse trabalho e no eficiente desenho de policultivos.

corrente de que a fertilidade do solo é definida exclusivamente pelos seus teores de nutrientes minerais e das relações dos mesmos entre si.

O conceito de fertilidade do sistema destaca a importância de outros fatores, e não somente aqueles ligados à química do solo, na determinação do potencial de produção dos ecossistemas, sejam eles agrícolas, naturais, ou mesmo somente o solo como sistema (KHATOUNIAN, 2001).

Os fatores abióticos que determinam a fertilidade nos ecossistemas são: o suprimento de luz, de água, de ar, de calor e de nutrientes minerais (KHATOUNIAN, 2001). A combinação adequada destes fatores, juntamente ao entendimento e incorporação dos fatores bióticos é o que pode definir o potencial produtivo de um agroecossistema, e como será demonstrado a seguir, com a possibilidade de otimizar estes fatores em sistemas de policultivos.

4.4.1. Fatores bióticos

É importante compreender as interações bióticas de um agroecossistema, ou seja, como cada membro da comunidade causa impacto no ambiente agrícola e altera as condições para os organismos vizinhos (GLIESSMAN, 2000).

Existem duas referências para contextualizar as interações entre organismos em um ecossistema ou comunidade. Primeiro na ecologia, onde as interações são compreendidas a partir dos efeitos causados ou observados entre dois organismos que interagem. Essa é uma referência base para definir conceitos fundamentais como competição e mutualismo. Já na agroecologia, observam-se as interações como derivadas do impacto que organismos refletem sobre o ambiente que convivem (GLIESSMAN, 2000).

As duas referências são importantes no desenvolvimento de sistemas de policultivos, pois permitem que se trabalhe com a preocupação de realizar um bom arranjo entre as espécies envolvidas e, portanto, compreender bem as interações entre elas, bem como não perder de vista as interações positivas ou não, que podem ocorrer no ambiente.

Aqui serão tratadas a competição e a densidade populacional, muito enfatizadas na pesquisa agrônômica convencional onde há maior preocupação com a competição intra-específica nos monocultivos, e conceituar a teoria de nicho ecológico, coexistência e mutualismo, que recebem maior importância na pesquisa agroecológica por serem questões relevantes no desenho de sistemas mais sustentáveis como os policultivos.

Competição: “A competição é qualquer uso ou defesa de um recurso por um indivíduo que reduz a disponibilidade daquele recurso para outros indivíduos. A competição é uma das formas mais importantes que afetam o bem-estar dos outros, seja se pertencem à mesma espécie, em cujo caso a interação é uma **competição intra-específica**, seja com espécies diferentes, em cujo caso é uma **competição interespecífica**” (RICKLEFS, 2003, p. 338).

A competição dentro das populações diminui os níveis de recursos de maneira dependente da densidade, diminuindo a fecundidade e a sobrevivência. Quanto mais aglomerada determinada população, mais forte a competição entre indivíduos. Diferente da competição entre indivíduos de espécies diferentes, onde ocorre um efeito de redução mútuo em ambas populações, e cada espécie contribui para a regulação da outra, assim como para a regulação de sua própria população. Sob determinadas condições, em geral, sob restrição de recursos, quando a competição interespecífica é intensa, ela pode levar à eliminação de uma espécie pela outra (RICKLEFS, 2003). Por causa deste potencial, a competição é um fator importante na determinação de quais espécies podem coexistir em um habitat, ou em um determinado agroecossistema como o policultivo.

Vandermeer (1989) utiliza a expressão “princípio da produção competitiva” como um dos mecanismos que permite a compreensão das vantagens de policultivos. De maneira geral se aceita que quando duas espécies fazem coisas similares (ocupam o mesmo nicho, interferem com outras atividades suas, competem um com o outro, etc.) é improvável que haja suficiente espaço no ambiente para ambas. Aparentemente duas espécies não podem ocupar o mesmo nicho e o nível de competição varia conforme a similaridade de necessidades que essas espécies têm em seu nicho. Se for muito similar, com competição intensa, poderia ocorrer a extinção de alguma delas. Em contrapartida, se houvesse uma similaridade de nichos com necessidades distintas pelas espécies, e com uma competição fraca, ambas poderiam persistir indefinidamente no ambiente.

Esta questão será abordada com maior detalhamento na seqüência do trabalho, mas pode-se resumir nesse item, que quando há uma competição intensa e as espécies não conseguem persistir em um ambiente, tem sido referido como princípio da exclusão competitiva, embora obviamente procurar-se-á enfatizar a coexistência em policultivos, que Vandermeer (1989) sugere o nome de princípio da ‘harmonia competitiva’.

Densidade populacional: Nas produções agrícolas em monoculturas a resposta em produtividade, à densidade populacional, dependem se o produto agrícola é resultado do crescimento vegetativo ou do crescimento reprodutivo da planta. Isto devido ao crescimento vegetativo estar ligado à acumulação de matéria seca, que responde em curva assintótica ao aumento da densidade. Já o crescimento reprodutivo (sementes e frutos) responde de forma parabólica (CASTRO et al., 1987). Normalmente o pico de produção de grãos coincide com a densidade populacional que determina a estabilização de crescimento de produção de matéria seca (MITCHELL, 1979; apud CASTRO et al., 1987).

Em policultivos o arranjo das diferentes espécies no tempo e espaço deve ser direcionado no sentido de otimizar a densidade populacional das espécies, desenvolvendo um máximo de produção biológica ou matéria seca que venha promover o seu pico de produção de grãos ou alimentos na área.

Nicho ecológico: O nicho ecológico de um organismo é definido como seu lugar e função no ambiente. “O nicho abrange a localização física do organismo no ambiente, sua função trófica, seus limites e tolerância às condições ambientais, e seu relacionamento com outros organismos” (GLIESSMAN, 2000, p. 358). O conceito de nicho nos oferece uma base importante para se determinar o impacto potencial que uma população pode ter sobre outros organismos e o ambiente em questão, podendo ser de grande valor no manejo de interações complexas entre populações em um agroecossistema (GLIESSMAN, 2000).

Uma teoria importante que contribui para o conceito de nicho é conhecida por Lei de Gause, ou “princípio da exclusão competitiva”, que pressupõe que dois organismos não podem ocupar o mesmo nicho ecológico. Se os nichos de dois organismos em um mesmo habitat forem muito similares e com recursos limitados, um organismo acaba por excluir o outro através da “exclusão competitiva” (BEGON, TOWNSEND E HARPER, 2006).

Nos ecossistemas naturais existe freqüentemente um alto grau de diversidade de espécies. Em tais sistemas, muitas espécies ocupam nichos ecológicos similares e, portanto se for aceita a Lei de Gause – que duas espécies não podem ocupar o mesmo nicho ao mesmo tempo, sem que uma exclua a outra – então pode-se concluir que os nichos de organismos similares são provavelmente diferentes ou algum outro mecanismo deve estar permitindo ocorrer essa(s) coexistência(s). A exclusão competitiva não parece ser um fenômeno comum (GLIESSMAN, 2000).

Também em sistemas agrícolas, espécies ecologicamente semelhantes ocupam, simultaneamente, o que parece ser o mesmo nicho. Agricultores através da experiência acumulada aprenderam que pode haver, freqüentemente, vantagens no manejo de uma diversidade de espécies cultivadas e espontâneas em um sistema, mesmo quando muitos têm exigências semelhantes. A exclusão competitiva raramente ocorre, indicando, portanto, que deve haver algum nível de coexistência ou para evitar a competição (GLIESSMAN, 2000).

Essa coexistência de organismos semelhantes torna-se possível por algum tipo de divergência ecológica entre as espécies envolvidas e é referida como *diversidade de nicho*, ou diversificação de um nicho (GLIESSMAN, 2000).

Alguns exemplos de diversidade de nicho, que podem ser utilizados em sistemas de policultivos (GLIESSMAN, 2000):

- Plantas com diferentes profundidades de raízes;
- Plantas com rotas fotossintéticas diferentes;
- Plantas com necessidades nutricionais diferentes.

Um agricultor pode então obter vantagem da sobreposição de nichos para excluir uma espécie que esteja prejudicando o agroecossistema, ou pode usar a diferenciação de nicho, onde utilizará uma combinação de espécies que sejam benéficas para o sistema.

Diversas são as aplicações da teoria de nicho na agricultura e uma delas é o desenho de policultivos. Quando são plantadas duas ou mais culturas diferentes para formar um agroecossistema consorciado, e o rendimento resultante da combinação das populações é maior do que o das culturas solteiras, provavelmente estes aumentos sejam resultado da complementaridade das características de nicho das populações-membro. Para que haja sucesso na combinação de plantas, cada espécie deve ter um nicho levemente diferente. Portanto, conhecer profundamente as características de nicho de cada cultura é essencial. Em certos casos de policultivos, cada espécie ocupa um nicho completamente diferente, ou que

estaria desocupado se fosse cultivo solteiro, conduzindo à complementaridade de nichos. Porém, na maioria dos casos, os nichos das espécies-membro sobrepõem-se, mas a interferência em nível interespecífico é menor do que a interferência em nível intra-específico (GLIESSMAN, 2000).

Begon, et al. (2006), salientam que a despeito de todas as dificuldades de fazer uma conexão direta entre competição interespecífica e diferenciação de nicho, não há dúvida que a diferenciação de nicho é com frequência a base para a coexistência entre espécies.

Um manejo bem-sucedido de policultivos depende do conhecimento da dinâmica populacional de cada espécie e das características de nicho. Esse conhecimento é a base para o manejo do policultivo, observando-o como uma comunidade de populações (GLIESSMAN, 2000).

Apesar da importância de caracterizarmos os diferentes nichos, cabe citar Begon, et al. (2006, p. 265): “Uma importante questão para uma coexistência estável, de que uma quantidade mínima de diferenciação de nicho é necessária é mais fácil levantar do que responder”. Essa preocupação se deve muito mais a comunidades naturais complexas, pela grande diversidade de espécies, porém nos leva a determinar certo limite ao número de culturas em um determinado policultivo na medida em que possam ocorrer sobreposições de nichos.

Coexistência: Quando em ecossistemas naturais complexos populações de organismos ecologicamente similares frequentemente compartilham o mesmo habitat, sem interferência competitiva aparente significativa, embora seus nichos sobreponham-se de maneira considerável, ocorre coexistência (GLIESSMAN, 2000).

Segundo Raven, Evert e Eichhorn (2001), se o ambiente for complexo, com freqüente ocorrência na natureza, vários organismos podem se relacionar de diferentes maneiras,

subdividindo o ambiente e obtendo sucesso competitivo em distintos micro ambientes. Esses organismos podem então continuar a coexistir indefinidamente. Ainda segundo esses autores, se as populações de espécies coexistentes são mantidas em níveis baixos, pode-se evitar a exclusão competitiva, que implica no fato de duas espécies com necessidades similares não poderem ocupar o mesmo nicho, embora se considere que as espécies de fato estão competindo por alguns recursos limitantes.

Já Gliessman (2000) considera que o princípio da exclusão competitiva não se aplica completamente a muitas comunidades. Segundo ele, “a habilidade de ‘evitar’ a competição e poder coexistir em comunidades mistas traz vantagens para todos os seus membros” (p. 416). Acredita que “esta habilidade pode bem fornecer vantagem seletiva significativa num sentido evolucionário”. Embora se considere que a seleção por habilidade competitiva tenha sido muito importante na evolução, os ecologistas atualmente aceitam mais a idéia de que a seleção para a coexistência pode estar mais próxima da regra do que da exceção (DEN BOER, 1986; apud GLIESSMAN, 2000).

Raven, Evert e Eichhorn (2001, p. 744) também apóiam essa idéia com a afirmação de que “padrões desse tipo são freqüentes em diferentes comunidades vegetais, mas em geral eles não são tão óbvios”. As diferentes necessidades das espécies interagindo afastam-nas da competição direta e permitem a elas a coexistência indefinidamente.

A capacidade de coexistência das populações mistas se deve a muitos mecanismos distintos, como o uso partilhado de recursos, diversificação de nichos, modificações na fisiologia, comportamento ou genética, que reduzem a competição direta ou permitem que ela seja evitada. Entender esses mecanismos de interferência que tornam a coexistência possível é uma questão importante para o desenho de comunidades de culturas múltiplas (GLIESSMAN, 2000).

Assim sendo, a combinação de espécies com características ecofisiológicas ou necessidades de recursos parcialmente diferentes torna-se importante para permitir a coexistência das culturas em policultivos. Gliessman (2000) considera que há um potencial muito maior no desenho de comunidades de culturas múltiplas do que a manutenção da dominância de uma única espécie em uma monocultura, pois há uma necessidade constante de intervenção humana, para controlar insetos-praga e ervas espontâneas potencialmente competidoras.

Mutualismo: Nenhuma espécie vive isolada, mas com frequência a associação com outras espécies é, sobretudo, fechada: para muitos organismos no habitat que eles ocupam existem algum indivíduo de outras espécies.

Classicamente os fenômenos de mutualismo e simbiose são definidos como relações onde há benefício mútuo entre as espécies participantes, sendo que a diferença entre eles é que a simbiose envolve intimidade física (morfofisiológica) (COELHO, 1997). No entanto, Boucher et al. (1982); apud Coelho (1997), afirmam que o termo mutualismo tem prioridade histórica, abrangendo todas as relações cooperativas.

Uma relação mutualística é “simplesmente aquela em que organismos de diferentes espécies interagem para seu mútuo benefício. Ela envolve usualmente a troca direta de produtos ou serviços (alimento, defesa ou transporte) e tipicamente resulta na aquisição de novas habilidades pelo menos a um dos parceiros” (HERRE et al., 1999; apud BEGON, TOWNSEND E HARPER, 2006, p. 381).

As interações entre espécies com relação mutualística vão além da coexistência, pois dependem umas das outras para o desenvolvimento ótimo. Essa relação parece ser o resultado de uma co-evolução das espécies que se adaptam para alcançar benefício mútuo através de associação próxima. Atualmente os ecologistas reconhecem que os relacionamentos

mutualísticos entre indivíduos de espécies diferentes são comuns em ecossistemas complexos, criando interdependências intrincadas entre os seus diversos membros. Isso explica a complexidade e a diversidade observadas nos ambientes naturais, suas comunidades e cadeias alimentares (GLIESSMAN, 2000).

O autor supra citado salienta que esse mesmo processo co-evolucionário também ocorreu durante a domesticação agrícola por seleção humana deliberadamente ou por coincidência, principalmente em sistemas de cultivo múltiplo.

As interações benéficas que ocorrem através do mutualismo em agroecossistemas, contribuem para aumentar a resistência de todo o sistema aos impactos negativos de insetos-praga, doenças e ervas espontâneas. Além disso, melhoram a eficiência na absorção e reciclagem de nutrientes e na captação de energia no sistema. Portanto, é importante incorporar, sempre que possível, relações mutualísticas na organização de uma comunidade de culturas, pois elas são chave para a manutenção de sistemas sustentáveis que requerem menos insumos externos e menor intervenção humana (GLIESSMAN, 2000).

Muitos agroecossistemas tradicionais sustentáveis ao longo do tempo apresentam interações de espécies e interferências benéficas à comunidade como um todo. Nestes sistemas, as ações antrópicas se baseiam nesse conhecimento tradicional e na pesquisa agroecológica, aí se incluindo a associação de culturas, explorando a coexistência e as vantagens das relações mutualísticas.

Várias são as interferências benéficas devido à interação mutualística, porém no presente trabalho interessa mais o efeito no cultivo consorciado. Assim, sempre que duas ou mais espécies são plantadas juntas, as interações resultantes podem ter efeitos mutuamente benéficos e trazer diversas vantagens sobre o cultivo solteiro.

Grande parte dos sistemas de policultivos tradicionais que se conhecem é das regiões tropicais, onde a maior porcentagem da produção agrícola é obtida dessa forma. Como nos

trópicos os agricultores de pequena escala não têm acesso fácil aos insumos modernos, acabaram desenvolvendo combinações de policultivos adaptados ao seu manejo com poucos insumos externos (GLIESSMAN e colaboradores, 1981; ALTIERI e ANDERSONS, 1986; apud GLIESSMAN, 2000).

Cabe aqui discutir sobre o principal sistema tradicional de policultura da América Central e México, composto de milho, feijão e abóbora-moranga, com origens no período pré-hispânico. Interferências positivas de adição e remoção ocorrem neste policultivo, resultando em modificações no habitat e relacionamentos mutualísticos que beneficiam às três espécies.

Vários estudos realizados no México com o policultivo de milho-feijão-moranga, mostraram que os rendimentos do milho chegam a ser até 50% maiores do que em monocultura, plantando-se em terras onde o manejo utilizado sempre foi com práticas tradicionais e usando as técnicas dos agricultores locais (AMADOR e GLIESSMAN, 1990; apud GLIESSMAN, 2000). Ocorreu redução significativa no rendimento das duas outras espécies associadas, mas a soma do rendimento das três espécies foi mais alta do que o obtido na área equivalente com as três culturas solteiras.

Gliessman cita pesquisas adicionais onde se identificam alguns dos mecanismos ecológicos relacionados ao mutualismo, que proporcionaram esse aumento de rendimento:

- No policultivo com milho o feijão nodula mais e a fixação biológica de nitrogênio é potencialmente mais ativa (BOUCHER e ESPINOSA, 1982);
- O nitrogênio fixado fica diretamente disponível para o milho, através de conexões de micorrizas entre os sistemas radiculares (BETHLENFALVAY e colaboradores, 1991);
- Observaram-se ganhos líquidos de nitrogênio no solo quando em policultivo, apesar de sua remoção pela colheita (GLIESSMAN, 1982);
- A abóbora-moranga ajuda a controlar ervas espontâneas, pois as suas folhas são delgadas, largas e horizontais, bloqueiam a luz solar, prevenindo tanto a germinação

quanto o crescimento das ervas. Assim como os produtos lixiviados pelas chuvas que molham as folhas contêm compostos alelopáticos que as inibem (GLIESSMAN, 1983);

- Os insetos herbívoros têm maiores dificuldades de se alimentar no policultivo, porque as fontes de alimento são menos concentradas e mais difíceis de serem encontradas no cultivo misto (RISCH, 1980);
- Há um estímulo à presença de insetos benéficos devido a fatores como a disponibilidade de condições microclimáticas mais atraentes e a diversidade de fontes de pólen e néctar (LETORNEAU, 1986).

Uma importante observação ocorrida na pesquisa citada por Gliessman foi que, quando plantado o policultivo de milho, feijão e abóbora-moranga, com as mesmas variedades e da mesma maneira, porém em um local há vários anos com manejo mecânico intensivo do solo, uso de fertilizantes sintéticos e agrotóxicos, as vantagens de rendimento desapareceram. Aparentemente, a alteração do ecossistema que ocorreu com os insumos e as práticas convencionais, inibiu as interações positivas que ocorreram na área dos agricultores tradicionais. Isto denota uma relação importante entre as práticas culturais executadas e as condições ecológicas (GLIESSMAN, 2000).

Mundialmente, há um grande número de combinações de culturas e de práticas de manejo, que os agricultores desenvolveram para satisfazer suas exigências de alimento, fibras, rações, energia, forragem, renda, entre outras. A tradicional associação de milho-feijão-abóbora é uma das muitas que existem e a possibilidade de desenvolvimento de outros sistemas de policultivos está limitado apenas ao entendimento das bases ecológicas e interações positivas que podem ocorrer no desenho de policultivos inéditos.

4.5. Mecanismos do Princípio da Produção Competitiva

O princípio da produção competitiva tem uma similaridade com o princípio da exclusão competitiva, porém quando em um agroecossistema onde se objetiva a produção de alimentos ou bens de uso humano, o sentido da palavra produção remete a questionar qual é o mecanismo de vantagem produtiva dos policultivos, ou qual o mecanismo que permite a coexistência entre as espécies no policultivo?

Quando na fase inicial de um policultivo, estabelecido simultaneamente, em densidade de cultivo solteiro, o índice de área foliar e a densidade de raízes por planta estão em um nível baixo, porém suficiente para supri-las, a interceptação e absorção dos fatores de produção são iguais aos de plantas isoladas cultivadas nas mesmas condições. A medida que as plantas se desenvolvem e o cultivo continua, a proximidade das raízes e ramificações conduz a uma interferência mútua entre as espécies na interceptação e absorção dos fatores de produção (TRENATH, 1976).

Nesse tópico serão discutidos os caminhos de regulação da intensidade dos efeitos da competição no rendimento dos policultivos, dividindo-o em dois temas, competição por luz e por elementos que ocorrem no solo.

Separando a luz ambiente: Partindo de um teórico arranjo para um policultivo, com “espécies de sol” e “espécies de sombra”, parece óbvio que quando essas duas espécies estão intercaladas, se a luz ambiente criada pela combinação atinge um pico máximo quando cada uma das duas espécies está realizando fotossíntese numa proporção suficientemente alta, o policultivo obviamente seria vantajoso, desde que cada espécie estivesse realizando fotossíntese na mesma proporção que elas estariam na monocultura (VANDERMEER, 1989).

Em um cultivo múltiplo onde as condições do solo estão boas e a competição ocorre somente por luz, pequenas diferenças na altura, mesmo na fase inicial do cultivo, podem conduzir a um forte efeito de competição (TRENATH, 1976). Duas espécies cultivadas juntamente formam um dossel que intercepta a luz qualitativa e quantitativamente diferente do que as monoculturas (VANDERMEER, 1989).

Quando se tem uma situação de cultivo de espécies mais altas que não utilizam completamente a radiação incidente, mesmo quando plantada em sua ótima densidade (FISHER, 1975; apud TRENATH, 1981), a luz ambiente no terreno contém luz 'desperdiçada', que certamente pode ser usada por outra espécie. Adicionando outra espécie não necessariamente é afetada a eficiência de conversão de luz de todas e, ainda pode aumentar a eficiência de utilização da luz pelo incremento do valor da interceptação proporcional da luz. Uma idéia geral é de que um policultivo poderia ser desenhado de maneira que a primeira espécie ou uma espécie de sol atinja um nível no dossel em que as folhas não permaneçam acima por um período tão longo, sendo então um ponto de compensação no nível de luz suficiente ainda para ser permitido posicionar uma espécie de sombra no dossel (VANDERMEER, 1989). Embora o sombreamento pelo componente mais alto em um policultivo geralmente reduza a proporção de fotossíntese no dossel mais baixo, contanto que o sombreamento não seja tão intenso, as plantas do dossel sombreado continuarão seu desenvolvimento e se adaptarão ao baixo nível de luz, adaptações essas consideradas efeitos da competição.

Essas mudanças aumentam as chances de sobrevivência pelo incremento da luz interceptada e redução da carga respiratória. Um aumento da extensão da haste de plantas sombreadas ocorre usualmente e pode algumas vezes evitar que o componente menor no policultivo fique totalmente sobreposto (WILLIAMS, 1964; GRIME, 1966; apud

TRENBATH, 1976); porém se o sombreamento é muito intenso a extensão é reduzida (LOCKHART, 1961; TRENBATH e HARPER, 1973; apud TRENBATH, 1976).

Na prática, determinar quais plantas combinam para produzir uma interceptação eficiente da luz não é nada simples, pois em um planejamento de um sistema de policultivo não se trata com plantas individuais e sim com populações. O que se realiza então é uma abordagem a princípio com a arquitetura individual das plantas ou espécies e extrapola-se teoricamente para o nível populacional (VANDERMEER, 1989).

Separando os recursos do solo: Como acontece com a competição por luz, é possível reconhecer algumas características aproximadas que contribuem para o sucesso na competição por água e nutrientes. Entre elas incluem-se: rápida penetração das raízes no solo (PAVLYCHENCO e HARRINGTON, 1934; HARRIS, 1967; McCOWN e WILLIAMS, 1968; apud TRENBATH, 1976); alta densidade de raízes (ANDREWS e NEWMAN, 1970; apud TRENBATH, 1976); alta relação raiz / parte aérea (IDRIS e MILTHORPE, 1966; apud TRENBATH, 1976); alta relação comprimento de raiz / peso de raiz (HARRIS, 1967; OLSEN e KEMPER, 1968; apud TRENBATH, 1976); uma alta proporção do sistema de raízes em desenvolvimento ativo (SLATYER, 1967; BARLEY, 1970; ANDREWS e NEWMAN, 1970; apud TRENBATH, 1976); longos pêlos radiculares (DITTMER, 1949; DREW e NYE, 1969; BARLEY, 1970; apud TRENBATH, 1976); e uma alta absorção potencial para os nutrientes (IDRIS e MILTHORPE, 1966; BARROW et al., 1967; NYE e TINKER, 1969; RAPER e BARBER, 1970; BOWEN, 1973; apud TRENBATH, 1976). Absorção mais rápida seja qual for o mecanismo, parece ser a chave para o sucesso na competição por nutrientes móveis (PONNAMPERUMA, 1965; KAWANO et al., 1974; apud TRENBATH, 1976) e água (COHEN, 1970; TROUGHTON, 1974; apud TRENBATH, 1976).

Competição por água pode levar ao murchamento e depressão no desenvolvimento devido ao estresse por água (SALTER e GOODE, 1967; SLATYER, 1967; apud TRENBATH, 1976), e competição por nutrientes pode levar para sintomas visíveis de deficiência mineral, reduzindo o conteúdo de elementos disponíveis (DONALD, 1958; SNAYDON, 1971; apud TRENBATH, 1976), e deterioração fisiológica (MURATA, 1969; NATR, 1972; apud TRENBATH, 1976).

Grande parte dos mecanismos podem ser resumidos na tabela 1, adaptada por Vandermeer (1989).

Tabela 1. Classificação dos possíveis mecanismos que levam ao princípio da produção competitiva (modificado de Snaydon e Harris, 1979).

I.	Fraca interação competitiva
a.	Mesmo recurso limitando, mas de diferentes fontes:
1.	diferentes tempos de uso parcial (cultivos semi-concorrentes);
2.	diferentes zonas de uso parcial (diferentes zonas de raízes ou parte aérea).
b.	Diferentes recursos limitando:
1.	mesma necessidade encontrada pelos diferentes recursos (N ₂ e NO ₃ por leguminosas e não leguminosas);
2.	diferentes necessidades (luz, nutrientes minerais e água).

II.	Forte competição (localmente)
a.	Ambiente espacial variável (ambiente em mosaico)
b.	Ambiente temporalmente variável (sazonal de ano para ano)

A interação dos fatores luz e solo: Quando se combinam os fatores do solo e da luz, os mecanismos que levam ao princípio da produção competitiva se tornam mais fortes.

Apesar da dificuldade na prática, não se pode olhar os mecanismos de forma isolada, pois a planta é um sistema no qual, se as raízes são privadas de oxigênio ou se sofrem uma redução

da taxa de respiração, a absorção é reduzida drasticamente. Em contrapartida, se a planta for privada de luz, ela cessará a absorção de minerais após o esgotamento de suas reservas de carboidratos (RAVEN, EVERT E EICHHORN, 2001).

Vandermeer (1989) enfatiza que ao contrário de muitos estudos puramente ecológicos, nos policultivos a preocupação com a particularidade do curto tempo estrutural, dificulta determinar a competição por luz iniciando (quando plantas iniciam o desenvolvimento) assim como a dificuldade de imaginar uma falta de competição por luz no final. Geralmente, postula-se que durante o estágio inicial de cultivo os efeitos do princípio competitivo são mais prováveis de acontecer por meio dos fatores do solo, enquanto no final do período de desenvolvimento os efeitos são mais prováveis de ser devido à luz.

Desta maneira, Vandermeer (1989) dividiu esse processo em três fases. Na primeira fase as plantas estão tão pequenas que não competem, todavia inicia-se o desenvolvimento das zonas de depleção de nutrientes, em especial dos nutrientes móveis (efeito competitivo). Na segunda fase a zona de depleção de nutrientes está bem estabelecida e os efeitos competitivos são sentidos por meio da redução da disponibilidade do fator solo (resposta competitiva a depleção do fator solo). Na terceira fase os dosséis acima do terreno começam a se sobrepor (efeito) e a fotossíntese é modificada de acordo com a redução da luz ambiente (resposta). Dando somente essas três fases e as várias combinações possíveis, tanto estruturalmente quanto fisiologicamente, dos diferentes tipos de cultivo, pode-se concluir que há muitas alternativas possíveis de tomar na produção competitiva.

Vandermeer (1989) salienta que não é possível descrever mecanismos a um nível adequado de sugestões generalizadas e para muitas propostas práticas, sendo mais adequado focar nos níveis fenomenológicos, “afiando nossas ferramentas teóricas” em vez de tentar reduzir o problema de nutrientes, ou fisiologia, ou arquitetura.

4.6. O Ambiente Modificado Para Produzir Facilitação

Em muitos casos, as vantagens dos policultivos são devido ao princípio da produção competitiva, mas em muitos casos conhecidos e que não foram suficientemente estudados, provavelmente essa vantagem tenha sido a modificação de algum fator ambiental, em um caminho positivo para uma das espécies. Nesses casos onde a produção relativa (UET) é maior do que 1.0, o “princípio da facilitação produtiva”¹⁰, pode estar operando de alguma maneira. Esse princípio é apresentado como complementar ao da produção competitiva e explica muitos casos conhecidos em que uma das espécies proporciona algum tipo de benefício para outras espécies. Dois cultivos podem competir intensamente, e ainda assim, por meio da proteção de um cultivo contra um herbívoro crítico e a disponibilidade de nitrogênio por outro cultivo (por exemplo), obter as vantagens dos cultivos intercalados.

A seguir discutem-se os fatores ambientais usualmente focalizados, no intuito de se produzir facilitação.

Nitrogênio: Geralmente sistemas de policultivos que envolvem leguminosas noduladoras resultam em melhor rendimento do que em seus componentes sob monocultivo (TRENATH, 1976; SNAYDON e HARRIS, 1979; WALKER et al., 1954; ALLEN e OBURA, 1983; apud VANDERMEER, 1989), sendo natural suspeitar que o nitrogênio esteja de alguma maneira envolvido.

Vandermeer (1989) ressalta que, embora a adição de nitrogênio não necessariamente implique na resposta previsível para o sistema diminuir a competição, ela mais do que definitivamente é um caso de facilitação.

¹⁰ Expressão também desenvolvida por Vandermeer (1989), para entender os mecanismos ou fatores ambientais que operam de forma positiva e facilitam a produção em policultivos.

Água: É fato reconhecido que a competição por água pode ser um importante componente em qualquer combinação de plantas cultivadas juntas. Porém, raramente tem sido mencionado o fato óbvio que a segunda espécie pode modificar positivamente a água ambiente. A adição de um segundo cultivo em alguma monocultura tem um potencial para o aumento da água ambiente por meio da redução na evaporação em dois caminhos. Primeiro, se o solo está coberto com vegetação, como no caso de um cultivo de cobertura, a evaporação é provavelmente reduzida. Segundo, se um quebra-vento é criado, a advecção¹¹ é diminuída, conseqüentemente diminuindo a evaporação (VANDERMEER, 1989). Qualquer um ou ambos os casos podem operar em sistemas de policultivos.

Nutrientes não nitrogenados: Segundo Kass (1978; apud Vandermeer, 1989), muitos experimentos conduzidos demonstraram que os cultivos misturados contêm maiores quantidades de P, K, Ca e Mg do que em componentes com estandes puros cultivados sob as mesmas condições. Um fator que é relativamente ignorado é a importância das micorrizas e as conexões que regularmente se formam entre espécies. Algumas espécies podem extrair diferentes fontes de nutrientes, com a habilidade para transferir à outra espécie um nutriente indisponível, representando obviamente uma facilitação (VANDERMEER, 1989).

Proteção contra insetos: Em agroecossistemas diversificados, como é o caso de policultivos, freqüentemente é demonstrado a redução do ataque de herbívoros embora o padrão seja altamente variável. Segundo Vandermeer (1989), os mecanismos que conduzem a uma redução do ataque em policultivos têm sido separados em três categorias a seguir:

¹¹ Deslocamento de massa de ar no sentido horizontal.

- A hipótese do cultivo disruptivo, em que uma segunda espécie quebra ou rompe a habilidade de um inseto praga atacar eficientemente uma espécie preferencial, em grande parte aplicável para herbívoros especialistas;
- A hipótese do cultivo armadilha, em que uma segunda espécie atrai um inseto que normalmente seria prejudicial à principal espécie, em grande parte aplicável aos herbívoros generalistas;
- A hipótese dos inimigos naturais, em que os policultivos criam situações atrativas, por alguma razão, para mais predadores e parasitas do que em monoculturas, reduzindo os insetos através da predação ou parasitismo;

Altieri (2003) acrescenta dois mecanismos que seriam:

- A concentração de recursos, onde as populações de insetos podem ser diretamente influenciadas pela concentração ou dispersão espacial de suas plantas hospedeiras;
- A visibilidade das plantas, onde as monoculturas deixam as plantas cultivadas mais aparentes aos herbívoros do que em policultivos.

Muitos experimentos em policulturas são conduzidos para testar a teoria de que o aumento da diversidade de plantas estimula a estabilidade das populações de insetos (Pimentel, 1961; Root, 1973; van Emden & Williams, 1974 apud Altieri, 2003). Risch et al. (1983) apud Altieri (2003) examinaram todos os estudos disponíveis na época sobre os efeitos desses padrões sobre populações de insetos, e concluíram que os dados tendem a apoiar essa teoria, embora possa surgir alguma confusão, dependendo de como diversidade e estabilidade são definidas. Em policulturas, a diversidade estrutural e de espécies de plantas (uma medida da complexidade biótica, estrutural e microclimática que surge da mistura de diferentes plantas) resulta da adição de espécies cultivadas no espaço e no tempo. Estabilidade pode referir-se à ocorrência de baixas densidades de insetos pragas no agroecossistema ao longo do tempo.

Cultivos de batata na região dos Andes em consórcio com a “Maca” (*Lepidium meyenii*) uma Brassicaceae e a “Arracacha”, batata-salsa (*Arracacia xanthorrhiza*), uma Apiacea, bem como com o milho ou outros cereais são práticas geralmente utilizadas no Peru, Equador, Bolívia e Colômbia. Segundo os camponeses dessas regiões, a associação com a “Maca” protege as batatas do ataque de insetos, já que ela contém substâncias repelentes voláteis (BERMEJO Y LEÓN, 1992).

No que diz respeito ao manejo de fitoparasitas, em recente publicação de Aquino & Assis (2005), são citados vários trabalhos onde se encontram evidências experimentais de que a biodiversidade representada pelos policultivos muitas vezes resulta em redução significativa dos danos causados por pragas (DEMPSTER; COAKER, 1974; LITSINGER; MOODY, 1976; PERRIN; PHILIPS, 1978; ALTIERI; LETORNEAU, 1982; ANDOW, 1991; BARBOSA, 1998; GURR et al., 1998).

“Esse controle geral pode ser decorrente do aumento das populações de inimigos naturais pela maior disponibilidade de alternativas de alimento e de abrigo, dificuldades de colonização e reprodução das pragas, repelência química, mascaramento ou inibição de alimentação por plantas não-hospedeiras, prevenção de movimento ou imigração e otimização da sincronia entre ciclos de pragas e seus respectivos inimigos naturais” (AQUINO e ASSIS, 2005, p. 289).

Efeitos sobre doenças: Com poucas exceções, as policulturas são menos suscetíveis a doenças do que as monoculturas, dada à mesma densidade global de plantas (STEINER, 1984). De acordo com Reijntjes et al. (1999), o inóculo potencial de patógeno é menor porque diminui a densidade das plantas suscetíveis à doença e a espécie não suscetível age como uma barreira para a dispersão da doença. Porém, a maior densidade que costuma caracterizar as policulturas, induz mudanças no microclima (geralmente leva a um aumento da umidade relativa), favorecendo doenças fúngicas e bacterianas. Portanto, o arranjo espacial da

combinação de espécies deve então ser ajustado de forma a reduzir o impacto negativo dessas doenças.

Efeitos sobre plantas espontâneas: No que diz respeito às ervas competidoras, a maior parte das combinações de espécies cultivadas suprime o seu crescimento pelo rápido desenvolvimento da cobertura vegetal sobre o solo, o que acontece seja porque a população de plantas é grande, seja porque alguma das espécies plantadas cresce rapidamente. Em muitos sistemas de plantio consorciado é necessária apenas uma capina enquanto nas monoculturas podem ser necessárias de duas ou três (REIJNTJES et al., 1999).

Os principais métodos de controle de ervas em policultivos são o manual ou mecânico. De acordo com alguns autores, as combinações de policultivos requerem menos controle de ervas, mas algumas evidências não suportam esta afirmação, já que o controle mecânico pode ser dificultado ou até impossível em certos arranjos espaciais (MOODY e SHETTY, 1981). A dificuldade pode se ampliar ainda mais se houver a opção pelo uso de herbicidas.

Vandermeer (1989), demonstra como exemplo uma drástica supressão do *Amaranthus* sp., que ocorreu no consórcio de milho e feijão. A adição do feijão foi capaz de abafar o *Amaranthus* sp., com menor competição com o milho e provendo mais uma fonte de renda.

Os poucos experimentos que têm sido conduzidos no manejo de ervas espontâneas em policultivos indicam que muitos fatores determinam a habilidade dos policultivos competirem com as ervas, entre eles, as espécies componentes do cultivo, as cultivares, a população de plantas, o arranjo espacial e a fertilidade do solo (MOODY e SHETTY, 1981).

O controle de ervas é um dos aspectos de uso mais intensivo de mão-de-obra na agricultura tropical, e atualmente uma das maiores razões de uso de químicos, em especial no sistema de plantio direto.

4.7. Vantagens dos Policultivos

O uso de policultivos se destaca como uma alternativa promissora para a pequena propriedade rural, caracterizada pela limitação de recursos estruturais e financeiros. Assim os policultivos são vantajosos devido (FARIA, 1980):

- Estabilidade de produção: os riscos de perdas de produção são minimizados quando se cultivam duas ou mais espécies, por não coincidirem muitas vezes seus períodos críticos em exigências climáticas. Ao longo do tempo, a prática da consorciação e diversificação de culturas promove maior estabilidade na rentabilidade da propriedade como um todo;
- Índice de equivalência de área ou uso eficiente da terra: a consorciação de culturas aumenta a produtividade agrícola pela melhor utilização do espaço físico. Com o emprego dos policultivos, grande número de produtores que têm como fator limitante à produção a disponibilidade de área, têm conseguido manter a posse da terra;
- Mão-de-obra: o cultivo de várias espécies na mesma propriedade promove uma utilização mais uniforme e constante da mão-de-obra familiar durante quase todo o ano;
- Complementação de culturas: ao associar duas espécies em uma mesma área ocorre uma interação interespecífica, geralmente implicando em vantagens para uma ou ambas, isto é, as espécies se complementam na utilização da água, dos nutrientes do solo, da luz e na ocupação do espaço físico. Como resultado se tem um maior rendimento da propriedade como um todo.
- Diversificação alimentar: conforme os cultivos consorciados, se pode obter no mínimo dois produtos utilizados na alimentação humana ou animal, incrementando a dieta familiar.

Esse último item é reforçado por Khatounian (1994), que cita ser comum ouvir depoimentos de agricultores contrapondo a fartura do passado à escassez do presente. Esse autor refere-se ao conceito de roça, onde se cultivam espécies com várias finalidades, bastante diversificadas e em geral consorciadas, em contraponto aos monocultivos que reproduzem uma dieta deficiente principalmente em vitaminas e minerais. Ainda ressalta como agravante o desenvolvimento de uma mentalidade colonizada, que julga boa parte dessa diversidade e cultura alimentar menos nobre, atribuindo-lhe uma conotação de inferioridade.

4.8. Desvantagens dos Policultivos

- Dificulta o emprego da motomecanização em determinadas operações (plantio, tratos culturais, colheita), não ocorrendo este problema quando a modalidade de consorciação for em “faixas mistas”, onde se define as populações e espaçamentos das culturas considerando-se as características das máquinas e implementos disponíveis;
- Dificulta a entrada da trilhadora para a colheita da primeira cultura, exigindo a retirada das plantas da lavoura;
- Aumenta a competição por fatores limitantes, resultando em diminuição do rendimento da cultura menos eficiente;
- Aumenta a complexidade do sistema em função do aumento das interações, que requerem maior conhecimento e monitoramento cuidadoso no manejo (EPAGRI, 2002).

Segundo Unger (1984), em boletim publicado pela FAO, contrastando ao cultivo seqüencial, que é adaptável geralmente a todos os sistemas de plantio, o policultivo é

adaptável principalmente em faixas, quando em trabalho intensivo e em sistemas de cultivo com tração animal e com pequenos tratores. Policultivos raramente são adaptados à alta tecnologia moderna de sistemas de cultivo porque as espécies desenvolvem-se muito próximas, resultando em competição entre elas durante no mínimo uma parte do período de cultivo e torna impraticável ou impossível fazer uso da tecnologia moderna (grandes equipamentos, herbicidas, etc.).

Essa visão, apesar de ainda predominante, vem sendo bastante contestada, principalmente por pesquisadores e técnicos que atuam em agroecologia, onde se defende uma agricultura moderna baseada e voltada para processos biológicos de produção e não somente a tecnologias desenvolvidas a partir do setor industrial. Horwith (1985), diferentemente do boletim da FAO citado, salienta que “os policultivos podem ter sido parcialmente abandonados por conveniência e não porque eles são inerentemente incompatíveis com as tecnologias da moderna agricultura”. Esse autor acrescenta que para redefinir o papel potencial desta técnica pré-industrial no mundo atual deve-se tentar identificar as suposições explícitas e implícitas que definem o conceito de agricultura moderna.

É intuito do presente trabalho, também ensinar através de seus resultados o direcionamento da pesquisa para metodologias que facilitem o manejo dos policultivos adequados às diferentes realidades da agricultura familiar.

5. METODOLOGIA:

5.1. Local e Período

O experimento foi realizado no Centro Paranaense de Referência em Agroecologia (CPRA), instituição do governo do Paraná, vinculada à Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento. O CPRA localiza-se no município de Pinhais-PR, região metropolitana de Curitiba, nas coordenadas 25° 25' de latitude sul e 49° 08' de longitude oeste.

O solo do local é um Gleissolo Melânico alumínico, porém já bastante alterado e melhorado, pois nos anos anteriores a 2002 (aproximadamente cinco anos) havia sido uma área demonstrativa de plantio de hortaliças em sistema orgânico, inclusive com algumas partes em cultivo protegido e até a implantação do experimento (2006) foram realizadas adubações verdes de inverno e pousio.

Para avaliar a fertilidade do solo foram retiradas amostras de solo nos cinco blocos e em todos os tratamentos de cada bloco, em duas profundidades (0-15 cm e 15-30 cm). Os laudos das análises estão no Anexo 1.

O período de execução do experimento e o levantamento de dados para a realização da dissertação do mestrado ocorreram somente na safra de verão 2006/2007, de novembro/2006 a maio/2007.

5.2. Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com oito tratamentos e quatro repetições. As parcelas experimentais com consórcio tiveram dimensões de 7,5m x

12m, enquanto as com monoculturas de 4,0m x 12 m para o milho, feijão e a soja e dimensão de 6,0m x 12m para a abóbora (Figura 2).

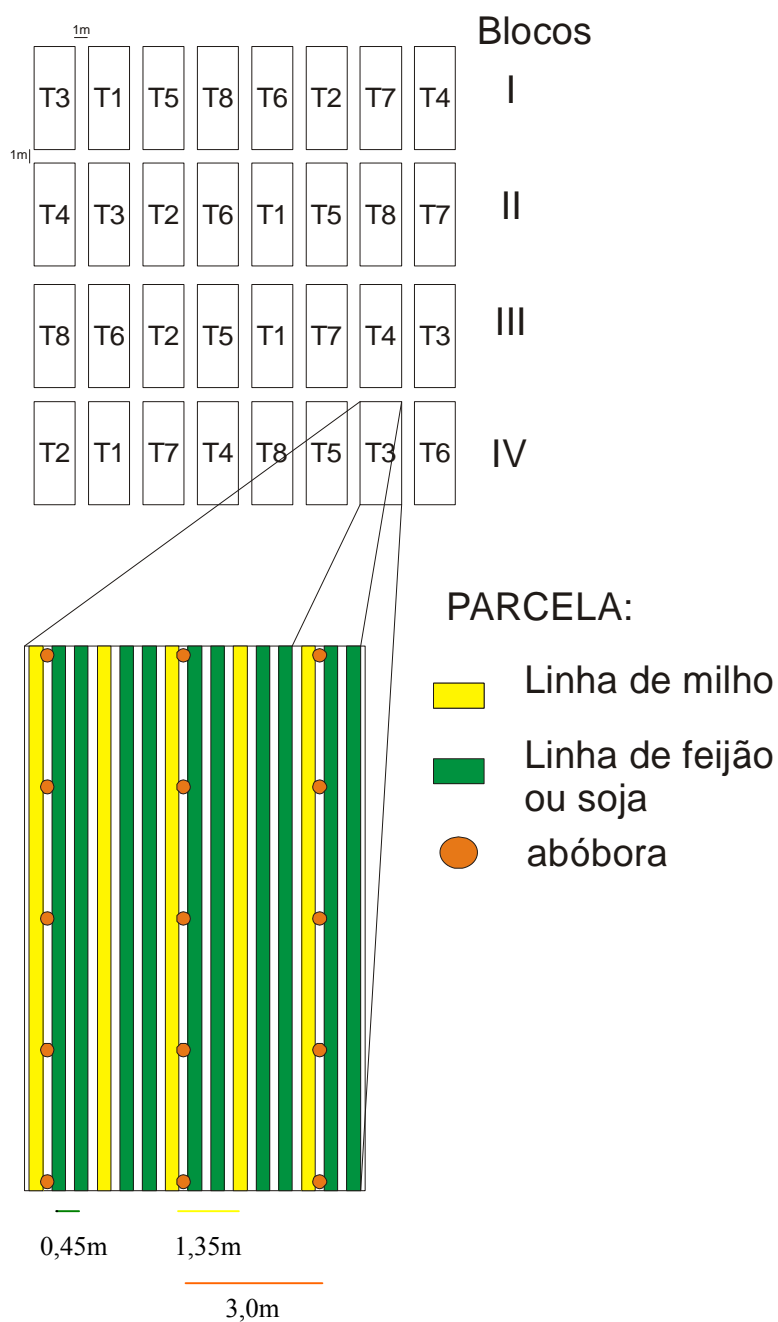


Figura 2: Croqui da área experimental e disposição das culturas consorciadas.

Os tratamentos com policultivos foram: TRAT. 1 – Milho + Feijão + Abóbora; TRAT. 2 – Milho + Feijão; TRAT. 3 – Milho + Soja + Abóbora, TRAT. 4 – Milho + Soja; ao passo

que os tratamentos solteiros foram os seguintes: TRAT. 5 – Milho; TRAT. 6 – Feijão; TRAT. 7 – Soja; TRAT. 8 - Abóbora.

O arranjo das culturas nas parcelas é melhor visualizado através do desenho esquemático do tratamento milho-feijão-abóbora, onde nos outros tratamentos ocorre a substituição do feijão pela soja, com a presença ou não da abóbora (Figura 3).

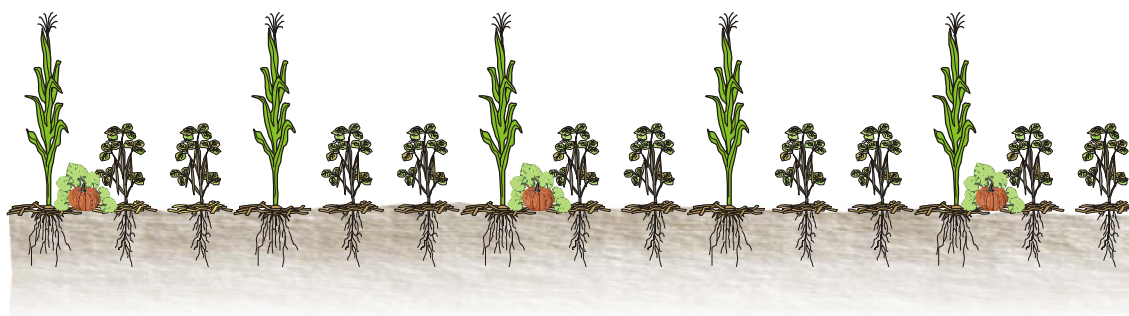


Figura 3. Desenho esquemático do policultivo.

5.3. Instalação do Experimento

5.3.1 Preparo e plantio da área

O preparo do solo foi convencional, pois não houve suficiente formação de palhada no terreno, com uma aração e duas gradagens niveladoras. O plantio ocorreu nos dias 06 e 09/11/2006, com plantadeira tratorizada convencional para o milho, feijão e a soja. O plantio da abóbora foi realizado de forma manual no dia 17/11/2006.

A densidade de semeadura foi baseada nos melhores resultados obtidos nos trabalhos conduzidos com consórcios de milho e feijão no Paraná pelo IAPAR (GERAGE e KRANZ, 1989). Para a semeadura simultânea escolheu-se a combinação de duas linhas de feijão para uma linha de milho, 2:1, com as linhas de milho em espaçamento de 1,35 m e entre elas duas

linhas de feijão espaçadas de 0,45 m. O feijão foi semeado numa quantidade de sementes para proporcionar uma densidade de 12 a 15 plantas por metro linear e o milho foi semeado na densidade de cinco plantas por metro linear, o que proporcionou uma população final de 37.037 plantas de milho, 213.333 plantas de feijão e 284.444 plantas de soja por ha. A abóbora foi inserida com espaçamento de 3,0 x 3,0 m, coincidindo alternadamente com as linhas de milho para proporcionar uma população de 1.111 plantas de abóbora por ha.

No tratamento onde a soja substituiu o feijão, o espaçamento foi idêntico ao do feijão. Foram repetidas as densidades de plantio do milho e da abóbora, ficando o arranjo das espécies nas parcelas idênticos nos tratamentos 1 e 3 e nos tratamentos 2 e 4.

Nos cultivos solteiros foram utilizados os espaçamentos entre linhas de 0,90m para o milho, 0,45m para o feijão e a soja e o mesmo da abóbora consorciada, ficando com as respectivas populações de 55.555 plantas/ha (milho), 266.666 plantas/ha (feijão), 355.555 plantas/ha (soja) e 1.111 plantas/ha (abóbora).

As sementes utilizadas foram de variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e milho (*Zea mays* L.) do IAPAR, respectivamente cv. Iapar 31 e cv. IPR 144; uma cultivar de soja (*Glycine Max* L.) da EMBRAPA, a BRS 258 e a abóbora (*Cucurbita maxima*) cv. moranga exposição e cv. moranga pataca.

A cultivar Iapar 31 é um feijão de cor com porte ereto, altura média de 50 cm, hábito de crescimento indeterminado (tipo II), ciclo médio de 93-94 dias, com resistência à antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) e tolerância à bacteriose (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*) e ferrugem (*Uromyces phaseoli* var. *typica* Arth.).

A cultivar IPR 114 é um milho variedade, de polinização aberta, ciclo precoce, porte médio, com bom empalhamento, boa resistência ao acamamento e quebramento e bom potencial de produtividade (em torno de 8000 Kg/ha) nas avaliações realizadas pelo IAPAR.

A cultivar BRS 258 é uma soja especial para a alimentação humana, recomendada para a produção orgânica, semi-precoce, hábito de crescimento determinado e indicada para regiões com altitude acima de 600 metros.

A cultivar moranga exposição com ciclo de 110 dias, fruto achatado e com casca de coloração alaranjada; e a cultivar moranga pataca com ciclo de 120 dias, fruto globular achatado e com gomos de cor cinza, ambas com gomos bem pronunciados e com as características botânicas das abóboras rasteiras, ou seja, com caule herbáceo rastejante, provida de gavinhas e raízes adventícias nos pontos em que os nós tocam o solo.

O sistema de plantio foi orgânico, ou seja, sem a utilização de nenhum tipo de agroquímico. No plantio utilizou-se o fertilizante Hiper-fosfato reativo de Gafsa (12% P₂O₅ solúvel em ácido cítrico) , na quantidade de 350 Kg/ha, enquanto que para a abóbora não foi utilizado fertilizante nas covas.

5.3.2 Tratos culturais

As plantas espontâneas foram controladas através de capina, com enxada, em duas épocas, mensurando-se o tempo gasto por parcela das capinas nos diferentes arranjos dos tratamentos. A primeira capina foi realizada aos 14 dias após a emergência das culturas de milho, soja e feijão e cinco dias após a emergência da abóbora e a segunda, 34 dias após a emergência.

Não se aplicou nenhum controle de insetos ou doenças. Mas se efetuaram avaliações periódicas, nos estágios vegetativos, pré-florescimento, florescimento, pós-florescimento e maturação de cada cultura.

5.4. Coleta de dados e Parâmetros Avaliados

5.4.1 Parâmetros avaliados

- Produção das culturas em cada tratamento, através da pesagem das amostras de cada cultura;
- Produção de biomassa residual das culturas em cada tratamento, através da pesagem das amostras de cada cultura;
- Uso eficiente da Terra (UET);
- Necessidade de dias/homem, para o manejo das plantas espontâneas em cada tratamento, através da medição do tempo necessário da 1ª e 2ª capinas em cada parcela;
- Retorno monetário dos tratamentos;
- Retorno em relação às operações manuais realizadas (d.h/ha).

5.4.2 Coleta

As colheitas das amostras, pesagem da produção e da biomassa residual (resíduo pós-colheita) para cada tratamento e cultura foram realizados conforme descrito a seguir.

Abóbora - colheita e pesagem dos frutos realizada nas três plantas centrais de cada parcela, e pesagem da massa verde e massa seca de uma das plantas centrais colhida sem os frutos. A data da colheita foi realizada em 09/03 e 16/03/2007.

Feijão - Colheita da amostra realizada em 2 metros nas quatro linhas centrais. A área colhida nas parcelas de feijão solteiro foi de 3,6 m² e nas parcelas em policultivo de 4,5 m². O valor da pesagem dos grãos foi corrigido para a umidade de 12%. A determinação da massa seca foi realizada pela pesagem da amostra colhida de cada parcela sem as vagens e os grãos. A data da colheita foi realizada em 13/02/2007.

Milho - Colheita realizada em 1 metro nas duas linhas centrais. Amostragem em 4 plantas por parcela para determinação da massa seca, sem as palhas, espigas e grãos. O valor da pesagem dos grãos foi corrigido para a umidade de 12%. A data da colheita foi realizada em 17/04/2007.

Soja - Colheita da amostra realizada em 1 metro em quatro linhas centrais. A área colhida nas parcelas em policultivo foi de 2,25 m². Nas parcelas de soja solteira não houve amostragem, pois foram totalmente destruídas por lebres. Foi então utilizado como referência¹² dados de produção de quatro amostragens da cultivar na estação de pesquisa da EMBRAPA-SOJA em Ponta Grossa-PR, local do estado mais próximo ao CPRA que conseguimos obter esses dados. A massa seca foi calculada tendo como referência a porcentagem de 45% extraído pela semente, do total acumulado pela planta, excluindo as raízes e folhas caídas (BATAGLIA e MASCARENHAS, 1978; apud MIYASAKA e MEDINA, 1981). O valor da pesagem dos grãos foi corrigido para a umidade de 12%. A determinação da massa seca foi realizada pela pesagem da amostra colhida de cada parcela sem as vagens e os grãos. A data da colheita foi realizada em 26/04/2007.

Para todas as culturas econômicas a biomassa residual (massa seca) foi avaliada por pesagem após secagem das amostras em estufa com circulação de ar durante 72 horas a 65 °C.

No manejo das plantas espontâneas foi medido o tempo em minutos necessário para realizar a capina manual em todas as parcelas de cada tratamento e corrigido para dia-homem por hectare (d.h/ha).

¹² Foi decidido utilizar esses dados, pois como não houve perda da soja nas parcelas em policultivo, foi considerado relevante realizar a comparação entre os sistemas.

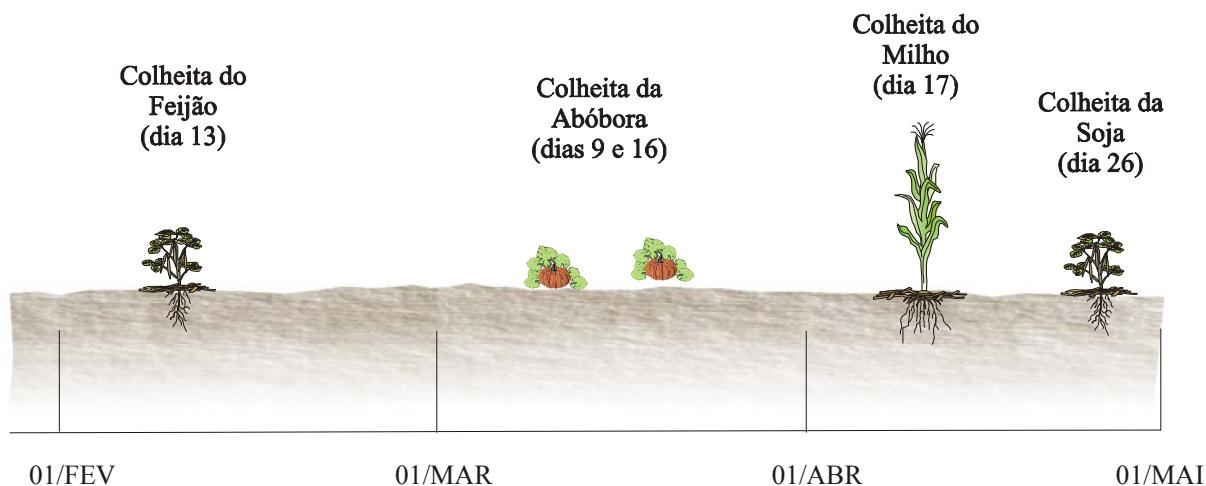


Figura 4. Desenho esquemático da data de colheita das culturas.

5.5. Mensuração da Performance dos Tratamentos

5.5.1 Uso Eficiente da Terra (UET)

Para avaliar a eficiência dos policultivos, foi utilizado o Uso Eficiente da Terra (UET), também denominado Índice de Equivalência de Área (IEA), calculado pela fórmula:

$$\text{UET} = \text{Ca}/\text{Ma} + \text{Cb}/\text{Mb} + \text{Cc}/\text{Mc}, \text{ onde:}$$

Ca, Cb e Cc representam as produtividades das culturas a, b e c no sistema de consórcio ou policultivo;

Ma, Mb e Mc, representam as produtividades dessas culturas em monocultivo (GERAGE e KRANZ, 1989).

O UET indica a soma da área necessária a ser cultivada em monocultivo com as duas ou três culturas do experimento para alcançar-se a produtividade de um hectare de policultivo.

O policultivo será eficiente quando o UET for superior a 1,0 e prejudicial à produção quando inferior a 1,0. Quanto mais alto o UET, mais vantajoso é o sistema de policultivo (VIEIRA, 1999).

A título de exemplo, supondo que em um policultivo qualquer tem-se um UET de 1,3. Isto significa que são necessários 30% a mais de área para que as culturas no plantio isolado produzam o equivalente à produção do policultivo em um hectare. Isto se refere à vantagem biológica, como o uso complementar dos recursos naturais disponíveis (MORGADO e RAO, 1986).

Vandermeer (1989), acrescenta que se em um ensaio experimental, o UET for maior do que 1,0, certamente esse é um caso de facilitação, ou seja, os mecanismos de facilitação superam os de competição.

Gliessman (2000), interpreta o valor do UET maior do que 1 como uma vantagem de rendimento do policultivo e chama de sobreprodutividade. Acrescenta que este índice mede o nível de interferência que ocorre entre as culturas no sistema e que quando for maior que 1, indica a presença de interferências positivas entre os componentes da mescla. Pode, também, significar que qualquer interferência interespecífica negativa que exista no policultivo não é tão intensa quanto a que existe nas monoculturas.

5.5.2 Retorno monetário

As combinações das diferentes espécies em um policultivo podem ter como base o valor de mercado das culturas e torna-se uma consideração importante, pois o agricultor constata realmente a vantagem do policultivo quando obtém vantagem financeira (MORGADO e RAO, 1986). A possibilidade de um tratamento ou combinação com UET que é superior a outro tratamento, ser inferior no que diz respeito ao retorno financeiro não é

improvável, pois os valores de mercado oscilam muito, podendo ocorrer um baixo preço da cultura que obteve a maior produção no policultivo, derrubando a renda apesar do alto UET.

Sendo assim, foi determinada a renda líquida (RL) de cada tratamento, onde se deduziu da renda bruta os custos variáveis (CV) com sementes, fertilizante, capinas e colheita (estimativa). No cálculo da renda bruta (RB), utilizou-se os preços médios recebidos pelos agricultores do Paraná no ano de 2007, baseado nas estatísticas do DERAL-SEAB (conforme anexo 2). O custo da colheita foi estimado a partir do rendimento operacional médio realizado pelos agricultores e a produtividade obtida, com exceção da soja solteira, onde utilizamos o custo da colheita mecanizada, pois a colheita manual não ocorre mesmo com pequenos agricultores.

Na renda bruta de cada tratamento, multiplicou-se o rendimento em Kg/ha de cada cultura pelo preço médio em R\$/Kg, somando-se a cada cultura consorciada.

A renda líquida (RL) ou retorno monetário obteve-se deduzindo-se a renda bruta (RB) do custo variável (CV).

Como exemplo no tratamento 1:

$$RB = \text{Prod. Mi (kg/ha)} \times \text{Preço} + \text{Prod. Fe (kg/ha)} \times \text{Preço} + \text{Prod. Ab (kg/ha)} \times \text{Preço};$$

(Mi - milho, Fe – feijão e Ab – abóbora);

$$RL = RB \text{ trat1} - CV \text{ trat1}$$

Foram, portanto, avaliadas as rendas líquidas obtidas com as diferentes combinações realizadas no presente experimento, com taxas de preços variáveis entre as culturas componentes, podendo ser previstos de antemão os sistemas economicamente viáveis, complementando assim o UET. Cabe ressaltar, como já citado anteriormente, que o resultado dessa avaliação pode variar muito em função da possibilidade de oscilação de preços do mercado.

5.5.3 Retorno em relação às operações manuais realizadas

A partir da mensuração do tempo necessário para realizar a capina manual e corrigido para dia-homem por hectare (d.h/ha), foi realizado com os dados econômicos levantados no item anterior, a relação em R\$ por dia-homem trabalhado por hectare (d.h/ha) no controle das ervas espontâneas através da fórmula:

$$RL(R\$) / \text{capina (d.h/ha)};$$

Somando-se as operações de capina e colheita, resultou na quantidade de mão-de-obra manual total utilizada nos tratamentos em d.h/ha e a partir daí relação em R\$ por d.h/ha, através da fórmula:

$$RL (R\$) / \text{capina + colheita (d.h/ha)}$$

É importante ressaltar que as operações de colheita no experimento não foram mensuradas, utilizando-se como referência a estimativa do rendimento médio realizado por agricultores na colheita manual de cada cultura. No caso do milho e soja solteiros foi utilizado o custo da colheita mecânica, de uso corrente mesmo por agricultores que não possuem colhedeira.

5.6. Análise Estatística

Para o teste de homogeneidade das variâncias foi utilizado o teste do F máximo de Hartley (SPIEGEL, 1977; GOMES e GOMES, 1984). Este teste consiste em duas hipóteses: a de que a variação entre as populações é homogênea (H_0) ou heterogênea (H_1). Após isso, foi escolhida a significância $\alpha = 0,05$, ou seja, 95% de probabilidade. Na seqüência, é obtido o quociente entre a maior e a menor variância calculada dentre os tratamentos, segundo a fórmula abaixo:

$$F_{\max} = s^2_{\max} / s^2_{\min}$$

Uma vez calculado o F_{\max} , verificou-se o valor tabelado para F na tabela de valores críticos da distribuição F_{\max} . Quando este valor era maior do que o valor tabelado, rejeitou-se a hipótese de homogeneidade, indicando interação bloco x tratamento. Já quando o valor de F_{\max} estava abaixo do valor tabelado, as variâncias eram homogêneas para a significância escolhida. Nestes casos, uma vez que não foi identificada interação entre blocos x tratamentos, os dados foram analisados empregando-se a análise de variância (ANOVA). As médias foram separadas e comparadas através do teste DMS-Fischer, com probabilidade de 5%, utilizando o software estatístico Statistica 6.0. Os níveis de significância para análise do coeficiente de correlação foram obtidos segundo a tabela de distribuição de Fischer-Snedecor-1 (Bussab e Morettin, 1987)

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO:

6.1. Rendimento das Culturas

Verifica-se que o maior rendimento total foi obtido no tratamento milho-feijão-abóbora, seguido de milho-soja-abóbora. Em terceiro aparecem os tratamentos milho-feijão, milho-soja e milho, que não diferiram de milho-soja-abóbora e de abóbora. O tratamento abóbora solteira diferiu de soja e feijão solteiros (Figura 5).

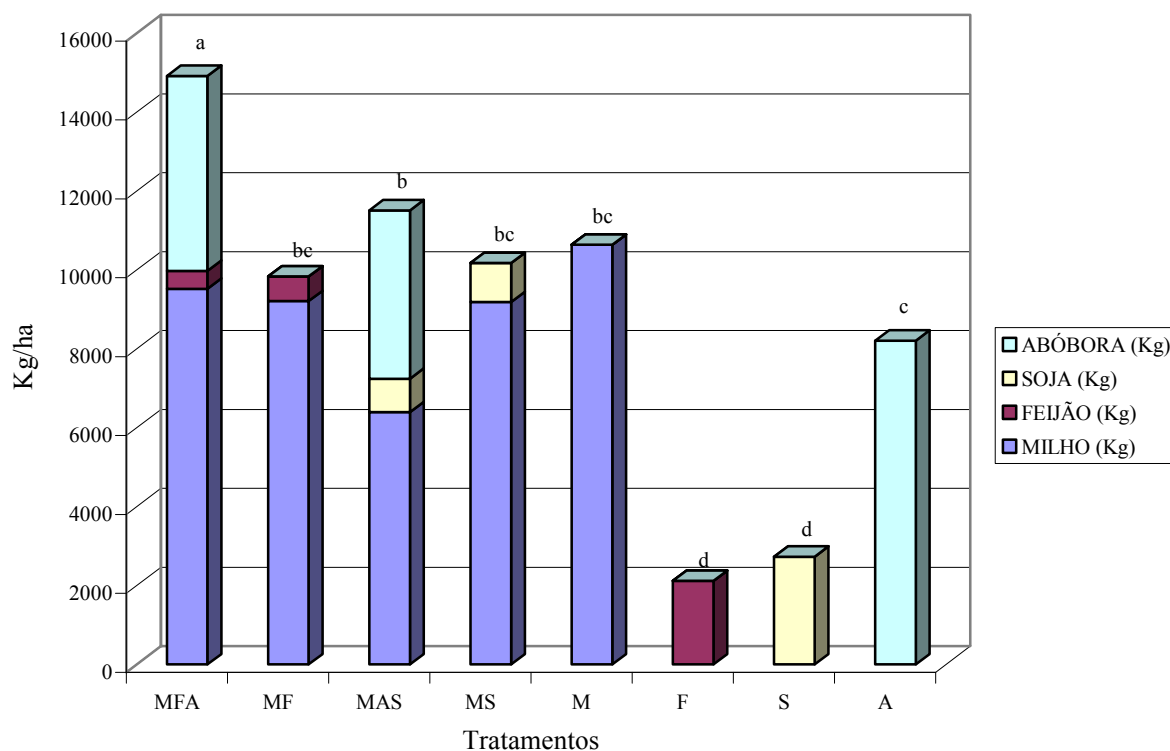


Figura 5. Rendimento total das culturas em cada tratamento. Colunas seguidas de mesma letra não diferem significativamente segundo teste DMS-Fisher ($p \leq 0,05$).

O rendimento do milho em monocultivo demonstrou ser superior aos tratamentos milho-feijão, milho-feijão-abóbora e milho-soja, indicando que devido à presença destes diminuiu a população do milho nos policultivos, reduzindo o potencial produtivo do mesmo

por hectare produzido. O único tratamento em que o milho diferiu significativamente dos demais foi milho-soja-abóbora (Figura 6), provavelmente devido ao maior período de competição das espécies, já que o feijão foi colhido no dia 13/02, a abóbora nos dias 09 e 16/03 e a soja no dia 26/04, em função dos diferentes ciclos. É importante notar que a baixa resposta do milho pode estar relacionada ao maior período de competição com soja e abóbora.

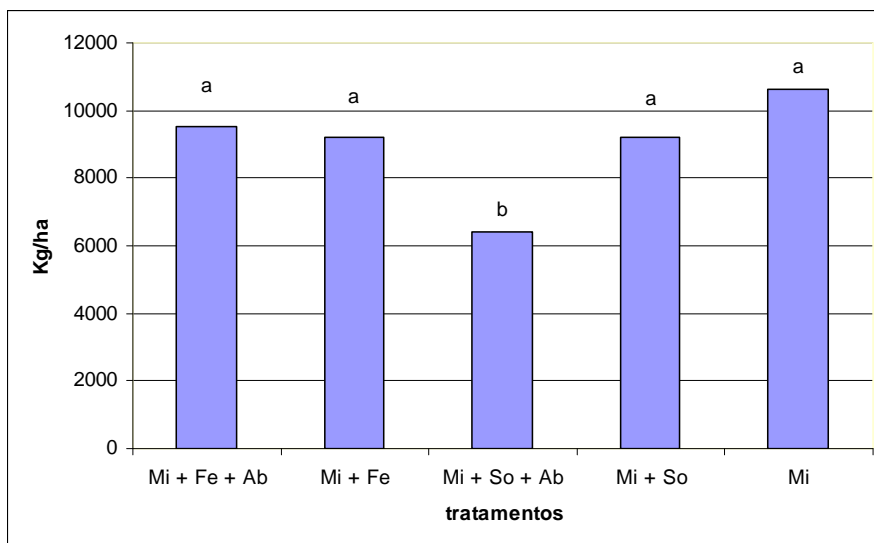


Figura 6. Rendimento do milho nos tratamentos em mono e policultivo. Colunas seguidas de mesma letra não diferem significativamente segundo teste DMS-Fisher ($p \leq 0,05$).

No caso do milho pode-se inferir que houve uma maior competição interespecífica e uma menor competição intra-específica devido a sua menor população nos policultivos (RICKLEFS, 2003), pois o seu rendimento foi afetado no que diz respeito à produção por área e não por planta, como será visto mais adiante. Vandermeer (1989) utiliza o princípio da produção competitiva como caminho para entender os processos que envolvem a competição por recursos em um determinado agroecossistema, buscando atingir uma vantagem produtiva nos policultivos. Com a denominação de fatores abióticos, esses recursos precisam ser manejados sob o ponto de vista da competição entre plantas que requerem luz, água, nutrientes, oxigênio e dióxido de carbono.

Como o rendimento do milho no policultivo milho-soja-abóbora foi baixo, este tratamento ficou fora do grupo de maior potencial, pois tanto a soja quanto a abóbora em policultivo não diferiram estatisticamente dos demais tratamentos (Figuras 8 e 9).

Quando avaliado o rendimento das culturas de feijão, soja e abóbora em mono e policultivo, foram encontradas diferenças significativas em favor dos monocultivos (Figuras 7, 8 e 9), ou seja, o princípio da produção competitiva nos policultivos, foi mais intenso nessas culturas. Como afirma Trenbath (1976), em um cultivo múltiplo onde as condições do solo estão boas, caso do presente experimento, a competição ocorre somente por luz; pequenas diferenças na altura, principalmente devido ao porte do milho, podem conduzir a um forte efeito de competição.

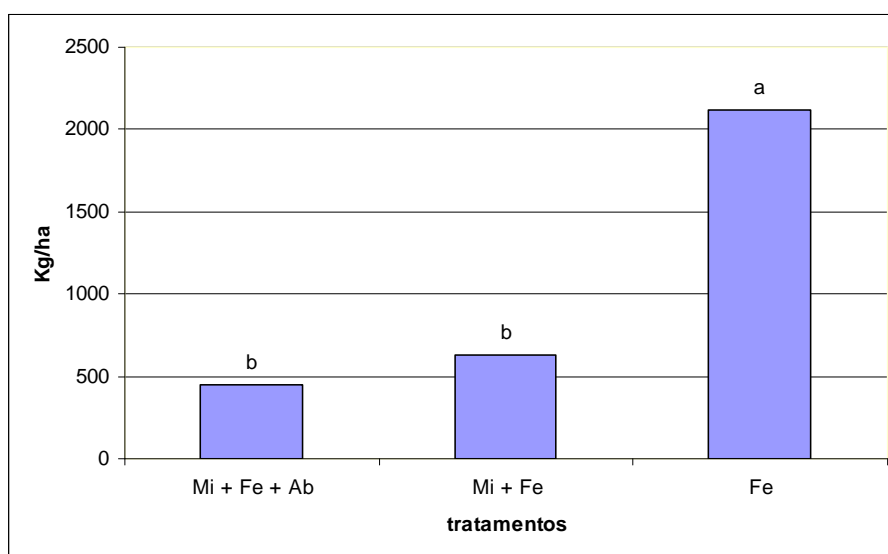


Figura 7. Rendimento do feijão nos tratamentos em mono e policultivo. Colunas seguidas de mesma letra não diferem significativamente segundo teste DMS-Fisher ($p \leq 0,05$).

O feijão em policultivo teve menor rendimento, também devido à incidência de antracnose, principalmente no estágio de formação das vagens, confirmando o que cita Reijntjes et al. (1999) que uma maior densidade que costuma caracterizar as policulturas,

induz mudanças no microclima (geralmente leva a um aumento da umidade relativa), tornando-a mais favorável para doenças fúngicas e bacterianas.

Comparando o desempenho do feijão com a soja em mono e policultivo, percebe-se uma produção proporcionalmente menor do feijão do que a soja no policultivo: obteve-se 30% do potencial máximo da produção quando consorciado com milho e 21% com milho e abóbora (Figura 7). Já no caso da soja no policultivo com milho obteve-se 36% do seu potencial máximo de rendimento e 31% quando consorciada com milho e abóbora (Figura 8).

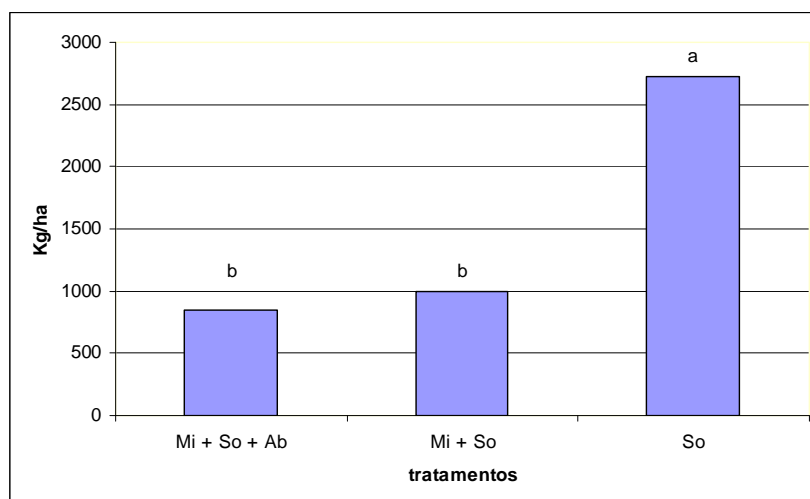


Figura 8. Rendimento da soja nos tratamentos em mono¹³ e policultivo. Colunas seguidas de mesma letra não diferem significativamente segundo teste DMS-Fisher ($p \leq 0,05$).

¹³ Cabe ressaltarmos que o rendimento da soja solteira foi baseada em resultados da estação experimental da Embrapa em Ponta Grossa-PR, não sendo então resultado de nosso trabalho. Foi tomada essa decisão como alternativa à perda apenas das parcelas solteiras devido à importância de ser realizada a comparação com os policultivos que não foram perdidos, portanto, com resultados relevantes.

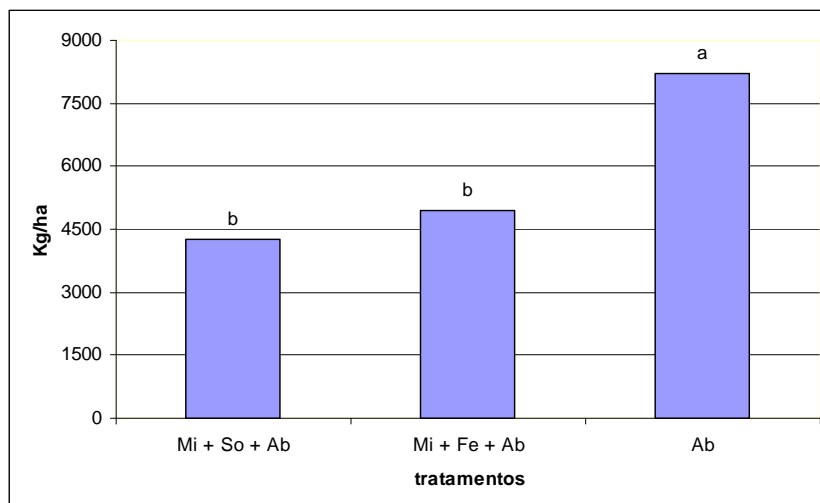


Figura 9. Rendimento da abóbora nos tratamentos em mono e policultivo. Colunas seguidas de mesma letra não diferem significativamente segundo teste DMS-Fisher ($p \leq 0,05$).

Para a abóbora o potencial máximo da produção em relação ao monocultivo foi de 52% quando consorciada com milho e soja enquanto que no tratamento com milho e feijão foi de 60% (Figura 9).

Assim, pode-se considerar que o feijão em associação com a abóbora teve uma desvantagem competitiva quando comparado à soja, pois houve uma perda de 5% do potencial produtivo para a soja e de 9% para o feijão. Possivelmente isto ocorreu em função de uma pequena vantagem na competição por luz com a abóbora em relação ao feijão, devido provavelmente ao porte mais ereto da soja (TRENATH, 1976) e também ao período sem competição após a colheita da abóbora no final do ciclo da soja (30 dias).

A coexistência de organismos semelhantes torna-se possível por algum tipo de divergência ecológica entre as espécies envolvidas e é referida como diversificação de um nicho (GLIESSMAN, 2000). Nesse caso a cultura que claramente beneficiou-se com essa diversificação foi o milho e a que menos sofreu o princípio da exclusão competitiva (BEGON, TOWNSEND E HARPER, 2006) foi a abóbora, pois apesar de diminuir o rendimento, ainda manteve 60% do potencial máximo no policultivo milho-feijão-abóbora.

Ainda na questão produtiva, Liebman apud Altieri (1989, p.135) cita que em relação “à utilização de recursos..., torna-se claro que as vantagens nas produções das policulturas estão, geralmente, correlacionadas com o uso de uma maior proporção dos recursos disponíveis, em termos de luz, água e nutrientes”. Quando a densidade total é maior nas policulturas que nas monoculturas, as plantas consorciadas podem interceptar mais luz durante o período de crescimento. Nesse caso, além do uso eficiente dos recursos, a vantagem está também no tempo mais longo de uso destes recursos.

6.2. Produção de Biomassa Residual

Quanto à produção de biomassa residual, os melhores resultados foram obtidos com milho-soja e milho-feijão-abóbora, seguido de milho-feijão, que não diferiu dos anteriores (Figura 9). Segundo Khatounian (1999), atualmente se busca um novo conceito de fertilidade, como “a capacidade de um ecossistema gerar vida de forma sustentável, medida usualmente em termos de produção de biomassa”. Nos sistemas naturais, é a biomassa que mantém os complexos de vida dos quais dependem todos os mecanismos de homeostase¹⁴. Isso permite afirmar que esses tratamentos, com uma maior quantidade de resíduos pós-colheita e acoplados em um plano de rotação com uma adubação verde de inverno teriam maior possibilidade de sustentabilidade ao longo do tempo. Em uma floresta a quantidade de biomassa anual necessária para alimentar os mecanismos de manutenção do sistema estaria entre 30 a 50 t/ha de matéria seca ao ano, o que seria um valor em que muitos dos policultivos estariam mais próximos (KHATOUNIAN, 2001).

¹⁴ Estado de equilíbrio de um sistema vivo que lhe permite controlar-se estável e se reproduzir ao longo do tempo.

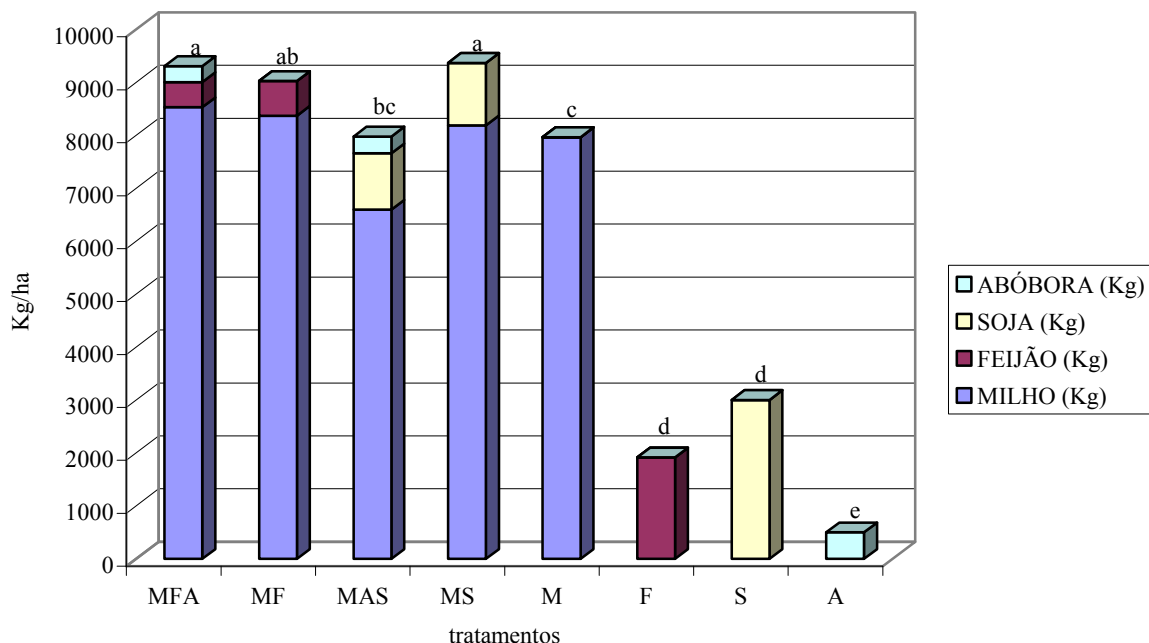


Figura 10. Biomassa residual total em cada tratamento. Colunas seguidas de mesma letra não diferem significativamente segundo teste DMS-Fisher ($p \leq 0,05$).

Essa maior quantidade de biomassa também é considerada por Dover e Talbot (1987), fundamental para a manutenção do agroecossistema a longo prazo e os mesmos citam pesquisa com policultura de milho e feijão com produção de 4 t/ha de matéria seca para ser reincorporada ao solo, enquanto a monocultura de arroz produziu 2,3 t/ha.

Pesquisa desenvolvida por Jolliffe (1997), evidenciou maior produtividade de biomassa nos policultivos, em 38 experimentos de um total de 46 realizados e segundo Park et al. (2002), a principal razão dessa vantagem é a utilização eficiente dos recursos naturais em especial da radiação solar.

Um segundo grupo de tratamentos, com resultado intermediário, foi milho-soja-abóbora e milho solteiro, seguidos pelos tratamentos soja e feijão solteiros, e por último o tratamento abóbora solteira, que obteve a pior produção de biomassa (Figura 10).

É importante ressaltar que a participação do milho dentro dos tratamentos de policultivo foi, exceto no tratamento milho-soja-abóbora, maior do que no milho solteiro (Figura 11). Isto indica que o policultivo estimulou uma maior produção de biomassa residual de milho. A causa deste aumento pode ser o efeito competitivo no início do ciclo, estimulando o milho a desenvolver uma maior parte vegetativa e possivelmente radicular.

No caso do milho-soja-abóbora, novamente verificou-se uma baixa resposta do milho, a exemplo do que aconteceu com o rendimento.

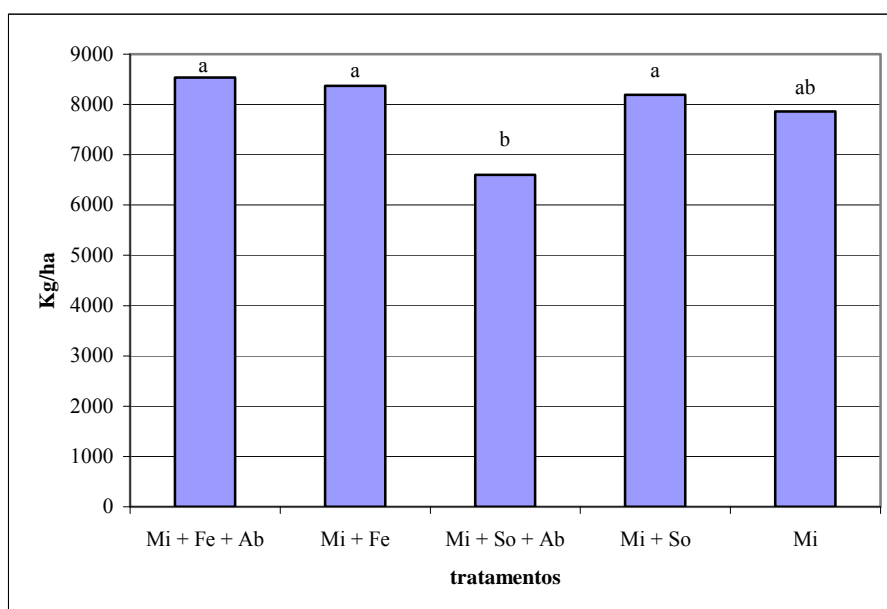


Figura 11. Biomassa do milho nos tratamentos em mono e policultivo. Colunas seguidas de mesma letra não diferem significativamente segundo teste DMS-Fisher ($p \leq 0,05$).

No que diz respeito à biomassa residual de feijão e soja houve diferença significativa entre os tratamentos no poli e monocultivo (Figuras 12 e 13), demonstrando que essas culturas sofreram uma maior competição interespecífica (RICKLEFS, 2003) nos policultivos, com vantagem para a cultura do milho.

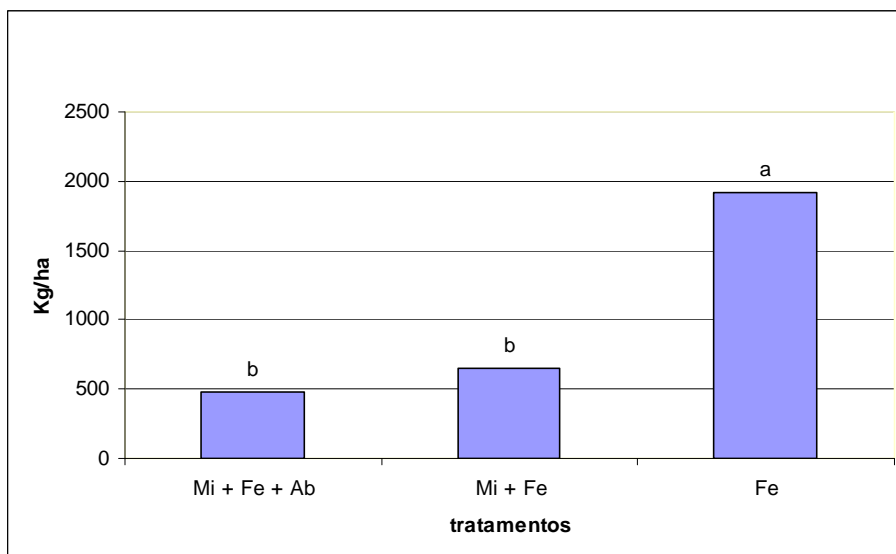


Figura 12. Biomassa do feijão nos tratamentos em mono e policultivo. Colunas seguidas de mesma letra não diferem significativamente segundo teste DMS-Fisher ($p \leq 0,05$).

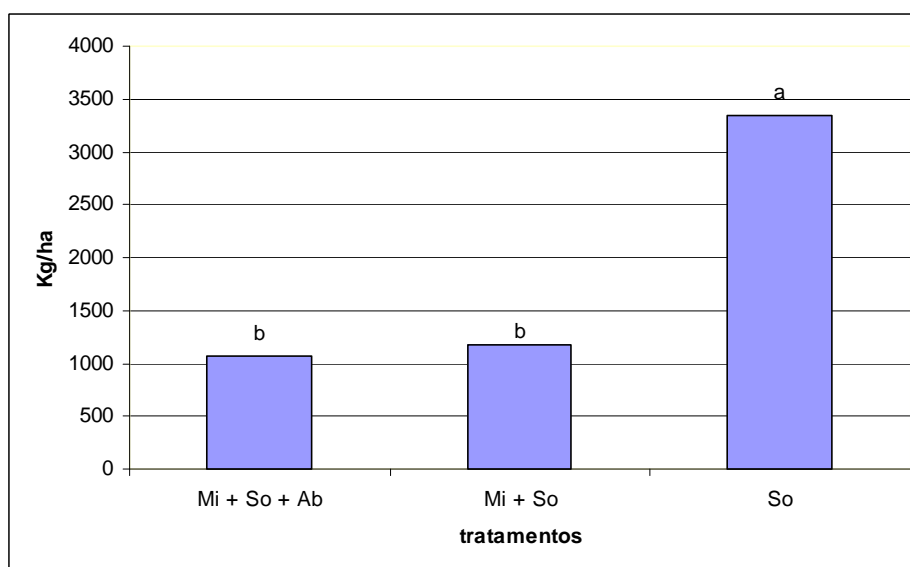


Figura 13. Biomassa da soja nos tratamentos em mono e policultivo. Colunas seguidas de mesma letra não diferem significativamente segundo teste DMS-Fisher ($p \leq 0,05$).

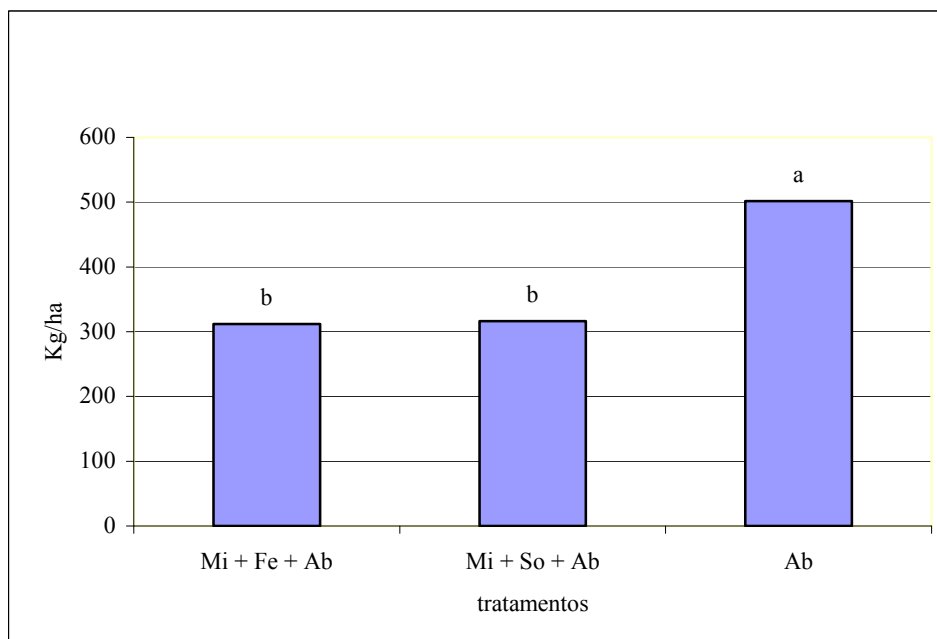


Figura 14. Biomassa da abóbora nos tratamentos em mono e policultivo. Colunas seguidas de mesma letra não diferem significativamente segundo teste DMS-Fisher ($p \leq 0,05$).

A comparação da produção de biomassa de feijão e soja no mono e policultivo permite demonstrar que o feijão associado ao milho produziu 34% da biomassa em monocultivo (Figura 12); o tratamento milho-feijão-abóbora, por sua vez, produziu 25%. No caso da soja não houve tanta influência pela presença da abóbora, que produziu associada ao milho 35% do seu potencial em monocultivo e 32% associada a milho-abóbora (Figura 13). Isso indica que a soja sofreu menor competição do que o feijão no policultivo, especialmente com a abóbora. Para a abóbora, não ocorreu diferença entre os tratamentos de policultivo, milho-soja-abóbora e milho-feijão-abóbora, porém houve diferença significativa entre os tratamentos em policultivo e o monocultivo de abóbora, indicando que a mesma foi afetada na produção de biomassa (Figura 14).

6.3. Uso Eficiente da Terra (UET)

Na tabela 2 é possível observar que a cultura do milho foi a única que teve maior rendimento por planta em todos os tratamentos de policultivo quando comparada ao cultivo solteiro, à exceção do tratamento milho-soja-abóbora. Em relação a produção de biomassa residual, esta foi maior em todos os tratamentos com presença do milho, evidenciando uma interação positiva do milho nos policultivos (Tabela 3).

Tabela 2: Rendimento total do milho, feijão, soja e abóbora (Kg/ha) e o Uso Eficiente da Terra (UET) nos tratamentos com mono e policultivos.

	MILHO (Kg)		FEIJÃO (Kg)		SOJA (Kg)		ABÓBORA (Kg)		Rendimento total Kg/ha	UET
	ha	1000 pl	ha	1000 pl	ha	1000 pl	ha	1000 pl		
MFA	9521	257	452	2,6			4942	4448	14915	1,71
MF	9209	248	625	3,7					9835	1,16
MSA	6393	172			846	3,1	4271	3844	11511	1,43
MS	9184	247			991	3,6			10175	1,23
M	10636	191							10636	
F			2118	9,5					2118	
S					2731	7,7			2731	
A							8204	7385	8204	

Tabela 3: Biomassa (residual) total do milho, feijão, soja e abóbora (Kg/ha) e o Uso Eficiente da Terra (UET) nos tratamentos com mono e policultivos.

	MILHO (Kg MS)		FEIJÃO (Kg MS)		SOJA (Kg MS)		ABÓBORA (Kg MS)		Biomassa total Kg/ha	UET
	ha	1000 pl	ha	1000 pl	ha	1000 pl	ha	1000 pl		
MFA	8532	230	476	2,8			301	271	9309	1,92
MF	8373	226	654	3,8					9027	1,39
MSA	6597	178			1064	3,9	316	285	7978	1,78
MS	8190	221			1180	4,3			9370	1,38
M	7965	143							7965	-
F			1917	8,6					1917	-
S					3337	9,4			3337	-
A							502	451	502	-

Encontraram-se os maiores UETs nos tratamentos milho-feijão-abóbora e milho-soja-abóbora, com valores de 1,71 e 1,43 para rendimento das culturas, respectivamente, e 1,92 e 1,78 para biomassa residual (Tabelas 2 e 3). Isso indica que para ter o mesmo rendimento em produto comercial seriam necessários 71% e 43% a mais de área em monocultivo. Por outro lado, para produzir a mesma quantidade de biomassa dos tratamentos milho-feijão-abóbora e milho-soja-abóbora seriam necessários 92% e 78%, respectivamente, a mais de área de monocultivo.

Na Figura 15 está demonstrado que o tratamento com três componentes milho-feijão-abóbora foi significativamente mais eficiente (rendimento e biomassa) do que aqueles com dois, onde possivelmente a abóbora ocupou um extrato de área diferente e havia disponibilidade de recurso.

Em todos os policultivos estudados a produção relativa (UET) foi maior do que 1,0, indicando a predominância do “princípio da facilitação produtiva”. Esse princípio afirma que uma das espécies proporciona algum tipo de benefício para outras espécies (VANDERMEER, 1989). No tratamento milho-feijão-abóbora predominou muito mais a facilitação do que a competição; já no caso do tratamento milho-feijão, que obteve UET próxima a 1,0, houve uma tendência maior para a competição. Esses efeitos ‘facilitativos’ poderiam ser maiores, mas quando o efeito competitivo é suficientemente intenso para compensá-los resulta em uma produção relativa menor do que 1,0 (VANDERMEER, 1989).

O tratamento mais eficiente, de milho-feijão-abóbora é comentado por Gliessman (1999), que considera também a possibilidade de que muitas espécies domesticadas tenham sido submetidas pelo homem à seleção dirigida para a coexistência, ao serem mais cultivadas em policulturas, por milhares de anos. As plantas teriam co-evoluído, cada uma delas desenvolvendo adaptações para a coexistência, onde a policultura tradicional de milho-feijão-

abóbora, poderia ser um exemplo disto. Sauer (1969) afirma que essas três plantas dominavam a agricultura da América do Norte e caracteriza esse policultivo como um complexo simbiótico sem igual, pois o milho se desenvolve captando a luz solar, o feijão escala a haste do milho para captar sua parte da luz e suas raízes suportam colônias de bactérias fixadoras de nitrogênio, enquanto a abóbora se desenvolve principalmente rente ao solo cobrindo todo o terreno. Vários estudos realizados no México com esse policultivo atingiram rendimentos para o milho até 50% maiores do que em monocultura (AMADOR e GLIESSMAN, 1990; apud GLIESSMAN, 2000). Os resultados do UET obtidos com esse tratamento, de 1,71 e 1,92, respectivamente para rendimento e biomassa, se aproximam dos resultados obtidos por Amador (1980, apud DOVER e TALBOT, 1987), onde se atingiu 1,73 e 1,78.

No caso do tratamento milho-feijão, encontraram-se resultados obtidos na estação experimental de Rio Caçador-SC, de 1,3 para UET apenas do rendimento (BRANDES, 1972; apud VIEIRA, 1999); e em outros experimentos UETs de 1,11, 1,12, 1,17 e 1,07 para quatro diferentes cultivares de feijão e uma população de 40 mil plantas/ha de milho (SANTA CECÍLIA e VIEIRA; apud VIEIRA, 1984); de 1,53 e 1,34, com variações no espaçamento do milho de 1,0m para 1,5m (GERAGE e KRANZ, 1989) e resultados de 1,28, 1,28 e 1,55 para três cultivares diferentes de milho (RAMALHO et al., 1991). Esses resultados foram superiores ao obtido no presente experimento, que atingiu um UET de 1,16, com exceção dos realizados por Santa Cecília e Vieira onde apenas um foi superior. O menor rendimento do feijão nos policultivos também pode ter sido provocado pelo plantio após a época ideal para a região (até 31/10), muito embora o rendimento no monocultivo tenha sido bom.

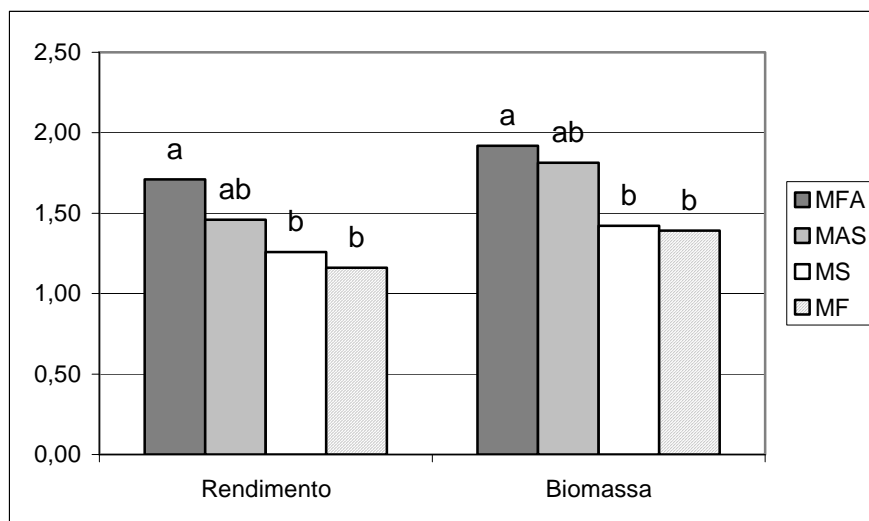


Figura 15. Uso Eficiente da Terra (UET) dos tratamentos em policultivo. Colunas seguidas de mesma letra não diferem significativamente segundo teste DMS-Fisher ($p \leq 0,05$).

Apesar das pesquisas com consórcio envolvendo soja serem muito raras, obtiveram-se resultados de experimento realizado em Chapecó-SC, no ano agrícola 1976/77, onde o UET do tratamento milho-soja, com densidades relativamente similares ao presente experimento, atingiu 1,16 e o melhor tratamento atingiu 1,43. Esses resultados se aproximam do resultado do UET obtido no presente trabalho, que foi de 1,23 (MIYASAKA e MEDINA, 1981), demonstrando ser razoavelmente eficiente. Não se encontraram referências para o policultivo de soja envolvendo milho e abóbora.

O UET encontrado para a biomassa residual foi superior em todos os tratamentos em relação ao rendimento, provavelmente porque as plantas competiram pelos fatores de crescimento, principalmente por luz, aumentando a sua área foliar.

Os resultados obtidos no presente experimento vêm a confirmar que uma das principais razões pelas quais alguns produtores optam pelo uso de policulturas é que, freqüentemente, obtém-se maior produção de uma determinada área cultivada do que numa área equivalente com manchas separadas de monoculturas (Liebman apud Altieri, 1989). Esta maior eficiência do uso da terra é principalmente importante para os pequenos produtores

devido às condições sócio-econômicas, e onde a produção é limitada pela quantidade de terra que pode ser trabalhada (em geral, manualmente) em tempo limitado.

6.4. Rendimento Operacional Para o Manejo das Plantas Espontâneas

Verificou-se a existência de três comportamentos distintos dos tratamentos nas duas capinas (Figura 16). O primeiro representado por milho solteiro, exigiu 7,9 e 8,9 dia-homem/ha (d.h/ha) na primeira (14 dias) e segunda capina (34 dias) respectivamente. Já o segundo composto pelos diferentes policultivos e pela abóbora em monocultivo, exigiu entre 10,7 e 11,3 d.h/ha na primeira capina e entre 11,9 e 12,8 d.h/ha na segunda capina. É importante ressaltar que neste grupo de tratamentos não houve diferença estatística na primeira capina, enquanto na segunda houve diferença entre o tratamento milho-feijão-abóbora e o tratamento abóbora solteiro.

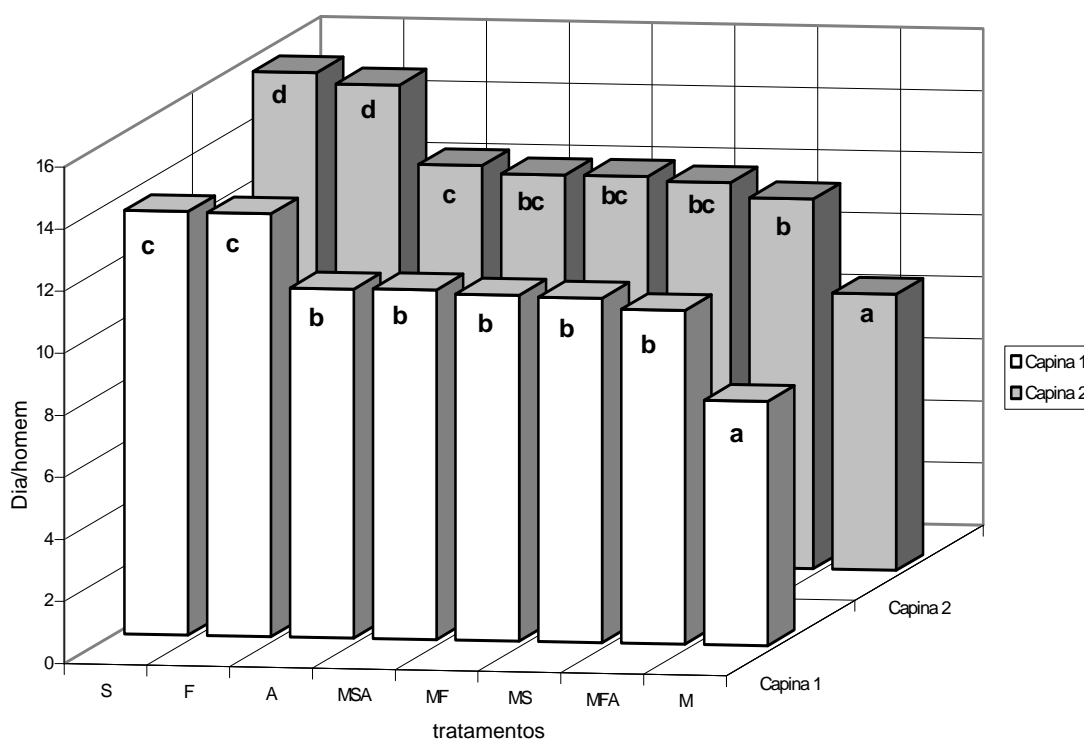


Figura 16. Necessidade de dias/homem na primeira e segunda capina. Colunas seguidas de mesma letra não diferem significativamente segundo teste DMS de Fisher ($p \leq 0,05$).

Nas duas capinas a abóbora foi o único monocultivo que ficou no grupo intermediário. Já os monocultivos de soja e feijão obtiveram o pior desempenho, exigindo mais trabalho para o manejo das plantas espontâneas.

Os policultivos exigiram menor necessidade de trabalho do que os cultivos solteiros, à exceção do tratamento milho, que teve o melhor desempenho, possivelmente devido a população de plantas utilizada, que proporcionou um rápido desenvolvimento e sombreamento, com uma maior supressão das plantas espontâneas, requerendo uma baixa quantidade de mão-de-obra em relação aos demais tratamentos. Nos policultivos esse menor rendimento da capina provavelmente deve-se ao maior cuidado necessário para não atingir as culturas, já que há uma maior população de plantas.

Vieira (1999) cita que semeando-se as culturas de milho e feijão na mesma linha, as capinas são executadas mais facilmente, porque o número de plantas na linha dificultam a ocorrência de ervas nas linhas de plantio e as capinas irão se restringir à eliminação das ervas que surgem entre as fileiras.

Poucas pesquisas têm sido conduzidas acerca dos efeitos das policulturas sobre as plantas espontâneas, mas Moody e Shetty (1981), sugeriram que a grande supressão de ervas promovida nas policulturas é, em grande parte, um resultado da grande densidade de plantas.

Em pesquisa conduzida por Schaffrath e Miller (2000), observou-se uma redução bastante significativa na ocorrência de plantas espontâneas nos tratamentos consorciados de mandioca com crotalária (13,68% da testemunha) em relação aos cultivos solteiros (66,08% da testemunha).

As combinações de espécies cultivadas normalmente suprimem o crescimento das ervas espontâneas pelo rápido desenvolvimento da cobertura vegetal sobre o solo, o que acontece seja porque a população de plantas é grande, seja porque alguma das espécies

plantadas cresce rapidamente (REIJNTJES et al., 1999), o que ocorreu no tratamento milho solteiro e nos demais tratamentos em policultivo. Ainda é comentado por Reijntjes et al.(1999), que em muitos sistemas de plantio consorciado é necessária apenas uma capina enquanto nas monoculturas podem ser necessárias de duas ou três. No tratamento de feijão em monocultivo e provavelmente ocorreria também no de soja, as parcelas estavam com grande infestação de ervas a partir do seu estágio intermediário até o final do ciclo, o que não ocorreu com os policultivos. Isso pode determinar um menor rendimento da operação de colheita, aumentando o custo de produção.

Uma provável indicação de que ocorreu um mutualismo no tratamento milho-feijão-abóbora, percebido após a segunda capina, onde o mesmo diferiu significativamente do tratamento abóbora solteira, já que a abóbora nesse caso ajudou a controlar ervas espontâneas, pois as suas folhas delgadas, largas e horizontais, bloqueiam a luz solar, prejudicando tanto a germinação quanto o crescimento das ervas (GLIESSMAN, 2000).

Cabe ressaltar que a necessidade de dia-homem/ha pode ser bem reduzida se for substituída a primeira capina ou quantas forem necessárias, pelo cultivo com a tração animal ou com o trator. Essa opção é utilizada pela maioria dos agricultores, porém não foi o caso do presente trabalho.

6.5. Retorno Monetário

Verifica-se que a maior renda líquida foi obtida no tratamento milho-feijão-abóbora, seguido do milho em monocultivo e do tratamento milho-soja-abóbora. O milho em monocultivo obteve 73,8% da maior renda líquida e o milho-soja-abóbora 67,9%. Os tratamentos milho-soja, milho-feijão e abóbora em monocultivo obtiveram renda líquida muito próxima, respectivamente 54,5% (MS), 53,7% (MF) e 53,0% (A) da maior renda

líquida obtida. Na seqüência, com uma performance econômica bem inferior, os tratamentos de feijão e soja em monocultivo, atingiram respectivamente 29% e 5,6% do tratamento com melhor resultado (Figura 17).

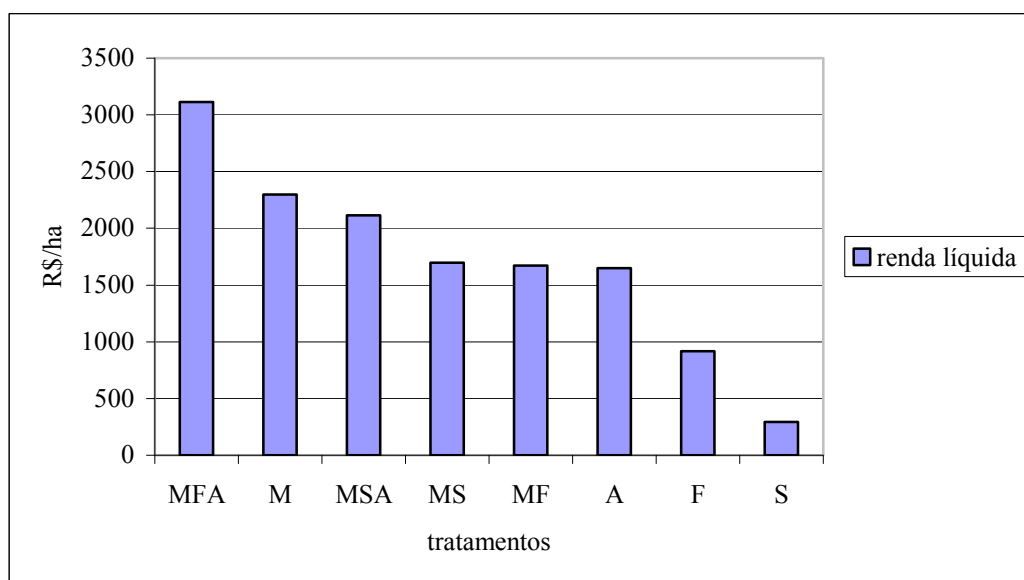


Figura 17. Renda líquida dos tratamentos em R\$/ha.

Os policultivos com três espécies, juntamente com o milho solteiro demonstraram ser as melhores alternativas de renda, seguidos dos policultivos com duas espécies e a abóbora. No tratamento com feijão, obteve-se renda líquida por hectare sensivelmente superior à realidade do agricultor, porém bem inferior aos outros tratamentos. Já no tratamento com a soja, devido a perda se utilizou o mesmo procedimento nos parâmetros avaliados anteriormente, sendo utilizados os dados obtidos do campo experimental da EMBRAPA, obtendo-se uma baixa renda líquida.

Na figura 18, se demonstra a proporção da renda líquida obtida em cada uma das culturas em cada tratamento.

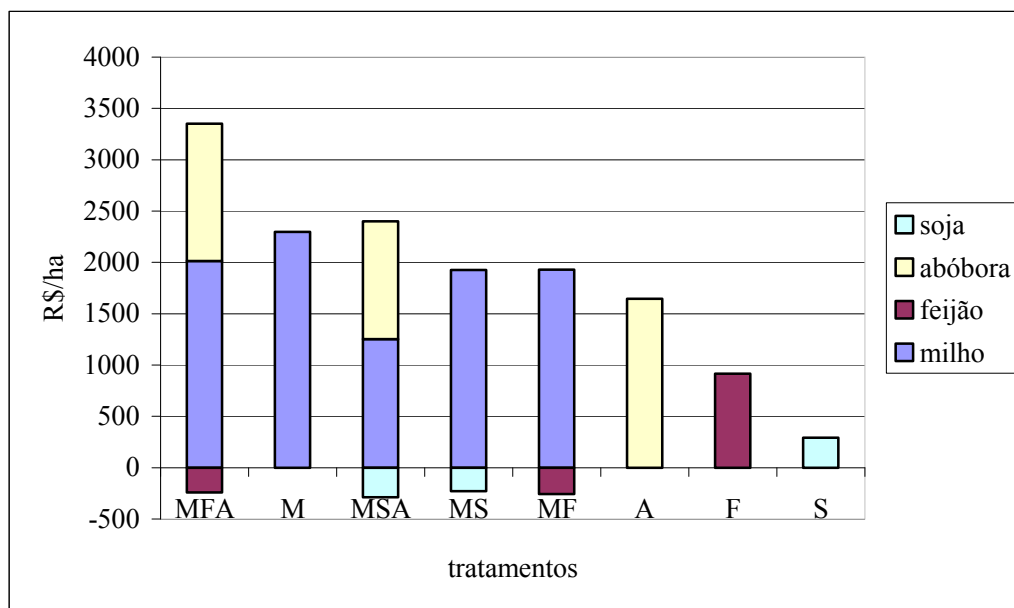


Figura 18. Renda líquida das culturas em cada tratamento em R\$/ha.

Observa-se que o feijão e a soja nos policultivos tem resultado negativo em relação à renda, diminuindo a renda líquida desses tratamentos, sendo que o milho e a abóbora obtém um ótimo resultado. Apesar do resultado bastante positivo dos policultivos, devido ao déficit ocasionado pelas culturas de feijão e soja, não é interessante sob as condições do presente experimento, optar pela inclusão dessas culturas visando um aumento da renda líquida através da comercialização das mesmas. Porém as interações positivas do feijão e da soja levaram a uma maior produção por planta de milho nos policultivos, como visto anteriormente, aumentando proporcionalmente a renda líquida e tornando importante a manutenção dessas leguminosas no sistema, sob o ponto de vista ecológico e até mesmo alimentar.

Pesquisa realizada na República dos Camarões, citada por Dover e Talbot (1987), ressalta a grande vantagem monetária de um outro cultivo consorciado com milho e amendoim, de US\$ 639,00 para US\$ 178,00 no monocultivo, semelhante ao resultado obtido no presente trabalho.

Grande parte dos agricultores constata realmente a vantagem do policultivo quando obtém vantagem financeira (MORGADO e RAO, 1986), porém Vieira (1999) discorda dessa afirmação, ressaltando que a maioria dos pequenos agricultores, que ainda são os principais praticantes de policultivos, não são motivados por razões econômicas. Seu principal objetivo é conquistar um maior volume de alimentos na pequena área que possuem.

No entanto, Vieira (1999) salienta a importância de constantemente reavaliar os resultados econômicos, pois os custos e principalmente os preços dos produtos, variam de ano para ano nas diferentes regiões.

6.6. Retorno em relação às operações manuais realizadas

Apesar dos ótimos resultados em renda líquida, demonstrados no item anterior, isto se deveu também a fertilidade do solo local e conseqüente alta produtividade e renda bruta. Os custos operacionais também foram elevados, pois em policultivos normalmente as demandas por operações manuais são mais intensas, nos levando a avaliar o retorno monetário de cada tratamento sob o ponto de vista da mão-de-obra necessária.

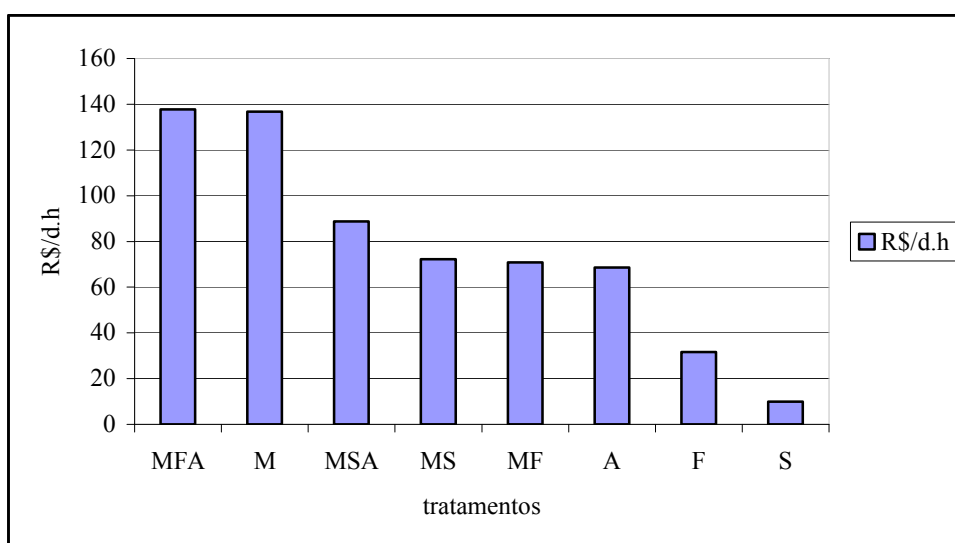


Figura 19. Retorno em R\$ por dia-homem/ha trabalhado na capina.

Considerando-se primeiramente apenas a operação de capina, os tratamentos de milho-feijão-abóbora e de milho solteiro tiveram o melhor resultado, remunerando o dia-homem próximo a R\$ 140,00, o que é 5,6 vezes o valor utilizado nos cálculos de remuneração da mão-de-obra por dia (d.h), que foi de R\$ 25,00. Os demais tratamentos em policultivo e a abóbora solteira variaram de 3,5 a 2,7 vezes o valor do d.h, ficando o feijão solteiro pouco acima, com 1,3 vezes do valor e a soja com valor abaixo, 0,4 vezes o valor da remuneração da diária (Figura 19).

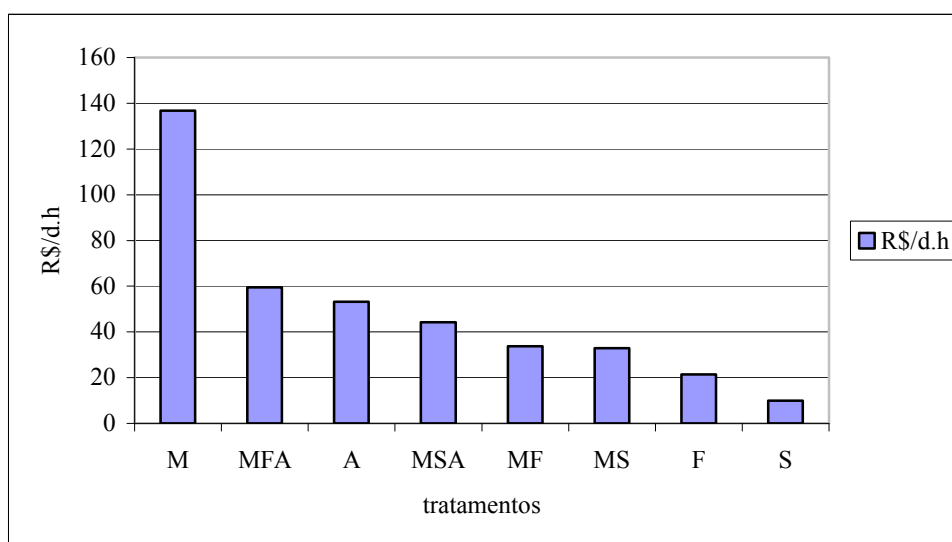


Figura 20. Retorno em R\$ por dia-homem/ha trabalhado na capina e colheita.

Quando consideradas as duas operações que mais demandaram mão-de-obra, o tratamento com milho solteiro obteve o melhor resultado, igual ao anterior, pois o cálculo da colheita foi estimado a partir de operação através de colhedeira. Portanto nesse caso não diminuiu o valor, pois não foi computada ao custo da colheita nenhuma diária utilizada. Os demais tratamentos onde se realizou colheita manual obtiveram um baixo retorno por dia-homem trabalhado, variando de 2,4 vezes a remuneração da diária no tratamento milho-feijão-abóbora até 0,8 vezes no tratamento com feijão solteiro. O tratamento com soja solteira

permaneceu com o mesmo resultado anterior, pois a colheita também foi estimada a partir de operação realizada com colhedeira (Figura 20).

Os custos poderiam ser reduzidos na operação de capina, substituindo-se a primeira capina por cultivador a tração animal ou mesmo tratorizado. Dados de Ramalho e Cruz (1984), consideram que no controle de ervas realizado manualmente, com enxada, gastam-se 10 d.h/ha, tempo que se reduz para quatro a cinco horas quando se utiliza o cultivador de tração animal. A partir daí o retorno por mão-de-obra utilizada nos diferentes sistemas seria proporcionalmente maior, principalmente nas culturas de feijão e soja solteiras, que necessitaram de maior quantidade de d.h/ha na capina.

Outra medida que poderia reduzir o custo seria realizar a colheita da última cultura a ser colhida no policultivo através de colhedeira e não manualmente. Nos casos em que o milho é a última cultura a ser colhida isto reduziria bastante o custo final, que é o caso dos tratamentos de milho-feijão-abóbora e milho-feijão. No caso em que a soja é a última cultura é importante avaliar se o rendimento compensará uma operação mecanizada.

7. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS:

O maior rendimento foi obtido com o tratamento milho-feijão-abóbora. Em seguida, destacaram-se os tratamentos milho-soja-abóbora, milho solteiro, milho-soja e milho-feijão, com o segundo desempenho. O tratamento abóbora solteira e os tratamentos soja e feijão solteiros tiveram o terceiro e quarto desempenho, respectivamente.

Já para a biomassa residual, novamente o tratamento milho-feijão-abóbora em conjunto com os tratamentos milho-soja e milho-feijão obtiveram as produções superiores. O segundo resultado foi obtido com os tratamentos milho-soja-abóbora e milho solteiro, seguidos em terceiro pelos tratamentos soja e feijão solteiros, e por último o tratamento abóbora solteira.

Quanto ao Uso Eficiente da Terra (UET), os tratamentos milho-feijão-abóbora e milho-soja-abóbora obtiveram os melhores resultados tanto para rendimento, quanto para biomassa; diferindo dos tratamentos com apenas duas culturas com milho-soja e milho-feijão, obtendo nessa ordem resultados decrescentes, porém todos superiores aos monocultivos.

No rendimento de capina, os resultados demonstraram uma maior homogeneidade dos tratamentos, onde não se verificou diferença entre os tratamentos em policultivo e abóbora solteira na primeira capina. Na segunda capina houve diferença entre o policultivo milho-feijão-abóbora e abóbora solteira. O resultado superior ocorreu para o tratamento milho solteiro tanto na primeira quanto na segunda capina, enquanto o inferior foi nos tratamentos com feijão e soja solteiros.

Em relação ao retorno monetário o tratamento milho-feijão-abóbora foi superior aos demais, seguido dos tratamentos milho solteiro e milho-soja-abóbora. Os policultivos somente com duas espécies e a abóbora solteira obtiveram a terceira melhor rentabilidade, seguidos

pelo tratamento feijão solteiro em quarto e por último o tratamento soja solteira com o menor desempenho.

No retorno monetário em relação às operações manuais realizadas, quando considerada só as capinas, os tratamentos de milho-feijão e abóbora e milho solteiro se equiparam, com um rendimento superior aos demais, seguidos no grupo intermediário pelos tratamentos de milho-soja-abóbora, milho-soja, milho-feijão e abóbora, e no grupo inferior os tratamentos de feijão e soja solteiros. Quando são consideradas a capina e a colheita, o milho solteiro se sobressai a todos os demais, os policultivos juntamente com a abóbora solteira ficam no grupo intermediário de remuneração da mão-de-obra, e os tratamentos de feijão e soja com baixa performance, não possibilitam a remuneração da mão-de-obra.

Uma síntese dos resultados obtidos possibilita concluir que os policultivos sobressaíram-se em todos os parâmetros avaliados, com o melhor desempenho para o tratamento milho-feijão-abóbora, ficando no grupo de melhor performance em quatro dos cinco parâmetros avaliados. Vale ressaltar que dos tratamentos em monocultivo, o milho obteve melhor desempenho no rendimento da capina e na remuneração em relação à mão-de-obra utilizada e manteve-se no grupo intermediário nos outros parâmetros, seguido da abóbora, que teve a menor performance apenas no rendimento de biomassa residual. O tratamento de feijão solteiro obteve o menor resultado com exceção da biomassa residual, onde foi superior apenas que a abóbora.

O excelente resultado obtido, principalmente em relação à renda, pelo sistema mais antigo e tradicional de milho-feijão-abóbora, comumente denominadas de “as três irmãs”, nesse caso foi possível devido à excepcional fertilidade, demonstrando que o agricultor, construindo o seu solo, pode ampliar a remuneração de seu trabalho. Ainda em relação à remuneração do trabalho, os policultivos conduzidos da forma avaliada permitem recomendá-

los para agricultores de pequena escala de produção ou que tenham mão-de-obra suficiente disponível.

Os resultados obtidos podem contribuir no sentido de motivar a comunidade científica e os profissionais do setor a desenvolver os policultivos tradicionais e outros arranjos na associação de espécies tanto de importância alimentar, quanto de interesse econômico.

A agroecologia e os sistemas tradicionais de produção, entre eles a prática do policultivo, podem ser considerados fontes inspiradoras de um novo paradigma para o modo de conceber a agricultura. Porém, há ainda um longo caminho a percorrer e um conhecimento tradicional e pesquisas já realizadas a retomar.

Hoje, certamente, o desenvolvimento científico nesse sentido exigirá esforços muito maiores do que aqueles investidos na viabilização científica do padrão agrícola convencional, já que se trata de uma proposta mais complexa do ponto de vista metodológico e mais desafiadora, pois há uma equivocada predominância da visão econômica quando se pensa em sustentabilidade.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ALTIERI, M. **Agroecologia**: as bases científicas da agricultura alternativa. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1989. 211 p.

ALTIERI, M.; SILVA E.N.; NICHOLLS, C. **O papel da biodiversidade no manejo de pragas**. Ribeirão preto: Holos, 2003. 226 p.

ANDREWS, D.J.; KASSAM, A.H. **The importance of multiple cropping in increasing world food supplies**. In: MULTIPLE CROPPING. Madison, Wi.: Amer. Soc. of Agronomy, 1976. p 1-11. (ASA. Special Publication, 27).

AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L. **Agroecologia**: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 517 p.

BEGON, M.; TOWNSEND, C.R.; HARPER, J.L. **Ecology** – from individuals to ecosystems. Oxford: Blackwell Publishing. 4th ed. 2006. 738 p.

BENYUS, J.M. **Biomimética**: inovação inspirada pela natureza. São Paulo: Pensamento-Cultrix, 2003. 303 p.

BERMEJO, J.E.H. Y LEÓN J. **Cultivos marginados**: otra perspectiva de 1492. Jardín Botánico de Córdoba – Espanha. Roma: Colección FAO, 1992. Producción y protección vegetal, N° 26. 337 p.

BUSSAB, W.O.; MORETTIN, P. A. **Estatística básica** – 4. ed. São Paulo: Atual, 1987.

CASANOVA, A.; HERNÁNDEZ, A.; QUINTERO, P.L. **Policultivos**. Desarrollo Alternativo A.C. DESAL. Disponível em <http://www.desal.org.mx/plan.php3> , Acesso em 17 de dez. 2005.

CASTRO, P.R.C. et ali **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. 249 p.

CHILDE, V.G. **A evolução cultural do homem**. Rio de Janeiro: Zahar, 1975, 229 p.

COELHO, G.C. **Interações mutualísticas**. In: Interações ecológicas e biodiversidade. Ijuí,RS: Ed. UNIJUÍ, 1996. p. 103-124.

CROALL, S.; RANKIN, W. **Ecologia**. São Paulo: Proposta editorial, 1981.

DOVER, M.J.; TALBOT, L.M. **To feed the earth: agro-ecology for sustainable development**. Washington: World Resources Institute, 1987. 88 p.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA e EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA S.A. **Curso Profissionalizante de Agroecologia para instrutores**. Florianópolis: EPAGRI, 2002.

- FARIA, R.T. de. **Cultivos associados de milho e feijoeiro**. In: Fundação Instituto Agrônômico do Paraná. Londrina: IAPAR, 1980. (Circular, 22).
- GERAGE, A.C. e KRANZ, W.M. **Cultivo consorciado com o milho**. In: O feijão no Paraná. Londrina: IAPAR, 1989. 303 p. (Circular, 63).
- GERAGE, A.C. e MUZILLI, O. **O milho como alternativa na diversificação do uso da terra**. In: O milho no Paraná. Londrina: IAPAR, 1982. 177 p. (Circular, 29).
- GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. 653 p.
- GOMEZ, K.A.; GOMEZ, A.A. **Statistical procedures for agricultural research**. 2º ed. New York: Wiley-Interscience Publication, 1984. 680 p.
- HORWITH, B. **A role for intercropping in modern agriculture**. BIOSCIENCE, Vol. 35, nº5, May, 1985, pp-286 a 291.
- JOLLIFFE, P.A. **Are mixed populations of plant species more productive than pure stands?** Oikos, Vol. 80, nº 3, Dec., 1997, pp. 595-602.
- KANTOR, S. **Intercropping**. WSU Cooperative Extension King County, 1999. Disponível em <http://www.metrokc.gov/wsucce> Acesso em 18 de março de 2008.
- KHATOUNIAN, C.A. **Produção de alimentos para consumo doméstico no Paraná: caracterização e culturas alternativas**. Londrina: IAPAR, 1994. 193 p. (IAPAR. Circular, 81).
- _____. **O manejo da fertilidade em sistemas de produção**. In: Uso e manejo de solos de baixa aptidão. Londrina: IAPAR, 1999. 270 p. (Circular técnica, 108).
- _____. **A reconstrução ecológica da agricultura**. Botucatu: Agroecológica, 2001. 348 p.
- LINHARES, M.Y. L. e TEIXEIRA SILVA, F.C. **História da agricultura brasileira: combates e controvérsias**. São Paulo: Ed. Brasiliense, 1981.
- MAZOYER, M.; ROUDART, L. **História das agriculturas do Mundo: do neolítico à crise contemporânea**. Instituto Piaget, 1998, 520 p.
- MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. (ed.). **A soja no Brasil**. Campinas: ITAL, 1981, 1062 p.
- MOODY, K.; SHETTY, S.V.R. **Weed management in intercropping systems**. In: International Workshop on Intercropping. ICRISAT. 1981. p. 229-237.
- MORGADO, L.B. e RAO, M.R. **Conceitos e métodos experimentais em pesquisas com consorciação de culturas**. Petrolina, PE: Embrapa – CPATSA, 1986. 79 P. (Documentos, 43).

PARK, S.E.; BENJAMIN, L.R.; WATKINSON, A.R. **Comparing biological productivity in cropping systems**: a competition approach. *Journal of Applied Ecology*, nº 39, 2002, pp. 416-426.

RAMALHO, M.A.P.; CRUZ, J.C. **Mecanização de cultura consorciada de milho com feijão**. In: Informe Agropecuário. Belo Horizonte: EPAMIG-MG. ano 10, n.118, p.19-24, out. 1984.

RAMALHO, M.A.P.; PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J.C. **Produtividade e índice de espiga de três cultivares de milho em consórcio com o feijão comum**. Brasília: Pesq. agropec. bras., 26(5): 745-751, maio 1991.

RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. **Biologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan S.A. 6ª ed. 2001. 906 p.

REIJNTJES, C.; HAVERKORT, B.; WATERS-BAYER, A. **Agricultura para o futuro**: uma introdução à agricultura sustentável e de baixo uso de insumos externos. 2 ed. – Rio de Janeiro: AS-PTA; Leusden, Holanda: ILEIA, 1999. 324 p.

RICKLEFS, R.E. **A economia da natureza**. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan S.A., 2003. 503 p.

RIOTTE, L. **Carrots love tomatoes**. Secrets of companion planting for successful gardening. Garden Way Publishing, 1991. 226 p.

ROMEIRO, A.R. **Meio ambiente e dinâmica de inovações na agricultura**. Fapesp – Annablume, 1998.

SANTOS, C.R.A. **História da alimentação no Paraná**. Curitiba: Fundação cultural, 1995, 190 p.

SAUER, C.O. **Agricultural origins and dispersals**: the domestication of animals and foodstuffs. Cambridge: The M.I.T. Press, 1969.

SCHAFFRATH, V.R. e MILLER, P.R.M. **Consórcio de mandioca com crotalária** – efeitos sobre plantas espontâneas. In: Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável. Porto Alegre: Emater –RS. v.1, n.4, p. 19-24, out./dez. 2000.

SPIEGEL, M. R. **Estatística**. São Paulo: MacGraw-Hill do Brasil, 1977. 580 p.

STEINER, K. G. **Intercropping in tropical smallholder agriculture with special referente to West Africa**. Eschborn: GTZ, 1984.

SULLIVAN, P. **Intercropping principles and production practices**. ATTRA: 2003. Disponível em: < [http:// www.attra.neat.org](http://www.attra.neat.org) > Acesso em 05 de nov. de 2007.

SZMRECSÁNYI, T. **Pequena história da agricultura no Brasil (repensando a história)**. São Paulo: Contexto, 1990.

TAUNAY, C.A. **Manual do agricultor brasileiro**. Publicado originalmente em 1839. São Paulo: Companhia das Letras, 2001.

TRENBATH, B.R. **Plant interactions in mixed crop communities**. In: Multiple Cropping. ASA Spec. Publ., 1976. 27:129-169.

_____. **Light-use efficiency of crops and the potencial for improvement through intercropping**. In: International Workshop on Intercropping. ICRISAT. 1981. p. 141-154.

UNGER, P.W. **Tillage systems for soil and water conservation**. FAO SOILS BULLETIN, Rome, v. 54, 1984. 278 p.

VANDERMEER, J. **The ecology of intercropping**. Cambridge University Press, 1989. 237 p.

VIEIRA, C. **Cultivo consorciado de milho com feijão**. In: Informe Agropecuário. Belo Horizonte: EPAMIG-MG. ano 10, n.118, p.13-19, out. 1984.

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

9. ANEXOS:

Anexo 1: Análise de solos.

Resultados das análises químicas do solo da área experimental, por blocos, nas profundidades de 0 – 15 cm e 15 – 30 cm (Laboratório do IAPAR).

Blocos	P mg / dm ³	C g /dm ³	MO g /dm ³	pH CaCl ₂	Al	H + Al	Ca	Mg	K	S*	T*	V* %
I 0-15	34.3	61.33	97.30	6.10	0.00	3.84	11.87	6.41	1.05	19.33	23.17	83.42
I 15-30	34.0	57.74	92.80	6.30	0.00	3.22	11.97	6.74	0.88	19.59	22.81	85.88
II 0-15	136.1	62.74	97.60	6.50	0.00	2.94	13.55	6.82	1.25	21.62	24.56	88.02
II 15-30	58.1	52.42	84.20	6.40	0.00	3.22	9.67	4.85	0.95	15.47	18.69	82.77
III 0-15	76.4	60.39	106.20	6.40	0.00	2.94	12.25	6.41	1.35	20.01	22.95	87.18
III 15-30	27.2	52.27	95.60	6.40	0.00	3.22	10.85	6.33	1.12	18.30	21.52	85.03
IV 0-15	15.1	52.42	90.50	6.50	0.00	2.94	10.80	7.44	0.81	19.05	21.99	86.63
IV 15-30	8.2	48.91	86.80	6.20	0.00	3.97	9.35	7.15	0.53	17.03	21.00	81.09

* S= Soma de bases; T= Capacidade de troca de cátions; V= Saturação por base.

Anexo 2: Memória de cálculo do retorno monetário.**Valor da semente:**

Milho- R\$ 2,00/ kg

Feijão- R\$ 2,64 / kg

Soja- R\$ 1,06/ kg

Abóbora- R\$ 72,00/ kg

Custo Variável de produção:

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Sementes	268,56	225,36	151,64	108,44	44	290,4	116,6	43,2
Fertilizante	175	175	175	175	175	175	175	0
Capina	565	590	595	587,5	420	722,5	732,5	600
Colheita	742	652	604	704	255	353	103	171
TOTAL	1750,56	1642,36	1525,64	1574,94	894	1540,9	1127,1	814,2

Preço médio recebido pelos agricultores em 2007 (Fonte-Departamento de Economia Rural da Sec. de Estado da Agricultura e Abastecimento) :

Milho- R\$ 0,30/kg

Feijão- R\$ 1,16/kg

Soja- R\$ 0,52/kg

Abóbora- R\$ 0,30/kg

RENDA LÍQUIDA

	MFA	MF	MSA	MS	M	F	S	A
RL (R\$/ha)	3112,66	1671,34	2113,48	1695,58	2296,8	915,98	292,5	1647

RENDA LÍQUIDA/CULTURA

	MFA	M	MSA	MS	MF	A	F	S
milho	2013,3	2296,8	1251,9	1925,2	1929,7			
feijão	-239,68				-258		916	
abóbora	1339,6		1149,3			1647		
soja			-287,08	-228,68				293

Retorno R\$ por dia/homem trabalhado na capina

	MFA	M	MSA	MS	MF	A	F	S
R\$/d.h	137,7434	136,7262	88,78151	72,17021	70,80508	68,625	31,6955	10

Retorno R\$ por dia/homem na capina e colheita

	M	MFA	A	MSA	MF	MS	F	S
R\$/d.h	136,7262	59,52199	53,12903	44,20502	33,68952	32,93204	21,35198	10