

UFRRJ
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

DISSERTAÇÃO

**Efeito do Pré-Cultivo de Adubos Verdes na
Produção Orgânica de Brócolos
(*Brassica oleraceae* L. var. *italica*)
em Sistema de Plantio Direto.**

Vinicius Vitoi Silva

2002



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

**Efeito do Pré-Cultivo de Adubos Verdes na Produção Orgânica de
Brócolos (*Brassica oleraceae* L. var. *italica*)
em Sistema de Plantio Direto.**

VINICIUS VITOI SILVA

Sob a orientação

Dr. José Guilherme Marinho Guerra

Co-orientação

Dr. Raul de Lucena Duarte Ribeiro

Dr. Dejair Lopes de Almeida

Tese submetida como requisito
parcial para obtenção do grau de
Magister Scientiae em Fitotecnia,
Área de concentração em
Agroecologia.

Seropédica-RJ

Março 2002

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

VINICIUS VITOI SILVA

Tese submetida ao Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, área de concentração em Agroecologia, como requisito parcial para obtenção do grau de **Magister Scientiae**, em Fitotecnia.

TESE APROVADA EM 22 / 03 / 2002

José Guilherme Marinho Guerra, Ph.D.

Raul de Lucena Duarte Ribeiro, Ph. D.

Dejair Lopes de Almeida, Ph. D.

O fato é que o nosso conhecimento sobre o futuro é flutuante, vago e incerto... Assim, sobre ele não há fundamentos científico sobre o qual se possa formular, de forma autorizada, qualquer expectativa estatisticamente plausível.”

Keynes

Este trabalho é dedicado a todos aqueles que insistem em construir uma nova realidade.

AGRADECIMENTOS

Foram muitos que acreditaram e colaboraram, tornando possível a realização deste trabalho, agradeço com sinceridade a todos vocês. Muito obrigado!

BIOGRAFIA

Vinícius Vitoi Silva, filho de Veríssimo Soares Silva e Nely Sachetto Vitoi, nasceu na cidade de São João Nepomuceno em 06 de agosto de 1962. Formado no curso de Agronomia na Universidade Federal de Viçosa, no ano 1986, iniciou o desenvolvimento de trabalhos de Extensão Rural na Emater-PR e na Prefeitura de Missal-PR. Em 1994 ingressou na PESAGRO-RIO, onde ainda desenvolve atividades de pesquisa em Agroecologia. Em março de 2000 iniciou o Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, ao nível de mestrado, na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO	1
2 - REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 - Plantio direto	3
2.2 - Abordagem ecológica e sistêmica do plantio direto.....	4
2.3 - Adubação verde e SPD.....	5
2.4 - Efeito do adubo verde sobre características do solo	7
2.5 - Decomposição e liberação de nutrientes da palhada.....	9
2.6 - Dinâmica de matéria orgânica e nitrogênio em SPD.	12
2.7 - Efeito da planta de cobertura sobre a vegetação espontânea.	13
2.8 - Produção de hortaliças e SPD.	14
3 - HIPÓTESE.....	18
4 - OBJETIVOS	19
4.1 - Objetivo geral.....	19
4.2 - Objetivos específicos.....	19
5 - MATERIAL E MÉTODOS	20
5.1 - Tratamentos do experimento 1, ano 2000.....	20
5.2 - Tratamentos do experimento 2, ano 2001.....	21
5.3 - Sementeira, plantio das mudas e tratos culturais do experimento 1, ano 2000.....	21
5.4 - Sementeira, plantio das mudas e tratos culturais do experimento 2, ano 2001.....	22
5.5 - Avaliação da produção de brócolos..	23
5.6 - Avaliação da vegetação espontânea.	23
5.7 - Determinação da taxa de decomposição e liberação de nutrientes da cobertura morta.....	24
6 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
6.1 - Produção de fitomassa, teor e acumulação de nutrientes das plantas de cobertura. Experimento 1, ano 2000.....	26
6.2 - Produção de fitomassa, teor e acumulação de nutrientes das plantas de cobertura. Experimento 2, ano 2001.....	30
6.3 - Taxa de decomposição da palhada formada após o corte das plantas de cobertura. Experimento 1, ano 2000..	34
6.4 - Taxa de decomposição da palhada formada após o corte das plantas de cobertura. Experimento 2, ano 2001..	38

6.5 - Taxa de liberação de nutrientes da palhada formada após o corte das plantas de cobertura. Experimento 1, ano 2000..	41
6.6 - Taxa de liberação de nutrientes da palhada formada após o corte das plantas de cobertura. Experimento 2, ano 2001.	44
6.7 - Efeito das plantas de cobertura e da cobertura morta sobre a vegetação espontânea.	48
6.8 - Teor de nutrientes na folha índice e produção de brócolos. Experimentos 1 e 2, ano 2000/2001.	56
7 - CONCLUSÕES.....	60
8 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	61
9 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64
10 - APÊNDICE	76

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1- Produção de matéria verde e seca da parte aérea dos tratamentos utilizados como plantas de cobertura. Experimento 1, ano 2000.....	26
Tabela 2- Teor e acumulação de nutrientes na parte aérea dos tratamentos utilizados como planta de cobertura. Experimento 1, ano 2000.	29
Tabela 3- Produção de matéria verde e seca da parte aérea dos tratamentos utilizados como planta de cobertura. Experimento 2, ano 2001.	30
Tabela 4- Teor e acumulação de nutrientes na parte aérea dos tratamentos utilizados como planta de cobertura. Experimento 2, ano 2001.	33
Tabela 5- Parâmetros relacionados a função $C = C_0 e^{-kt}$ ajustada para a taxa de decomposição, estimada “in situ”, dos resíduos da parte aérea das plantas de cobertura e respectivos tempo de meia vida. Experimento 1, ano 2000.	34
Tabela 6- Parâmetros relacionados a função $C = C_0 e^{-kt}$ ajustada para a taxa de decomposição, estimada “in situ”, dos resíduos da parte aérea das plantas de cobertura e respectivos tempo de meia vida. Experimento 2, ano 2001.	38
Tabela 7- Parâmetros da função $C = C_0 e^{-kt}$ e tempo de meia vida ($T_{1/2}$) da taxa de liberação dos nutrientes contidos nas palhada formada a partir dos resíduos vegetais das plantas de cobertura. Experimento 1, ano 2000.	42
Tabela 8- Parâmetros da função $C = C_0 e^{-kt}$ e tempo de meia vida ($T_{1/2}$) da taxa de liberação dos nutrientes contidos nas palhada formada a partir dos resíduos vegetais das plantas de cobertura. Experimento 2, ano 2001.	45
Tabela 9- Ordem decrescente de mineralização dos nutrientes presentes na cobertura morta formada a partir dos resíduos das plantas de cobertura utilizadas no experimento 2, ano 2001.	46
Tabela 10- Teor de nutrientes na folha índice de brócolos cultivado sobre palhada das plantas de cobertura. Experimento 1, ano 2000.	56
Tabela 11- Teor de nutrientes na folha índice de brócolos cultivado sobre palhada das plantas de cobertura. Experimento 2, ano 2001.	57

Tabela 12- Produção média e produtividade da inflorescência de brócolos em plantio direto sobre palhada de diferentes plantas de cobertura. Experimento 1, ano 2000.....	58
Tabela 13- Produção média e produtividade da inflorescência de brócolos em plantio direto sobre palhada de diferentes plantas de cobertura. Experimento 2, ano 2001.....	58
Tabela 14- Valor F e coeficiente de variação da análise de variância para produção de matéria verde, matéria seca, teor e acumulação de N, P, K, Ca e Mg na parte aérea das plantas de cobertura. Experimento 1, ano 2000.....	77
Tabela 15- Valor F e coeficiente de variação da análise de variância para produção de matéria verde, matéria seca, teor e acumulação de N, P, K, Ca e Mg na parte aérea das plantas de cobertura. Experimento 2, ano 2001.....	78
Tabela 16- Valor F e coeficiente de variação da análise de variância para produção de matéria verde, matéria seca da inflorescência e teor de N, P, K, Ca e Mg na folha índice. Experimento 1, ano 2000.....	79
Tabela 17- Valor F e coeficiente de variação da análise de variância para produção de matéria verde, matéria seca da inflorescência e teor de N, P, K, Ca e Mg na folha índice. Experimento 2, ano 2001.....	79
Tabela 18- Valor F e coeficiente de variação da análise de variância para produção de matéria verde, matéria seca e número de indivíduos da população de plantas espontâneas. Experimento 1, ano 2000.	80
Tabela 19- Valor F e coeficiente de variação da análise de variância para produção de matéria verde, matéria seca e número de indivíduos da população de plantas espontâneas. Experimento 2, ano 2001.	80
Tabela 20- Análise química dos aportes fertilizantes utilizados nos experimentos.	81
Tabela 21-Estrutura da comunidade de plantas espontâneas avaliada antes do corte das plantas de cobertura. Época 1 ano 2000.	82
Tabela 22-Estrutura da comunidade de plantas espontâneas avaliada aos 28 dias após o corte da planta de cobertura. Época 2, ano 2000.	83

Tabela 23-Estrutura da comunidade de plantas espontâneas avaliada no final do ciclo do brócolos. Época 3, ano 2000.....	84
Tabela 24-Estrutura da comunidade de plantas espontâneas avaliada aos 28 dias após o corte da planta de cobertura. Época 4, ano 2001.....	85
Tabela 25-Estrutura da comunidade de plantas espontâneas avaliadas no final do ciclo do brócolos. Época 5, ano 2001.....	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Percentagem de matéria seca remanescente dos resíduos vegetais utilizados como cobertura morta do solo. Experimento 1, ano 2000.....	37
Figura 2- Percentagem de matéria seca remanescente dos resíduos vegetais utilizados como cobertura morta do solo. Experimento 2, ano 2001.....	40
Figura 3. Liberação de nutrientes da cobertura morta formada a partir dos resíduos das plantas de cobertura deixados sobre o solo. Experimento 1, ano 2000.....	43
Figura 4. Liberação de nutrientes da cobertura morta formada a partir dos resíduos das plantas de cobertura deixados sobre o solo. Experimento 2, ano 2001.....	47
Figura 5- Produção de matéria seca da parte aérea da vegetação espontânea avaliada na fase final do crescimento das plantas de cobertura e após a formação da palhada.....	49
Figura 6- Número de indivíduos da vegetação espontânea avaliados na fase final do crescimento das plantas de cobertura e após a formação da palhada.	50
Figura 7-Distribuição de espécies da vegetação espontânea na fase de crescimento das plantas de cobertura. Experimento 1, ano 2000.	53
Figura 8- Distribuição de espécies da vegetação espontânea aos 28 dias após o corte das plantas de cobertura, época 2. Experimento 1, ano 2000.	54
Figura 9- Distribuição de espécies da vegetação espontânea no final do ciclo do brócolos, época 3. Experimento 1, ano 2000.....	54
Figura 10- Distribuição de espécies da vegetação espontânea aos 28 dias após o corte das plantas de cobertura, época 4. Experimento 2, ano 2001.....	55
Figura 11- Distribuição de espécies da vegetação espontânea no final do ciclo do brócolos, época 5. Experimento 2, ano 2001.....	55

RESUMO

SILVA, Vinicius Vitoi. **Efeito do pré-cultivo de adubos verdes na produção orgânica de brócolos (*Brassica oleraceae* var. *italica*) em sistema de plantio direto**. Seropédica: UFRRJ, 2002. 86p. (Dissertação, Mestrado em Agronomia, Fitotecnia)

Foi conduzido um estudo de campo no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA) com o objetivo de identificar a melhor opção de planta de cobertura para produção de Brócolos (*Brassica oleraceae* L., var. *italica*) em Sistema Plantio Direto. Foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições e quatro tratamentos e utilizado a mesma localização no campo durante os dois anos. No primeiro experimento os tratamentos foram sorgo, milho, crotalária e vegetação espontânea como testemunha. No segundo experimento o tratamento com milho foi substituído pelo consórcio entre sorgo e crotalária para otimizar o benefício da leguminosa. A cultura de cobertura foi cortada e deixada na superfície para formar uma espessa camada de palha que libera nutrientes, impede o crescimento de ervas e proporciona um melhor ambiente para o crescimento do brócolo. O estudo incluiu a avaliação da produção de fitomassa, teor e acumulação de nutrientes nas plantas de cobertura; taxas de decomposição e liberação de nutrientes da palhada; comunidade de plantas espontâneas antes e após o corte das plantas de cobertura; produção comercial de brócolos e o teor de nutrientes na folha índice do brócolo. Sorgo, milho, crotalária e consórcio produziram acima de 7,0 Mg ha⁻¹ de matéria seca proporcionando boa cobertura do solo cujas taxas de decomposição foram mais lentas. A decomposição e liberação de nutrientes foi mais rápida na vegetação espontânea que nas gramíneas e leguminosa. O consórcio entre sorgo e crotalária apresentou taxa de decomposição intermediária entre os valores observados nos tratamentos sorgo e crotalária solteiros, mas a liberação de nutrientes foi semelhante. A leguminosa acumulou maiores quantidades de N e Ca enquanto as gramíneas mais K e P. O nutriente K apresentou a maior velocidade de liberação e Ca a menor velocidade de liberação em todos os tratamentos, enquanto N, P e Mg variaram entre tratamentos. O consórcio entre gramínea e leguminosa melhora a qualidade da palhada devido a diferenças na absorção de nutrientes. A palhada de sorgo, milho, crotalária e o consórcio crotalária e sorgo restringiram o estabelecimento de plantas espontâneas mostrando a viabilidade de reduzir a intensidade e frequência de capinas. A folha índice do brócolo identificou diferença na absorção de nutrientes apenas para o K no primeiro ano, quando foi maior no brócolo cultivado sobre resíduos de milho e sorgo. No segundo ano o teor de N e P na folha índice foi maior no brócolo cultivado sobre resíduos de crotalária e do consórcio. No primeiro ano todas as plantas de cobertura proporcionaram produção comercial de brócolos superior em relação ao controle com plantas espontâneas. No segundo ano o efeito dos resíduos de crotalária + sorgo proporcionou produção comercial semelhante ao melhor resultado que foi obtida sobre resíduos de crotalária solteira.

Palavras chave: Brócolos, agricultura orgânica, sistema plantio direto.

ABSTRACT

SILVA, VINICIUS VITOI **Effects of cover crop as green manure on Broccoli** (*Brassica oleraceae* L. var. *Italica* Plenck) in no-tillage system. Seropédica: UFRRJ, 2002. 86p. (Dissertação, Mestrado em Agronomia, Fitotecnia)

This study was carried out under field conditions at the “Agroecological Integrated Production System (AIPS) to chose the best option of cover crop to much the soil surface for broccoli organic managed in no-tillagem systems. The experiment was set in a randomized blocks design with four treatments during two years in the same field location. In the first year the treatment used was, sorghum; millet; sum hemp and weeds as control. In the second year was replaced to a misture sum hamp and sorghum to optimize the benefits of utilization of legume. The cover crop was cut and left in the soil surface as mulch to provide a thick residue that release nutrients and suppress growth of weeds and prove a best environment to broccoli development. This study included evaluation relating with biomas production, concentration and accumulation of nutrients at cover crop; decomposition rates and nutrients released at straws; weed community before and after cover crop was cut; broccoli marketable production and nutrients concentration at index leaves of broccoli. Sorghum; millet; sum hemp and sorghum plus sum hemp mixture production of straw was plus than 7,0 Mg ha⁻¹ dry mass and proved a good much with the slowest decompositions rates. The decomposition rate and nutrient release rate was fast in weeds and slower in grass than legume. The mixture grass-legume has a intermediate rate when is compared with sorghum and sun hemp monoculture. Legume accumulation plus Ca and grass plus K and P. The faster nutrient releases from mulch was K and the lowest was Ca, while N, P and Mg was variable among treatments. Legume grass mixture can improve quality of mulch because they have different root ability to nutrient up take. The straws of sorghum, millet, sum hemp and sorghum plus sum hemp mixture restring weed growth and show that is possible to reduce additional control measures. The index leaves of broccoli was able to show differences in nutrients up take only to K at the first year, when it was higher in broccoli planted in millet and sorghum residues, but at the second year N and P was higher in leaves of broccoli planted in sum hemp and mixture of sorghum plus sum hemp residue. At the broccoli marketable yield was better in cover crop than weeds. In the second year the mixture grass-legume effect in broccoli growth was similar to legume alone.

Key Word: Broccoli, organic garden, no tillage.

1 INTRODUÇÃO

Preparar o solo é uma atividade fundamental na agricultura e, ao longo do tempo, diversas ferramentas e processos foram desenvolvidos para condicioná-lo, tornando-o adequado para a semeadura, além de facilitar diversas práticas culturais complementares após o plantio. Todo o conhecimento acumulado sobre formas e meios da preparar o solo foram ajustados às diferentes condições de ambiente, realidades econômicas e culturais, incorporando novos elementos da ciência e tecnologia, entretanto, o revolvimento mecânico do solo sempre foi o componente principal para preparar o solo.

Com a intensificação da agricultura, os problemas relacionados a erosão e a perda da fertilidade natural dos solos transformaram-se em tema comum da agenda mundial e a mecanização excessiva, ou inadequada, é apontada como uma das principais causas deste problema. Esta realidade tem demandado esforços no sentido de construir novos padrões tecnológicos, capazes de minimizar impactos sobre os recursos naturais, visando sua preservação para gerações futuras.

Para preservar a capacidade do solo de realizar suas funções ecológicas, além da manutenção de sua fertilidade, são necessárias mudanças no sentido de desenvolver processo e ferramentas capazes de permitir a substituição do revolvimento mecânico por processos biológicos no preparo do solo.

Quem primeiro escreveu sobre o plantio direto foi Edward Falkner, que sugeriu não haver necessidade de arar e gradear o solo em determinadas situações, considerando estas ações um axioma. Seu livro intitulado *Plowman's folly and a second look* (1947), traduzido em espanhol como *La insensatez del labrador*, não foi bem recebido pela comunidade acadêmica. Na década de 40 a agricultura passava por profundas transformações e o desenvolvimento de máquinas e implementos foram fundamentais para diminuir o esforço e agilizar a árdua tarefa de preparar o solo para o plantio. Questionar a forma de preparo naquela época, isto sim, foi considerado uma insensatez.

A crise do modelo agrícola vigente para uns, ou a evolução do conhecimento para outros, levaram agricultores e técnicos a questionarem o excesso de revolvimento do solo. Estabelece-se então condições que permitem ampliar a compreensão do conceito de fertilidade como algo além da disponibilidade ou adição de minerais ao solo e, a partir deste momento, processos biológicos do ecossistema solo passam a ser valorizados.

Neste novo cenário, a proposta de evitar o revolvimento do solo deixa de soar como algo impossível de ser aplicado na agricultura e, gradativamente, algumas dificuldades são superadas e o plantio direto começa a mostrar todo seu potencial. Com sua expansão fica evidente que não se trata apenas de uma técnica e sim de um sistema de exploração agropecuária em plena expansão no país.

A idéia de um sistema integrado, à semelhança de ecossistemas naturais, é a essência do plantio direto exigindo mudanças de comportamento dos agricultores e dos técnicos. Esta abordagem ganha novos contornos e, à medida que novos padrões de comportamento são consolidados no meio agrícola, outras possibilidades são colocadas em evidência. Assim, é possível pensar no ajuste do Sistema Plantio Direto (SPD) para as mais diversas atividades agrícolas e ambientes. A produção orgânica de hortaliças pode ser beneficiada com a introdução dos conceitos do SPD mas, para que isto aconteça, é imprescindível não fazer uso de herbicidas o que exigirá esforços futuros voltados para o manejo de plantas espontâneas.

Face ao exposto, este trabalho tem como principal objetivo avaliar o efeito de espécies utilizadas como plantas de cobertura do solo na produção de brócolos quando este é cultivado sem o preparo convencional do solo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Plantio direto

Não é difícil imaginar que a agricultura tenha começado com o simples ato de colocar sementes no solo. O desenvolvimento de ferramentas e processos para prepará-lo surgiram depois, evoluindo gradativamente com a incorporação de conhecimentos e novos produtos, facilitando e agilizando as diversas atividades na agricultura. Neste sentido, o preparo do solo foi desenvolvido com os objetivos eliminar a vegetação e revolver o solo, tornando-o apto ao plantio (ALMEIDA, 1981).

Com o desenvolvimento do plantio direto o conceito de preparo do solo passa por uma transformação. Curiosamente, duas das principais características do plantio direto, não revolver o solo e manter resíduos vegetais na superfície, são contraditórias em relação ao conceito tradicional de preparo do solo e apresentam semelhanças com a agricultura tradicional de civilizações do passado (MUZZILI, 1981; UNGER & McCALLA, 1980).

Trabalhos com plantio direto surgiram na metade do século passado nos EUA como forma de evitar a intensa erosão que ocorreu em consequência do uso excessivo de operações para o preparo do solo (JONES *et al.*, 1968). Segundo DICK *et al.* (1991) os primeiros estudos que obtiveram sucesso com plantio direto foram realizados nos EUA com a cultura do milho, o trabalho foi realizado na década de 50 por Davidson & Barrons.

Segundo ALMEIDA (1981), o plantio direto desde longo tempo era uma aspiração da agronomia progressista e transformou-se em realidade quando foram lançados comercialmente os primeiros herbicidas. Este novo componente possibilitou a substituição dos métodos mecânicos de aração e gradagem por químicos na destruição da cobertura vegetal que infesta os campos de lavoura na época de plantio.

No Brasil, a primeira referência sobre plantio direto remonta ao início da década de 60 e deve-se a palestras realizadas em Minas Gerais, pelo Prof. Clibas Vieira e Sr. Russel D. Frazier, e as primeiras pesquisas e trabalhos de campo foram realizadas no Paraná (MUZZILI, 1981).

No início da década de 70, o Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária Meridional do Ministério da Agricultura – IPEAME/MA – realizou pesquisas pioneiras em Londrina e Ponta Grossa. Estes trabalhos, embora de curta

duração, representou o marco inicial do plantio direto no Brasil. Paralelamente, agricultores pioneiros da região dos Campos Gerais, em Ponta Grossa, e Norte do Paraná, em Rolândia, continuaram com as observações de campo e promoveram a difusão do sistema para grandes propriedades (EMBRAPA *et al.*, 1993).

JONES *et al.* (1968) definiram a técnica como sendo o plantio de uma cultura diretamente sobre cobertura vegetal, morta quimicamente, ou sobre os resíduos da cultura anterior sem o preparo mecânico do leito da sementeira. Este conceito é originado da expressão “no tillage” que significa ausência de preparo. Situações intermediárias entre o preparo convencional e plantio direto são definidas como cultivo mínimo (SCALÉA, 1999) e teve sua origem nas expressões inglesas “reduced tillage” e “minimum tillage”.

Definições atuais são mais amplas, procurando enfatizar e caracterizar interações entre partes ou ações, ou seja, foi introduzida a abordagem sistêmica. DENARDIN (1996), define o plantio direto como um sistema de exploração agropecuária que envolve diversificação de espécies, via rotação de cultura, as quais são estabelecidas mediante a mobilização do solo, exclusivamente, na linha de sementeira, mantendo-se os resíduos vegetais das culturas anteriores na superfície do solo, é um complexo de tecnologia de processos, de produto e de serviços, que atuam de forma integrada e dependentes uma das outras.

2.2 Abordagem ecológica e sistêmica do plantio direto.

O plantio direto possui características que o identifica com a preservação da qualidade do ambiente, tornando-o adequado para propostas associadas a preservação do ambiente ou ecológica. A apropriação do apelo ecológico ocorre em dois eixos distintos, um em função do conceito de agricultura sustentável proposto pela FAO (FAO, 1991), e outro em consequência da introdução de conceitos de ecologia na ciência do solo, tais como resiliência (SEYBOLD *et al.*, 1999), domínio funcional (LAVELLE, 2000), biodiversidade (PAOLETII *et al.*, 1992). Deve-se destacar que, apesar do aspecto ecológico associado ao plantio direto, considera-se que são os aspectos econômicos os principais fatores que levaram ao desenvolvimento e à adoção do plantio direto (KROT & AGOSTINI 1997, DAROLT 1998 b, RIBEIRO *et al.*, 2001),

Segundo ROMEIROS (1996) estas abordagens, sustentável e ecológica, fazem do plantio direto uma prática agrícola adequada para as condições de ambiente tropical.

Para este autor, uma tecnologia agrícola capaz de cumprir função econômica e que apresente prudência ecológica deve ter como característica a especificidade, ou seja, deve ser adequada para determinado ambiente.

A técnica do plantio direto é um exemplo ilustrativo de especificação dos componentes de natureza ecológica e econômica dentro do conceito de desenvolvimento sustentável aplicado à agricultura porque proporciona, de modo econômico e eficiente, a redução da erosão a um mínimo, abaixo do qual é impossível operar ecossistemas desenhados para produção de alimento e matéria prima, tornando possível a compatibilização entre viabilidade econômica e prudência ecológica (ROMEIROS, 1996).

A abordagem sistêmica, assim como a abordagem ecológica, também está intimamente associada ao plantio direto. Este enfoque levou ao estabelecimento do termo Sistema Plantio Direto (SPD) como a designação utilizada no Brasil em referência ao que, no passado, foi conhecido como plantio na palha ou plantio direto. O plantio direto não é uma técnica isolada, mas um conjunto de ações que permitem evitar o preparo mecânico do solo, trata-se de um sistema constituído dos seguintes componentes: planta de cobertura, rotação de culturas e não mobilização do solo (RIBEIRO *et al.*, 2001).

DENARDIN (1996) ampliou os contornos do sistema para além dos limites de uma propriedade ou campo agrícola, para este autor o SPD é um complexo que envolve tecnologias de produtos, de processos e de serviços, atuando de forma integrada e dependentes uma das outras.

Nesta dissertação foi adotado o termo Sistema Plantio Direto como referência ao não revolvimento do solo, mesmo que esta denominação possa parecer inadequada para a produção de hortaliças pois, na literatura brasileira, ainda não foi proposto termo mais apropriado quando este processo é aplicado na produção de hortaliças.

2.3 Adubação verde e SPD.

A adubação verde é uma prática secular e foi de grande importância no desenvolvimento da agricultura (HARWOOD, 1996). Com a modernização e intensificação da atividade agrícola perdeu importância e ficou restrita aos sistemas descapitalizados (TIAN *et al.*, 1992). Entretanto, mais recentemente está passando por um processo de revalorização (YADVINDER-SINGH *et al.*, 1992). É possível identificar dois fatores principais que promovem o uso da adubação verde, ou seja, a

expansão do SPD no qual é parte integrante (DAROLT, 1998 a) e mudanças no sentido de minimizar impactos negativos da agricultura sobre o ambiente (DORAN & PARKIN, 1994).

Segundo CALEGARI (1998), adubação verde é a utilização de plantas em rotação ou consorciadas a cultivos, incorporando-as ao solo ou deixando-as em superfície, contribuindo para manutenção e/ou melhoria de características físicas, químicas e biológicas do solo. Para este autor a adubação verde tem múltiplas funções, ou seja, proteção contra impacto direto sobre o solo de gotas de chuva; conservar umidade; diminuir oscilações térmicas; favorecer a infiltração de água; evitar erosão; adicionar e/ou reciclar nutrientes; auxiliar no controle de plantas invasoras.

Devido a importância do nitrogênio na produtividade das culturas, plantas da família leguminosa, capazes de fixar nitrogênio atmosférico via simbiose com bactérias diazotróficas, são as mais recomendadas como adubos verdes. Espécies de outras famílias botânicas, como aveia-preta, nabo forrageiro e girassol, também são recomendadas (DERPSCH *et al.*, 1991). Com o crescimento do SPD no cerrado, onde a taxa de mineralização de resíduos vegetais é rápida, o milho e o sorgo estão sendo utilizados como forma de aumentar a persistência da palhada (SÉGUY *et al.*, 1997). Embora espécies de diversas famílias botânicas possam ser utilizadas como adubo verde, DE-POLLI *et al.* (1996) apontam características ligadas ao solo e às plantas que devem ser observadas na identificação de espécies com potencial de utilização como adubo verde.

Segundo CALEGARI (1998), o grande desafio é compatibilizar o uso das diversas opções de adubos verdes com os sistemas de produção específicos de cada região e, se possível, nos limites de cada unidade produtiva, levando em consideração aspectos sociais e econômicos do agricultor.

Características como agressividade, presente em algumas espécies utilizadas como adubos verdes, pode tornar-se estratégia importante no manejo de plantas espontâneas. Segundo CALEGARI (1998) com o crescimento rápido e agressivo do adubo verde, diminui-se o custo com o controle de plantas espontâneas e a palha mantida sobre o solo, na forma de cobertura morta, exerce efeito qualitativo e quantitativo sobre a população de plantas espontâneas.

O planejamento de uma sucessão vegetal, que considere plantas de interesse econômico e adubos verdes, é fundamental para a eficiência do SPD (DAROLT, 1998 a). Assim, as espécies escolhidas devem apresentar características

capaz de desempenhar uma função desejada, podendo ser aumentar a disponibilidade de nitrogênio, controlar nematóides, controlar doenças entre outras. SEGUY *et al.* (1997), discutem a importância da utilização de leguminosas de sistema radicular pivotante e agressivo do gênero sesbânia e crotalária, antecedendo o plantio de arroz de sequeiro, para reconstituir ou manter a macroporosidade do solo necessária para suprir uma condição de solo que é específica para a cultura do arroz. SAURBORN (1999) discute o efeito de leguminosas na economia de mão-de-obra para agricultores na África porque, quando utilizadas em rotação de cultura ou em aléias, exercem efeito de inibir a população de plantas espontâneas.

Em diversos textos sobre plantio direto os termos planta de cobertura e adubo verde são utilizados de forma indiscriminada, sem a distinção do significado de cada uma delas. Algumas vezes como sinônimos e em outras, o termo planta de cobertura é referências a safrinha, ou seja, cultivo fora de época com o objetivo específico de formar palhada sobre o solo ou para rotação de cultura. Percebe-se a tendência para o uso do termo planta de cobertura ou planta de cobertura, em detrimento ao uso do termo adubo verde (ALVARENGA *et al.*, 2001; RIBEIRO *et al.*, 2001). Uma distinção clara entre os termos é feita por ABDUL-BACK & TEASDALE (1997), para estes autores a planta de cobertura é convertida em palhada quando é deixada sobre a superfície do solo ou convertida em adubo verde quando é incorporada ao solo.

2.4 Efeito do adubo verde sobre características do solo

Efeitos sobre características físicas estão relacionados principalmente à proteção contra erosão hídrica, microclima e manutenção da estrutura do solo DE-POLLI *et al.* (1996). Avaliações de densidade, temperatura, porosidade, condutividade hidráulica e estabilidade de agregados permitem comparar o efeito de práticas agrícolas sobre o solo. De acordo com IGUE (1984), a adubação verde aumenta a estabilidade de agregados em água, eleva a capacidade de retenção de água, favorece a infiltração de água e a troca de gases no solo. De uma maneira geral, a densidade do solo é maior com o plantio direto em função do aumento da relação entre microporos/macroporos (HENKLAIN, 1996). Características físicas do solo são alteradas devido à ação cimentante da matéria orgânica, atividade microbiana e efeito de raízes sobre a estabilidade de agregados, melhorando a estrutura do solo. A rotação de culturas com espécies que apresentam diferentes características radiculares tem sido recomendada em função da variação de efeitos das raízes e seus exudados sobre a estabilidade de agregados, sendo as gramíneas

apontadas como plantas de melhor capacidade regenerativas da estabilidade da estrutura do solo (OADES, 1984).

Efeitos sobre características químicas estão associados a mudanças decorrente da decomposição dos resíduos vegetais, com acúmulo de matéria orgânica e nutrientes na superfície do solo. A liberação de CO₂ e ácidos orgânicos durante a decomposição do adubo verde favorecem a solubilização de minerais no solo. Adubos verdes podem alterar o pH através da formação de ácidos orgânicos e interações com fração mineral do solo, sendo que, a direção e magnitude depende da liberação ou consumo de prótons durante a decomposição dos resíduos vegetais (YAN *et al.*, 1996). Adubos verdes contribuem para diminuir os efeitos tóxicos do alumínio (KRETZSCHMAR *et al.*, 1991) e do manganês (CALEGARI, 1998). Segundo POCKNE & SUMNER.(1997) o conteúdo de cátions e nitrogênio do tecido vegetal determinam a capacidade de alguns adubos verdes e forragens em elevar pH do solo. MARSCHENER & NOBLE (2000) avaliaram processos químicos e biológicos que levam a neutralização de solos ácidos incubados com resíduos vegetais e destacaram a importância da presença de cátions em compostos orgânicos solúveis na fase inicial da decomposição e o efeito de microrganismos na descarboxilação de ânions orgânicos solúveis. Com o maior acúmulo de matéria orgânica no solo a capacidade de troca de cátions, dependente de pH, aumenta devido a presença de cargas negativas e grande superfície específica das frações húmicas (CALEGARI *et al.* 1992)

O efeito do adubo verde sobre os organismos edáficos também devem ser valorizados pois, segundo LAVELLE (1984), estes constituem um sistema biológico de regulação de processos físicos e químicos associados à fertilidade dos solos. O componente biológico apresenta importante função na decomposição e liberação de nutrientes dos resíduos vegetais, onde macro e microrganismos atuam em conjunto, através de relações tróficas interdependentes (ANDERSON *et al.*, 1983; EDWARDS & FLEATHER, 1988). Os exudados liberados no solo através das raízes de adubos verdes são fonte de energia para microrganismo e estes exercem efeitos sobre a estabilidade de agregados. Fungos desenvolvem hifas entre microagregados unindo-os formando macroagregados mais estáveis (OADES, 1984).

2.5 Decomposição e liberação de nutrientes da palhada.

A serrapilheira, formada pelos resíduos vegetais depositados sobre o solo, apresenta material em diversos estágios de decomposição e constitui um dos reservatórios da matéria orgânica de determinado ambiente, entretanto, não é considerada como matéria orgânica do solo, mas sim como parte integrante do seu perfil. Segundo BAYER & MIELNICZULK (1999), com o desenvolvimento e expansão do SPD, coloca-se em discussão a necessidade de incluir os resíduos vegetais como componentes da matéria orgânica do solo. Isto ocorre em consequência de sua importância na formação de húmus, ciclagem de nutrientes, atividade biológica, controle da umidade, temperatura, infiltração da água e controle da erosão. Esta abordagem é coerente com a proposta de DUXBURY *et al.* (1989) na qual o solo é concebido como fonte e dreno de matéria orgânica.

A serrapilheira desempenha funções de regulação em ecossistemas naturais e sua importância foi descrita por BROW *et al.* (1994) com destaque para a sincronia entre processo de decomposição e mineralização de nutrientes dos resíduos vegetais e a demanda nutricional da comunidade vegetal. Uma hipótese do Programa de Fertilidade e Biologia do Solo Tropical propõe que a eficiência do uso de nutrientes em sistemas agrícolas pode ser parcialmente manipulada através da qualidade e forma de manejo da serrapilheira (WOOMER & SWIFT, 1994). Segundo THOMAS & ASAKAWA (1993), o retorno de nutrientes das plantas para o solo e a reciclagem, via absorção pela planta, pode ser parcialmente manipulado pela escolha das espécies vegetais fornecedoras de biomassa, formação de serrapilheira com material de diferentes taxa de decomposição, manejo das cultura de interesse econômico, tempo e quantidade de retorno da serrapilheira, de tal modo que permita um grau de sincronia entre os mineralização de nutrientes e a demanda pelas plantas em crescimento.

A decomposição é um processo complexo do ciclo biogeoquímico dos sistemas naturais onde os aportes orgânicos são convertidos em nutrientes disponíveis, matéria orgânica do solo e CO₂. A decomposição é regulada pela interação entre condições ambientais de clima (ELLERT & BETTANY, 1992), umidade (BARRY *et al.*, 1997), qualidade do material em decomposição (CONSTANTINIDES & FOWNES, 1994) e atividade de macro e microrganismos decompositores presente no solo (LAVELLE *et al.*, 1992; ANDRÉN *et al.*, 1993; MEBES & FILSER, 1998).

Tecido vegetal com elevado teor de nitrogênio apresentam taxa de decomposição e liberação de nutrientes mais rápida. MELILLO *et al.* (1982) e

FRANKBERG *et al.* (1985) encontraram alta correlação entre teor de nitrogênio no tecido vegetal e a taxa de decomposição. Vários estudos mostraram que o teor de lignina, presente no tecido vegetal, é um regulador no processo de decomposição (MEENTEMEYER 1978; BERENDESE *et al.* 1987). Alguns estudos mostram correlação negativa entre teor de lignina com a mineralização de nitrogênio (FOX *et al.* 1990; PALM & SANCHES, 1991). Segundo HAYNES (1986) a lignina degrada-se a compostos fenólicos que podem combinar com proteínas e aminoácidos, encontrados no material vegetal, originando polímeros húmicos que tornam o nitrogênio menos disponível.

Alguns autores citam que polifenóis presentes no tecido vegetal apresentam efeito negativo sobre a decomposição (VALLIS & JONES, 1973). SWAIN (1979), citado por TIAN *et al.* (1992), postulou que polifenóis, como o tanino p.ex., inibem a ação de enzimas envolvidas na decomposição. SIVAPALAN *et al.* (1985) observou que a mineralização de N foi menor na presença de alta concentração de polifenóis devido a ligação do N mineralizado em compostos orgânicos insolúveis. Este mecanismo é semelhante ao que ocorre com a lignina discutido anteriormente uma vez que as unidades estruturais envolvidas na imobilização de nitrogênio, fenóis, são as mesmas.

TRINSOUTROT *et al.* (2000) avaliaram a decomposição da parte aérea e de raízes de canola, *Brassica napus*, com dois níveis de nitrogênio no tecido vegetal e concluíram que o maior conteúdo de N influenciou a composição bioquímica do tecido favorecendo compostos nitrogenados, entretanto, não houve relação entre níveis maiores de nitrogênio com maiores taxas de decomposição. A cinética de decomposição foi dependente do teor de compostos solúveis, de celulose e de lignina. O teor de nitrogênio influenciou apenas a fase inicial da decomposição.

Segundo MA & TAKAHASHI (1989) o silício também é um regulador do processo de decomposição porque, quando presente na planta, reduz sua digestibilidade, restringindo a ação de artrópodos que fragmentam o tecido vegetal, assim haveria dificuldade para a atuação mais eficiente de fungos e bactérias sobre este material.

O uso de fertilizantes pode alterar a taxa de decomposição, SCHUNKE (1998) encontrou diferentes taxas de decomposição da serrapilheira de quatro cultivares de capim colômbio (*Panicum maximum*) em função do nível de adubação com nitrogênio, teor de fósforo e cultivar. O teor de lignina e polifenol não afetaram a taxa de decomposição em função da baixa concentração destes compostos. Para este autor a diferença fenotípica entre as cultivares, p. ex. forma da touceira e tamanho das folhas,

podem influenciar a taxa de decomposição da serrapilheira formada pelo capim colônia.

Em estudos de decomposição da serrapilheira quantifica-se a perda de massa ao longo do tempo através de pesagem periódica dos resíduos remanescente sobre o solo. O modelo matemático exponencial negativo, denominado de modelo de decaimento, $C = C_0 e^{-kt}$, proposto por OLSON (1963), é o que melhor se ajusta em estudos de decomposição da serrapilheira. Outras equações, p.ex., assintótica, quadrática ou linear, podem ser ajustadas ao padrão de decomposição ou representar fases distintas no processo de decomposição (TAYLOR & PARKINSON, 1988).

A decomposição apresenta duas fases características que podem ser separadas pela velocidade que ocorrem; a inicial que é mais rápida e a final quando a decomposição ocorre mais lentamente. Estas fases são definidas pela natureza dos componentes do tecido vegetal. Na primeira fase são degradados compostos solúveis e aqueles mais acessíveis que são utilizados principalmente como fonte de energia para microrganismos, p. ex., carboidratos, proteínas e lipídeos. Na segunda fase são decompostos a lignina, celulose e hemicelulose (TAYLOR *et al.*, 1988).

A liberação de nutrientes ocorre simultaneamente à decomposição, porém de forma diferenciada. Os diversos nutrientes são liberados para o solo tanto por lixiviação como mineralização. BERG & STAAF (1981), citados por TRIPATHI & SINGH (1992), realizaram estudos de decomposição por longo período e distinguiram três fases na dinâmica de nutrientes da serrapilheira: 1) fase inicial, com liberação rápida com predomínio da lixiviação; 2) fase de acumulação líquida (imolização), que começa após a fase de lixiviação, é quando tem início a perda de massa, ocorrendo aumento de nutrientes no material residual; 3) fase de liberação líquida, que ocorre após acúmulo máximo de nutriente ou mesmo no início, resultando na perda de nutrientes da serrapilheira em decomposição. Quando não há uma fase reconhecida de acúmulo, a liberação de nutrientes pode ser precedida pela lixiviação, dificultando a distinção entre essas duas fases.

SEASTEDT (1984), citado por BLAIR (1987), registrou que a taxa de liberação dos nutrientes da serrapilheira durante a decomposição depende de vários fatores, entre eles a composição química da serrapilheira, incluindo a concentração inicial dos nutrientes, a natureza estrutural do nutriente no tecido vegetal, a demanda por nutrientes da comunidade de microorganismo e a disponibilidade de fontes exógenas de nutrientes.

Segundo Berg & Staaf (1981), também citados por Blair (1987), a liberação dos nutrientes não limitantes para a comunidade de microorganismos decompositores e que não fazem parte de ligações estruturais do tecido vegetal deverão exceder a perda de massa; por outro lado, os nutrientes que estão em concentração abaixo da demanda dos microrganismos serão liberados a uma taxa menor que a perda de massa ou ainda poderão ser acumulados na serrapilheira durante as primeiras fases da decomposição, caracterizando a imobilização de nutrientes.

2.6 Dinâmica de matéria orgânica e nitrogênio em SPD.

Além dos aspectos físicos de proteção do solo e da ciclagem de nutrientes, os resíduos vegetais contribuem para formar a matéria orgânica do solo (PARTON *et al.*, 1987) a qual mantém estreita relação com o nitrogênio (LADD *et al.*, 1981; HAGGAR *et al.*, 1993). Compreender a dinâmica da matéria orgânica e do nitrogênio é fundamental para o desenvolvimento do SPD, devido a importantes funções que desempenham na manutenção da fertilidade do solo.

GREENLAND *et al.*, (1992) atestaram que a matéria orgânica é particularmente importante em solos cuja fração argila é de baixa atividade, principalmente quando ocorre em ambientes tropicais, onde a maior dificuldade é mantê-la em níveis adequados devido a elevada taxa de decomposição. Diversos estudos procuraram identificar mudanças no teor de matéria orgânica do solo após a conversão de ecossistemas naturais em áreas agrícolas. Os resultados são variáveis, observando-se perdas (DALAL & MAYER, 1986) ou acréscimos de matéria orgânica do solo (HAVLIN *et al.*, 1990). Estes resultados contraditórios podem ser parcialmente atribuídos a diferenças em quantidade e qualidade dos aportes orgânicos, mas outros fatores também são considerados importantes, tais como, tipo do solo, teor de argila, clima, manejo das culturas. Segundo VAN NOORDWIJK *et al.*, (1997) é possível manter níveis de matéria orgânica no solo semelhantes ao dos sistemas naturais desde que sejam conservados os resíduos orgânicos, não aumentar o pH e minimizar o revolvimento do solo.

NYE & GREELLAND (1960), citados por PALM *et al.*, (1996), propuseram que alterações no conteúdo total de carbono do solo não eram necessariamente relacionadas à fertilidade do solo e que, provavelmente, alguma fração da matéria orgânica do solo estaria envolvida na dinâmica da fertilidade. Atualmente, são adotados modelos que dividem o carbono do solo em diversos compartimentos funcionais,

interrelacionados (Van Der LINDEN, 1987) e classificados em função do tempo de permanência no solo (JENKISON & RAYNER, 1977). Estes compartimentos são denominados ativo, lento ou persistente. Esta abordagem contribui para melhor compreensão dos efeitos da adição de matéria orgânica sobre a produção vegetal. Para FLIEBBAACH & MÄDER (2000), agricultores que utilizam sistemas alternativos de produção devem privilegiar técnicas que mantenham a microflora ativa e um considerável reservatório da fração ativa de matéria orgânica no solo, de tal forma que a mineralização dos nutrientes possa prover rendimentos satisfatórios.

Segundo JANSEN (1994) a mineralização e imobilização do nitrogênio são processos microbiológicos governados pela disponibilidade de carbono e são correlacionados com a fração ativa da matéria orgânica do solo. A biomassa microbiana do solo tem sido utilizada como uma medida da fração ativa da matéria orgânica do solo e tem-se encontrado correlação positiva com a disponibilidade de nitrogênio (OCIO *et al.*, 1991; HASSINK, 1995) e representa um significativo reservatório de nutrientes no solo. Segundo MARUMOT *et al.* (1982) a liberação de N proveniente de células microbianas mortas é cinco vezes mais rápida do que a liberação originada pela decomposição da matéria orgânica vegetal do solo e possui relação C:N de 10:1.

2.7 Efeito da planta de cobertura sobre a vegetação espontânea.

As plantas consideradas daninhas são parte integrantes de ecossistemas agrícolas e causam prejuízos diretos e indiretos às plantas cultivadas. Segundo GELMINI *et al.* (1994), no primeiro caso há uma redução na produção devido a competição por luz, água e nutrientes enquanto os prejuízos indiretos estão associados a doenças ou pragas que podem ser favorecidas pela presença de outras espécies além daquelas cultivadas.

A presença destas plantas espontâneas, que não foram cultivadas, é uma característica inerente à agricultura causando preocupação constante aos agricultores. Isto ocorre porque os processos agrícolas não exploram toda a luz, umidade e nutrientes, deixando nichos abertos (GLISMAM, 1998) que favorece o estabelecimento de plantas espontâneas. Segundo BRIDGES (1995) as plantas consideradas daninhas são aquelas que se adaptaram com sucesso aos ambientes que são modificados pelo homem com finalidade agrícola. Este autor afirma que, para cada forma de exploração agrícola haverá espécies de plantas espontâneas específicas a ela associadas.

Geralmente o controle das plantas espontâneas é feito através de métodos mecânicos ou com o uso de produtos químicos, entretanto, algumas práticas culturais

podem ser utilizadas como meios auxiliar de manejo integrado, entre elas a rotação de cultura e uso de adubo verde. Esta última deve ser sempre utilizada em épocas quando o solo não foi cultivado com lavoura para fim econômico (DERPSCH & CALEGARI, 1992). Trabalhos desenvolvidos em sistema de plantio direto tem demonstrado que é possível reduzir a comunidade de plantas espontâneas e assim minimizar a necessidade de usar herbicida (ALMEIDA, 1991; SKORA, 1993; SKORA & DAROLT, 1995).

TEASDALE *et al.*(1991) avaliou o efeito de diversas culturas de cobertura sobre a incidência de plantas espontâneas e os melhores resultados foram encontrados com os tratamentos que produziram maiores biomassa. Segundo CREAMER *et al.*(1997) é necessário avaliar outros aspectos, além da produção de biomassa, sugerindo a habilidade de competição por água, luz e nutrientes que ocorre entre as espécies utilizadas como planta de cobertura e as espécies invasoras e destaca também a capacidade de supressão após a formação da cobertura morta.

TEASDALE (1993) consideram importante avaliar as condições ambientais para obter maior eficiência da planta de cobertura sobre a população de plantas espontâneas. SCHONBECK *et al.* (1991) observou que trigo, quando utilizado como cobertura do solo, foi eficiente no controle de plantas espontânea apenas quando não houve restrição de água e quando avaliou o sorgo, com o mesmo objetivo, encontrou resultados positivos apenas em áreas com melhor fertilidade.

2.8 Produção de hortaliças e SPD.

À medida que o sistema plantio direto consolida-se como um sistema eficiente e viável surgem novas possibilidades quanto a sua utilização em outras atividades agrícolas mais especificamente na exploração de hortaliças.

Uma das primeiras tentativas neste sentido foi realizada por BESTE (1973), citado por KNAVEL *et al.* (1977), que avaliou a produção de tomate e pepino quando semeados de forma semelhante ao processo utilizado no plantio direto de grãos.

KNAVEL *et al* (1977) seguiram esta linha de trabalho e avaliaram a absorção de N, P, K, Ca e Mg em pepino, milho verde, tomate e pimentão, sendo os dois primeiros semeados e dois últimos transplantados, foram comparados a absorção de nutrientes em sistema de plantio direto e convencional. Neste trabalho os resultados mostraram semelhanças para absorção de P, K, Ca e Mg enquanto o N foi menor em sistema plantio direto. Quanto a produção os resultados foram inconsistentes, com variações anuais, principalmente em função da competição com invasoras. Posteriormente,

KNAVEL & HERRON (1985) avaliaram o efeito do capim sudão, utilizado como planta de cobertura, na produção e absorção de nutrientes em repolho. Neste trabalho as mudas de repolho foram transplantadas em áreas com plantio direto e convencional não sendo observado efeito favorável do plantio direto sobre a produção. Também foi considerado como aspecto negativo a dificuldade para realizar o transplante das mudas devido a presença dos resíduos vegetais do capim sudão.

Mudanças das práticas relacionadas ao preparo do solo e forma de plantio requerem um período de transição havendo necessidade de tempo para desenvolver e adaptar novos tipos de equipamentos. Também é necessário desenvolver metodologias adequadas para avaliar uma forma inovadora de compreender e manejar o ecossistema solo e lavouras de interesse econômico.

Na década 70 e 80 foram realizadas algumas tentativas de ajustar o sistema plantio direto à produção de hortaliças e os resultados positivos ou negativos ocorreram em função de localização geográfica, condições climáticas em determinados anos, equipamentos e insumos inadequados, espécies de hortaliças que não são apropriadas para este sistema, problemas com plantas invasoras, planta de cobertura inadequadas (HOYT, 1999; ROBERTS *et al.*, 1999; RUTLEDGE, 1999; MORSE, 1999).

A partir da década de 90 foram desenvolvidos experimentos que demonstram ser possível cultivar hortaliças evitando o revolvimento do solo. A estratégia adotada por ABDUL-BAKI & TEASDALE (1993) foi utilizar as leguminosas de inverno ervilhaca peluda e trevo subterrâneo como planta de cobertura, que foram posteriormente transformado em cobertura morta, para o cultivo de tomate. As culturas de cobertura foram semeadas no outono, em canteiro previamente preparados, na primavera a biomassa aérea foi cortada e deixada sobre a superfície do solo e mudas de tomate foram transplantadas, manualmente, para pequenas covas e os resultados obtidos mostraram que, com esta estratégia, era possível obter produção semelhante à obtida com o preparo convencional do solo, com uso de cobertura morta de plástico, além da menor necessidade de fertilizantes e herbicidas.

Em outro trabalho, ABDUL-BAKI *et al.* (1997) avaliaram o efeito de soja forrageira e milho foxtail (*Setaria italica*), cultivados no verão como planta de cobertura e transformada em cobertura morta no outono, sobre a produção de brócolos e concluíram que, com esta estratégia, é possível conseguir produção semelhante à obtida com o preparo convencional do solo.

Além de resultados positivos obtido com tomate e brócolos em sistemas plantio direto, ABDUL-BAKI & TEASDALE (1997) mostraram que o feijão de vagem também pode ser cultivado com este método. Neste trabalho foi utilizado ervilhaca peluda, como planta de cobertura, semeada no outono e transformada em cobertura morta do solo na primavera. Duas variedades de feijão de vagem, de crescimento determinado, foram semeadas com equipamento apropriada para o plantio direto e avaliada durante três anos consecutivos. Os resultados obtidos no sistema de plantio direto foram superiores aos do sistema convencional.

HERRERO *et al.* (2001) avaliaram a possibilidade de aplicar o plantio direto nas condições climáticas do oeste dos E.U.A. utilizando quatro culturas de cobertura de inverno, posteriormente transformada em cobertura morta, como estratégia para transplante de tomate industrial sem o preparo convencional do solo. Os resultados da produção comercial de tomate neste sistema alternativo foram semelhantes aos obtidos com a forma convencional de plantio. Os autores também consideraram que a presença da cobertura morta não atrapalhou a colheita mecânica.

AKEMO *et al.* (2000) avaliaram, durante três anos, a produção de tomate cultivado em sistema de plantio direto sobre cobertura morta formada com resíduos de aveia consorciada com ervilha forrageira em diferentes proporções e densidades, também foi avaliado a capacidade de supressão sobre as plantas invasoras. Os melhores resultados foram obtidos quando havia maior proporção de ervilha forrageira no consórcio com aveia. Neste experimento o tratamento controle, com preparo convencional e livre de plantas invasoras, apresentou a maior produção demonstrando que a cobertura não foi eficiente no controle de plantas invasoras e que, o efeito da mineralização dos resíduos vegetais contribui na nutrição da cultura do tomate.

O trabalho pioneiro no Brasil foi iniciado a partir de 1985, em Ituporanga, Santa Catarina, com o objetivo de desenvolver processos para transplantar mudas de cebola sem a necessidade do preparo convencional do solo (AMADO *et al.*, 1992). Nesta região, de pequenas propriedades exploradas em regime familiar, a cebola é plantada em rotação com milho, cujos resíduos são a base para estabelecimento do plantio direto. Segundo TAGLIARI & FREITAS (1998) parte da contribuição para o desenvolvimento deste sistema tem sido realizada através da iniciativa dos próprios agricultores, auxiliados por técnicos da extensão, que desenvolveram máquinas e implementos em pequenas oficinas domésticas.

No Rio de Janeiro foram desenvolvidos trabalhos para avaliar a viabilidade do cultivo de couve-flor em sistema plantio direto, utilizando aveia e ervilhaca como planta de cobertura, cujos resultados evidenciaram ser possível obter rendimento semelhante ao plantio com revolvimento do solo (ALMEIDA *et al.*, 1999 a). Posteriormente foram conduzidos diversos trabalhos no “Sistema Integrado de Produção Agroecológica” para avaliar o comportamento de outras hortaliças, com destaque para o trabalho desenvolvido por OLIVEIRA (2001) que avaliou o manejo do repolho em sistema orgânico com ênfase na utilização de plantas de cobertura, manejo do solo e consórcio.

3 HIPÓTESE

A espécie de planta de cobertura de solo utilizada no sistema plantio direto para o cultivo de brócolos, sob manejo orgânico, tem efeito na produção comercial desta hortaliça.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo geral

Avaliar o desempenho de plantas de cobertura, utilizadas como pré-cultivo para formação de palhada, na produção orgânica de brócolos em sistema plantio direto.

4.2 Objetivos específicos

- Avaliar a produção da fitomassa e o estoque de nutrientes da parte aérea das plantas de cobertura de solo;
- Avaliar a taxa de decomposição e de liberação de nutrientes da cobertura morta formada a partir dos resíduos das plantas de cobertura;
- Avaliar a supressão de plantas espontâneas, exercida pelas plantas de cobertura, antes e após serem cortadas para formação da cobertura morta (palhada);
- Avaliar o estado nutricional e a produtividade do brócolos sob manejo orgânico;

5 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo de campo foi conduzido na Gleba 16 do SIPA (Sistema Integrado de Produção Agroecológica) localizado em Seropédica-RJ, que é uma área de 59 ha destinada a experimentação e desenvolvimento da agroecologia, envolvendo a parceria oficializada entre EMBRAPA Solos, EMBRAPA Agrobiologia, UFRRJ e PESAGRO-RIO (ALMEIDA *et al.*, 1999 b).

O solo da área experimental é classificado como Planossolo, Série Ecologia cuja análise química de rotina revelou os seguintes valores: pH=5,6; $Al^{+++} = 0,0$; $Ca^{++} = 3,1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $Mg^{++} = 1,4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $K^+ = 130 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $P = 47,0 \text{ mg dm}^{-3}$.

Os experimentos foram conduzidos nos anos agrícolas de 2000 e 2001 sendo adotado o delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro tratamentos e quatro repetições. As parcelas foram mantidas na mesma localização durante os dois anos da realização deste trabalho.

5.1 Tratamentos do experimento 1, ano 2000.

Os tratamentos constaram de espécies utilizadas como plantas de cobertura (adubo verde) para formar a palhada necessária ao Sistema de Plantio Direto, ou seja: sorgo (*Sorghum bicolor* variedade BRS 800), milho (*Penissetum glaucun* variedade BN 2) e crotalária (*Crotalaria juncea* L.) comparados ao tratamento formado pela vegetação espontânea (testemunha).

As plantas de cobertura foram semeadas no dia 12/01/2000 em parcelas de 25 m², com espaçamento de 20 cm entre linhas e uma densidade de 20 sementes.m⁻¹, exceto para o tratamento com vegetação espontânea, que foi estabelecido a partir de sementes e propágulos vegetativos presentes na área.

A data do corte das plantas de cobertura foi determinada em função do tratamento com milho, porque este foi o primeiro que alcançou o estágio fisiológico de enchimento de grãos, e foi realizado em 20/3/2000, utilizando uma roçadeira costal e a biomassa deixada sobre o solo. A produção de biomassa da parte aérea de cada tratamento foi quantificada em uma área de 1 m², na parte central das parcelas, um dia antes do corte e foram retiradas amostras para avaliar o teor e a acumulação de nutrientes. O procedimento para análise de N baseou-se no método recomendado por BREMNER & MULVANEY (1982), enquanto P, K, Ca e Mg foram determinados a partir da digestão nítrica-perclórica (BATAGLIA *et al.*, 1983). A determinação do P foi

feita por colorimetria através da formação da cor azul do complexo fosfato-molibdato em presença de ácido ascórbico, do K por espectrofotometria de chama, as determinações de Ca e Mg foram feitas por espectrofotometria de absorção atômica (EMBRAPA, 1997).

5.2 Tratamentos do experimento 2, ano 2001.

No ano de 2001 o tratamento com milho foi substituído pelo consórcio entre sorgo e crotalária, assim, os tratamentos foram: sorgo; consórcio sorgo + crotalária; crotalária comparados ao tratamento formado pela vegetação espontânea (testemunha). Estes tratamentos foram estabelecidos na mesma área experimental do ano anterior e semeados no dia 12/02/2001 com o espaçamento de 20 cm entre linhas e uma densidade de 40 sementes.m⁻¹, com excessão para o tratamento vegetação espontânea, que foi estabelecido com o mesmo procedimento do ano anterior.

A data de corte das plantas de cobertura foi determinada pelo desenvolvimento da panícula do sorgo quando esta encontrava-se na fase de enchimento de grãos. O corte das plantas de cobertura foi realizado em 16/4/2001, utilizando uma roçadeira costal, e a biomassa deixada sobre o solo. A produção de biomassa da parte aérea de cada tratamento foi quantificada em uma área de 1 m², na parte central das parcelas, um dia antes do corte e foram retiradas amostra para avaliar o teor e a acumulação de nutrientes conforme metodologia descrita acima para o ano anterior.

5.3 Sementeira, plantio das mudas e tratos culturais do experimento 1, ano 2000.

Sementes de brócolos de cabeça única, cultivar Baron, foram semeadas no dia 15/03/2000 em bandejas de isopor com 200 células. O substrato utilizado corresponde a uma mistura de solo (horizonte B) com esterco bovino e areia na proporção de 3:1:1 (v/v), enriquecido com 5% de cama de aviário e 10 g l⁻¹ de termofosfato sílico magnesiano + cinza de lenha (1:1 p/p). Foi efetuada uma pulverização de molibdato de sódio (2 g l⁻¹) quando as mudas apresentavam três folhas definitivas. As mudas foram transplantadas para o campo quando apresentavam quatro folhas definitivas.

Para o transplante das mudas foram abertas 48 covas/parcela, em fileiras duplas no espaçamento de 70x60x100 cm. Cada cova foi adubada com 450g de esterco bovino (16,3 % de umidade), 50g de termofosfato sílico-magnesiano e 100g de cinza de lenha, com uma semana de antecedência para evitar injúrias nas mudas. O transplante das mudas foi feito no dia 18/04/2000. Foram realizadas duas intervenções, capinas com enxada, para controlar plantas espontâneas nos dias 27/04/00 e 02/05/00 em todas as

parcelas. Foi aplicada uma adubação de cobertura, 20 dias após o transplante, utilizando 100 g por cova de cama de aviário.

Para controle do pulgão (*Brevicoryne brassicae*) foram feitas três pulverizações a base de soro de leite (1L) com cinza de lenha (100g) diluídos em 20 L de água. Para controle de *Plutella xylostella* (traça das brassicas) e de *Hellula phidylealis* (broca do repolho) foram feitas cinco pulverizações com produto a base de *Bacillus thuringiensis*, entretanto, este não foi eficiente no controle da broca. Para repelir grilos foi utilizado duas pulverizações com ácido pirolenhoso (0,1 %).

Os nutrientes boro e magnésio foram pulverizados por via foliar, associados ao biofertilizante líquido, aos 10, 20, 40 dias após o transplante. Foi utilizado 50g de boro e 100g de magnésio que foram diluídos em 19 L de água e transferido para o reservatório do pulverizador costal, com capacidade para 20 L, cujo volume foi completado com 1 L de biofertilizante líquido “agrobio” (FERNANDES, 2000)

5.4 Sementeira, plantio das mudas e tratos culturais do experimento 2, ano 2001.

Sementes de brócolos de cabeça única, cultivar Legacy, foram semeada no dia 4/04/2001 utilizando o mesmo procedimento do ano de 2000 quanto ao preparo do substrato e aplicação de molibdênio.

Para o transplante das mudas o procedimento foi semelhante ao ano anterior, ou seja, foram abertas 48 covas/parcela, em fileiras duplas no espaçamento, de 60x70x100 que receberam 500 g de esterco bovino (22,4 % de umidade), 50 g de termofosfato sílico-magnésiano e 100 g de cinza de lenha. O intervalo entre abertura das covas e o plantio das mudas foi de 3 dias sendo este realizado no dia 04/05/2001. Foram necessárias duas intervenções, capina com enxada, para controlar plantas espontâneas nos dias 24/05/2001 e 12/06/2001. Foram aplicadas duas adubações de cobertura aos 20 e 40 dias após o transplante, utilizando-se 100 g cova⁻¹ de cama de aviário.

Para controle de insetos utilizou-se produtos a base de soro de leite, cinza de madeira, *Bacillus thuringiensis* e ácido pirolenhoso com procedimento semelhante ao ano anterior. Neste ano foi necessário realizar o controle de lesmas na segunda semana após o transplante, foi utilizado iscas atrativas cujo princípio ativo é o metaldeído sendo o produto distribuído em 4 pontos dentro cada parcela. Os nutrientes boro e magnésio foram pulverizados por via foliar, associado ao biofertilizante líquido, aos 10, 20, 40 dias após o transplante também com procedimento semelhante ao ano anterior.

5.5 Avaliação da produção de brócolos.

Foram colhidas oito plantas na fileira dupla central de cada parcelas quando a inflorescência apresentava máxima expansão, conforme procedimento adotado para comercialização, sendo realizada com intervalo de dois dias. A inflorescência foi separada do restante da planta com um corte realizado a 5 cm abaixo da ramificação e imediatamente pesada e colocada para secar em estufa, com circulação de ar forçado, a 65°C até peso constante para determinação da matéria seca.

No ano 2000 a colheita foi realizada entre os dias 20/06/00 e 27/06/00 e em 2001 entre os dias 19/07/2001 e 09/08/2001. Este procedimento é necessário porque a o desenvolvimento da inflorescência não ocorre de forma uniforme.

5.6 Avaliação da vegetação espontânea.

A amostragem da população de plantas espontâneas foi realizada em cinco épocas: 1) antes do corte da planta de cobertura no ano 2000; 2) 28 dias após o corte da planta de cobertura no ano 2000; 3) no final do ciclo do brócolos no ano 2000; 4) 28 dias após o corte da planta de cobertura no ano 2001; 5) no final do ciclo do brócolos no ano 2001.

A amostragem foi feita em quatro pontos dentro cada parcela com o auxílio de um quadro de madeira, com dimensão de 50 cm x 50 cm, utilizado para limitar a área da qual foram cortadas, próximas ao solo, todas as plantas espontâneas. Estas foram classificadas conforme a espécie, contadas separadamente para cada amostra, pesadas e colocadas para secar em estufa de ar forçado a 65° C até peso constante para determinar a matéria seca. A relação de espécies de plantas espontâneas presentes na área experimental encontra-se no apêndice. Foram determinadas a densidade absoluta, densidade relativa e índice de Shanon conforme recomendado por GLIESMAN, 1998, onde:

$$\text{Densidade absoluta: DA} = \frac{\sum n^{\circ} \text{ indivíduos}}{\text{Área amostrada}}$$

$$\text{Densidade relativa: DR} = \frac{\text{Densidade absoluta por espécie}(DA_i) \times 100}{\text{Densidade absoluta total } (DA_p)}$$

5.7 Determinação da taxa de decomposição e liberação de nutrientes da cobertura morta.

Nos experimentos de 2000 e 2001 foram realizadas avaliações *in situ* da decomposição e liberação de nutrientes da palhada produzida com o corte das plantas de cobertura utilizando o método de sacola de serapilheira (ANDERSON & INGRAM, 1989).

No dia anterior ao corte das plantas de cobertura foram coletadas amostras da parte aérea destas para determinar a produção de biomassa e dos teores de N, P, K, Ca e Mg em cada parcela conforme descrito no item 5.1 acima. Após a avaliação da massa, esse material foi seccionado em fragmentos de 5 cm e com estes foram preparadas nove sub-amostras, com 100 g de tecido vegetal, de cada uma das 16 parcelas totalizando 144 amostras. Uma sub-amostra de cada parcela foi imediatamente seca em estufa de ar forçado a 68°C, até peso constante, para determinar o peso seco do tecido vegetal no início da decomposição (T_0); as oito amostras restantes foram acondicionadas em bolsa de nylon com dimensão de 25,0 cm x 25,0 cm. Estas bolsas foram confeccionadas utilizando telas com abertura da malha de 0,4 mm para permitir acesso da fauna edáfica ao material acondicionado no interior das bolsas.

Após o corte das plantas de cobertura, para formar a palhada, oito bolsas, contendo as sub-amostras, foram distribuídas em cada parcela. Estas bolsas continham o tecido vegetal obtido na própria parcela e foram retiradas, uma de cada vez, aos 5, 10, 15, 30, 60, 90, 120, e 150 dias após o corte das plantas de cobertura. Em cada uma destas épocas o resíduo vegetal de cada bolsa foi limpo manualmente e secos em estufa à temperatura de 65°C até alcançarem massa constante, sendo então moído. Foram avaliadas a massa e o teor de nutriente do tecido vegetal remanescente na sacola em cada época. O procedimento para análise de N baseou-se no método recomendado por BREMNER & MULVANEY (1982), enquanto P, K, Ca e Mg foram determinados a partir da digestão nítrica-perclórica (BATAGLIA *et al.*, 1983). A determinação do P foi feita por colorimetria através da formação da cor azul do complexo fosfato-molibdato em presença de ácido ascórbico, e do K por espectrofotometria de chama. Por sua vez, as determinações de Ca e Mg foram feitas por espectrofotometria de absorção atômica (EMBRAPA, 1997).

Os valores obtidos foram transformados em percentagem relativa ao peso e teor de nutriente do início da decomposição (T_0). Com esses dados foram determinadas a

taxa de decomposição e liberação de nutriente, para cada um dos tratamentos, utilizando o modelo matemático exponencial, descrito por THOMAS & ASAKAWA (1993):

$$C = C_0 e^{-kt}$$

Onde C é a quantidade de massa seca ou nutrientes remanescentes após um período de tempo t, em dias; C_0 refere-se à a quantidade de matéria seca ou nutriente no início da decomposição; k é a constante de decomposição.

O tempo de meia vida ($T_{1/2}$), ou seja, o aquele necessário para perder metade da biomassa vegetal e liberar a metade dos nutriente existente no tempo inicial foi calculado a partir dos valores de k do modelo matemático onde:

$$T_{1/2} = \text{Ln } 0,5 / k.$$

Os gráficos e coeficientes do modelo matemático para a perda de matéria seca e nutrientes da palhada foram obtidos através do programa Sigma Plot.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Produção de fitomassa, teor e acumulação de nutrientes das plantas de cobertura. Experimento 1, ano 2000.

A produção de matéria seca da parte aérea das plantas de cobertura encontram-se na Tabela 1 e nota-se que milho e sorgo apresentaram maior produção de matéria seca e foram estatisticamente semelhantes ($p < 0,05$), entretanto, somente milho diferiu dos tratamentos formados pela crotalária e pela vegetação espontânea (controle). Destaca-se que o milho apresentou produção que superou em 88 e 47% as produções, respectivamente, da vegetação espontânea (testemunha) e da crotalária.

Como não foram observadas variações nos teores de umidade na parte aérea das culturas de cobertura (dados não mostrados), a produção de matéria fresca apresentou, de maneira geral, a mesma tendência da produção de matéria seca (Tabela 1).

Tabela 1- Produção de matéria verde e seca da parte aérea dos tratamentos utilizados como plantas de cobertura. Experimento 1, ano 2000.

Tratamento	Fitomassa (Mg ha ⁻¹)	
	Mat. Verde	Mat. seca
Sorgo	46,43 a ⁽¹⁾	7,60 ab
Milho	51,73 a	10,69 a
Crotalária	28,31 b	7,29 b
Veg. Espontânea	24,33 b	5,67 b
C. V.	19,37	18,42

¹Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Sorgo e milho são gramíneas de porte elevado e grande capacidade de produção de fitomassa, podendo atingir mais de 2m de alturas, apresentam metabolismo do tipo C₄, são eficientes no uso de água e possuem mecanismos de adaptação a condições edafoclimáticas adversas, o que lhes conferem vantagens quanto à capacidade de produção. Devido a essas características são utilizados como plantas forrageiras e representam boa opção para utilização em sistema plantio direto (SEGUI *et al.* 1996).

Segundo GATES *et al.* (1999), nos E.U.A., alguns híbridos de milho e de sorgo apresentam rendimentos semelhantes ao milho cultivado para forragem. O sorgo é mais conhecido que o milho no Brasil, existindo disponibilidade de cultivares

específicas para as diferentes regiões ou finalidade agrícola. Embora o sorgo apresente uma grande capacidade para produção de fitomassa, tem como desvantagens, em relação ao milho, a maior exigência de água e a grande capacidade de rebrota de gemas basais após ser roçado para formar a cobertura morta (SCALEA, 1999), o que pode dificultar seu manejo, principalmente em sistemas de produção orgânico onde o controle químico com herbicidas não é permitido.

O milho foi introduzido no Brasil como forrageira, em 1929, e durante muitos anos seu uso foi restrito a poucos grupos de pesquisa, principalmente no Rio Grande do Sul (SAIBRO, 1976, citado por BONAMIGO, 1999) e em Pernambuco (LIRA, 1977). Com a expansão do plantio direto para região do cerrado, o milho se torna uma das principais opções de planta de cobertura, produzindo até 15 t/ha de matéria seca, com taxa de acumulação de matéria seca de até 110 Kg ha⁻¹.dia⁻¹ (PITOL, 1999).

A palhada produzida pela planta de cobertura desempenha múltiplas funções no sistema plantio direto (HECLER *et al.*, 1998). É possível estabelecer indicadores úteis para escolher fatores quantitativos e qualitativos da palhada importantes para a performance do sistema plantio direto. A avaliação quantitativa de matéria seca é um critério para selecionar as espécies de plantas de cobertura mais adequadas para desempenhar funções que possam contribuir para a melhor performance do sistema plantio direto. Segundo ALVARENGA *et al.* (2000), pode-se considerar que 6 t ha⁻¹ de resíduos sobre a superfície seja uma quantidade adequada ao SPD conseguindo uma boa taxa de cobertura do solo. Sob este aspecto os tratamentos de sorgo, milho e crotalária são considerados adequados.

A maior acumulação de matéria seca por parte do milho também está relacionado a características fenológicas desta espécie, que apresenta o ciclo de vida mais curto que os demais tratamentos. Segundo TABOSA *et al.* (1999), aos 60 dias após o plantio o milho atinge a fase de grão leitoso. No experimento de 2000, o intervalo entre o plantio e o corte das plantas de cobertura foi de 67 dias. Por ocasião do corte, o sorgo e a crotalária não haviam entrado na fase reprodutiva, o que limitou seus rendimento em termos de acumulação de matéria seca nestes tratamentos. Sabe-se que a acumulação de matéria seca varia conforme o estágio de desenvolvimento da planta. No estágio de maturação dos grãos o conteúdo de nitrogênio, proteína e compostos solúveis em água diminui enquanto ocorre um aumento de matéria seca (YADVINDER-SING, 1992).

Além desses aspectos quantitativos, a fitomassa deve ser avaliada em termos da capacidade extrair nutrientes e, para as leguminosas, acrescentar nitrogênio ao solo através da fixação biológica de nitrogênio. Com a decomposição da palhada estes nutrientes são mineralizados e acumulados na superfície podendo ser absorvido pela cultura principal. Os teores dos nutrientes N, P, K, Ca e Mg contidos no tecido vegetal das plantas de cobertura encontram-se na Tabela 2 e os valores F da análise de variância no apêndice.

Comparando apenas os resultados dos tratamentos com leguminosa e gramíneas observa-se que os resultados seguiram um padrão esperado para N, K e Ca, ou seja, maior teor de N na crotalária, devido a fixação biológica de N e ao metabolismo C₃, maior teor de K nas gramíneas devido a carga elétrica de raízes com maior afinidade por cátions mono-valentes, maior teor de cálcio nas leguminosas devido a carga elétrica com maior afinidade por cátions divalentes. As gramíneas acumularam mais P e Mg em relação à leguminosa, com destaque para o tratamento sorgo com teor de 38% e 63%, respectivamente, acima do observado na crotalária. O baixo teor de magnésio observado no tratamento milho provavelmente está associado a fase de desenvolvimento quando as folhas da base já estavam em senescência com translocação de nutrientes para os grãos.

O tratamento com vegetação espontânea merece um destaque porque, para todos os nutrientes analisados, apresentou teores estatisticamente semelhantes ($p < 0,05$) aos maiores teores observados nos demais tratamentos. A habilidade em explorar os nutrientes disponíveis no solo é uma característica de plantas espontâneas e os resultados obtidos mostram que a qualidade, em termos de teor de nutrientes, da cobertura morta formada a partir delas não deve ser desprezado podendo ser útil na gestão da fertilidade do solo dos sistemas orgânicos, pois estes resíduos podem vir a ser um ótimo substrato para a atividade de microrganismos (WARDLE *et al.* 1993).

Tabela 2- Teor e acumulação de nutrientes na parte aérea dos tratamentos utilizados como planta de cobertura.
Experimento 1, ano 2000.

Tratamentos	Nutrientes									
	N		P		K		Ca		Mg	
	teor g kg ⁻¹	total kg ha ⁻¹	teor g kg ⁻¹	total kg ha ⁻¹	teor g kg ⁻¹	total kg ha ⁻¹	teor g kg ⁻¹	total kg ha ⁻¹	teor g kg ⁻¹	total kg ha ⁻¹
Sorgo	13,31 ab ¹	101,1 a	3,88 a	29,5 a	17,5 ab	133,3 ab	5,00 b	38,0 b	4,40 a	33,4 a
Milheto	12,25 b	130,9 a	2,94 ab	31,4 a	16,25 b	173,7 a	3,08 c	32,9 b	2,65 b	28,3 ab
Crotalária	19,86 a	144,8 a	2,18 b	15,9 b	14,25 b	103,9 b	8,58 a	62,5 a	2,70 b	19,7 b
Veg. Espontânea.	18,21 ab	103,3 a	3,07 ab	17,4 b	21,75 a	123,3 b	8,40 a	47,6 ab	4,02 a	22,8 ab
C.V.	20,08	18,46	22,29	19,64	13,46	17,99	29,07	19,29	13,82	19,72

¹Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05).

6.2 Produção de fitomassa, teor e acumulação de nutrientes das plantas de cobertura. Experimento 2, ano 2001.

A produção de matéria seca da parte aérea das plantas de cobertura utilizadas no ano 2001 encontram-se na Tabela 3. Pode-se notar que o tratamento milheto, utilizado no ano anterior, foi substituído pelo consórcio entre sorgo e crotalária. Milheto e sorgo apresentaram desempenho semelhantes em relação a produção de matéria seca (Tabela 1) e acumulação total de nutrientes (Tabela 2) e assim, optou-se pela eliminação de uma das gramíneas, introduzindo a abordagem mais atual e inovadora de explorar o consórcio entre gramíneas e leguminosas. A escolha do sorgo foi em função da sincronia de crescimento com a crotalária. Através do consórcio sorgo + crotalária foi possível avaliar as vantagens inerentes a cada uma das duas famílias em um único tratamento. A opção pelo sorgo foi decorrente da sincronia no ciclo vegetativo e reprodutivo destas espécies e não em aspectos de produção de matéria seca, teor ou acúmulo de nutrientes.

O tratamento com sorgo + crotalária produziu 4% a menos de matéria seca em relação ao sorgo solteiro e 12% a mais em relação à crotalária solteira. A análise estatísticas dos dados de produção mostraram que, embora os tratamentos com sorgo em monocultivo tenham alcançado as maiores produções de matéria seca, estes resultados não diferiram ($p < 0,05$) da produção obtida com crotalária. A produção de matéria fresca nos tratamentos com presença de sorgo foram estatisticamente semelhantes e maiores que os resultados obtidos com crotalária devido o baixo teor de umidade deste tratamento.

Tabela 3- Produção de matéria verde e seca da parte aérea dos tratamentos utilizados como planta de cobertura. Experimento 2, ano 2001.

Tratamento	Fitomassa (Mg ha^{-1})	
	Mat. verde	Mat. seca
Sorgo	33,17 a ⁽¹⁾	9,33 a
Sorgo + Crotalária	32,80 a	8,97 a
Crotalária	24,42 b	8,02 a
Veg. espontânea	17,62 b	4,05 b
C. V.	12,06	16,15

¹Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

O consórcio entre gramíneas e leguminosas é uma alternativa para aumentar a produção de matéria seca sem perder em qualidade, o que pode ser avaliado através do teor de nutrientes (Tabela 4) cujos resultados apresentam valores intermediários entre os observados nos tratamentos com monocultivo de sorgo e de crotalária. Em relação ao ano anterior é possível observar modificações, decorrente do consórcio entre sorgo e crotalária, principalmente para os nutrientes N e Ca.

No consórcio entre sorgo e crotalária os valores de acumulação total, para todos os nutrientes analisados, foram semelhantes ou superiores aos obtidos com o monocultivo de sorgo e de crotalária. Destaca-se as maiores acumulação de N e Ca no consórcio quando comparado ao sorgo em monocultivo e de K quando comparado ao monocultivo de crotalária.

O teor de N, P e potássio apresentaram comportamento semelhante ao ano anterior para os tratamentos comuns ao dois anos. Os maiores teores de nitrogênio foram encontrados nos tratamentos crotalária e vegetação espontânea e estes foram estatisticamente semelhantes entre si ($p < 0,05$). O consórcio aumentou em 98% o teor de N, em relação ao tratamento com sorgo solteiro, cujo resultado foi estatisticamente semelhante ao resultado observado com crotalária solteira. Os menores teores de P observados no tratamento com crotalária. A presença de sorgo no consórcio elevou o teor de P na palhada de tal forma que este foi nivelado aos resultados obtido com sorgo solteiro. Na vegetação espontânea foram encontrados os maiores teores de P ($p < 0,05$), com 43% a mais em relação ao sorgo. O tratamento vegetação espontânea apresentou o maior teor de potássio que foi estatisticamente superior ($p < 0,05$) aos demais tratamentos, com teores 35%, 39% e 83% superior aos obtidos com sorgo, consórcio e crotalária, respectivamente.

O maior teor de cálcio foi encontrado no tratamento vegetação espontânea, com 80% a mais de cálcio que o valor observado na crotalária, que foi estatisticamente superior aos demais. O sorgo absorve pouco cálcio, conforme discutido anteriormente, e a presença de crotalária no consórcio aumentou em 76% o teor de P em relação ao sorgo solteiro. Os tratamentos com crotalária e o consórcio apresentaram valores intermediários, e foram estatisticamente semelhantes. O tratamento com sorgo apresentou o menor teor de cálcio com $2,95 \text{ g kg}^{-1}$, entretanto este valor foi estatisticamente semelhante ao obtido com o consórcio. No ano anterior o teor de Ca na

vegetação espontânea e crotalária foram semelhantes e no segundo ano foi maior, conforme discutido anteriormente, com um aumento de 48%.

Neste ano, ao contrário do ano anterior, a análise de variância mostrou diferenças entre tratamentos em relação ao nitrogênio acumulado, ou seja, os tratamentos com presença de crotalária, solteira ou consorciada, foram estatisticamente superiores aos demais. A população de crotalária semeada no consórcio, metade da população presente no tratamento com crotalária solteira, foi capaz de contribuir para um aumento de 90% a mais de N em relação ao tratamento com sorgo. Alguns autores discutem a possibilidade de consórcio entre gramíneas e leguminosas como uma opção para obter os benefícios inerentes a cada uma das famílias. Neste caso a presença da gramínea não prejudicou a acumulação de nitrogênio que segundo CREAMER & BENNET (1997), pode ter sido estimulada.

Tabela 4- Teor e acumulação de nutrientes na parte aérea dos tratamentos utilizados como planta de cobertura.

Experimento 2, ano 2001.

Tratamento	Nutrientes									
	N		P		K		Ca		Mg	
	teor g kg ⁻¹	total kg ha ⁻¹	teor g kg ⁻¹	total kg ha ⁻¹	teor g kg ⁻¹	total kg ha ⁻¹	teor g kg ⁻¹	total kg ha ⁻¹	teor g kg ⁻¹	total kg ha ⁻¹
Sorgo	7,46 b ¹	69,6 b	2,73 b	25,5 a	18,25 b	170,2 a	2,95 c	27,5 b	2,40 b	22,4 a
Sorg/Crot.	14,76 a	132,5 a	2,13 bc	19,1 ab	17,75 b	159,3 a	5,20 bc	46,6 a	2,37 b	21,3 a
Crotalária	18,40 a	147,7 a	1,75 c	14,1 b	13,50 b	108,3 b	7,52 b	60,4 a	2,40 b	19,3 a
Veg. Espontânea	18,02 a	73,0 b	3,92 a	15,9 b	24,75 a	100,2 b	13,32 a	53,9 a	4,45 a	18,0 a
C.V.	16,72	16,68	15,08	16,25	15,56	15,74	18,92	17,84	18,53	16,07

¹Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p< 0,05).

6.3 Taxa de decomposição da palhada formada após o corte das plantas de cobertura. Experimento 1, ano 2000.

A decomposição dos resíduos da parte aérea das plantas de cobertura, estimada “in situ”, logo após o corte destas, foi determinada a partir da proporção de matéria seca remanescente ao longo do tempo e descrito por um modelo exponencial simples, apresentando valores de coeficiente de determinação elevados, cujos parâmetros estão organizados na Tabela 5.

A constante k do modelo matemático adotado permite comparar a taxa de decomposição dos resíduos das diferentes coberturas, ou seja, valores maiores correspondem a maior taxa de decomposição e conseqüentemente menor tempo de permanência dos resíduos sobre o solo. Desta forma observa-se que as espécies que compunham o conjunto da comunidade de plantas espontâneas apresentaram a maior taxa de decomposição. Por outro lado, resíduos de milho mostraram a menor taxa de decomposição enquanto resíduos de sorgo e de crotalária apresentaram valores próximos de taxa de decomposição e estes foram intermediários aos valores obtidos para vegetação espontânea e milho.

Tabela 5- Parâmetros relacionados a função $C = C_0 e^{-kt}$ ajustada para a taxa de decomposição, estimada “in situ”, dos resíduos da parte aérea das plantas de cobertura e respectivos tempo de meia vida. Experimento 1, ano 2000.

Tratamento	Parâmetros da equação de decomposição		
	$K^{(1)}$	$T_{1/2}^{(2)}$	r^2
Sorgo	0,0122	57	0,959
Milho	0,0097	71	0,943
Crotalária	0,0123	56	0,962
Veg. Espontânea	0,0139	50	0,961

¹Constante de decomposição

²Tempo de meia vida

A taxa de decomposição tem impacto direto no tempo de permanência da cobertura morta sobre o solo. O tempo de meia vida ($T_{1/2}$) refere-se ao período, em dias, necessários para que a metade da massa de resíduos, existentes no momento do corte para formar a cobertura morta, necessitam para ser decompostos. A permanência ou desaparecimento da camada de palha, formada a partir de uma determinada planta de cobertura, apresenta efeitos sobre a cultura de interesse econômico devido a efeitos que

exerce sobre a superfície do solo acarretando reflexos diretos e indiretos sobre a cultura de interesse econômico.

O tempo de meia vida ($T_{1/2}$) é obtido a partir do valor da constante de decomposição (Tabela 5), sendo útil para avaliar o efeito da cobertura do solo sobre o rendimento de uma lavoura de interesse comercial que pode ser positivo ou negativo dependendo de qual aspecto é avaliado. A permanência ou desaparecimento da palhada terá efeito sobre a liberação de nutrientes, proteção do solo contra impactos da chuva, incidência direta do sol, manutenção da temperatura e conservação de umidade, controle de plantas espontâneas além de características químicas, físicas e biológicas do solo.

Nota-se no Tabela 5 que o tempo de meia vida dos resíduos de milho são maiores que os de vegetação espontânea, sorgo e crotalária. Quando contrastado com a vegetação espontânea, a palhada do milho apresenta tempo de meia vida 42 % maior. Se por um lado pode ser desejável o maior período de permanência da palhada, deve-se considerar que isto pode implicar em menores taxa liberação de nutrientes. Considerando os parâmetros químicos avaliados, nota-se que o teor de N (Tabela 4) de milho é mais baixo que o valor observado na vegetação espontânea, podendo ser o componente regulador da decomposição dos resíduos.

Gramíneas, em geral, apresentam taxas de decomposição mais lenta do que as observadas em leguminosas sendo este aspecto associado, principalmente, a maior relação C/N dos tecido vegetal daquelas. Diversos componentes químicos tem sido associado com a regulação da taxa de decomposição como o teor de N, relação C/N e o teor de lignina (MEENTEMEYER, 1978; MELLILO et al. 1982; BERENDESE *et al.* 1987). Embora o teor de lignina seja um componente importante na taxa de decomposição, geralmente, é mais expressiva em espécies arbóreas e, para espécies herbáceas, a relação C/N e a concentração de N são os principais reguladores do processo de decomposição.

O milho apresentou a menor taxa de decomposição, possivelmente, em função do avançado estágio de maturidade fisiológica, enchimento de grãos no momento do corte, quando comparado aos demais tratamentos. O desenvolvimento dos vegetais implica no transporte de nutrientes para órgãos reprodutivos e/ou de reserva, assim, haverá progressivo aumento da relação C/N nos demais órgãos, principalmente folhas da base e parte inferior do caule, iniciando-se o processo de senescência havendo portanto menor concentração de N no tecido vegetal. Esta característica de crescimento rápido do milho pode ser considerada como aspecto positivo em exploração de

hortaliças, devido ao uso intensivo do solo desta atividade, uma vez que produtores envolvidos nesta atividade não adotam a rotação a adubação verde.

O sorgo apresentou taxa de decomposição semelhante ao resultado obtido com crotalária e, como os teores de N são diferentes (Tabela 2), os resultados relativos a velocidade de decomposição deve ser entendido a partir do estágio de desenvolvimento e de características físicas das plantas. Neste sentido, o estágio de desenvolvimento do sorgo, que ainda não havia entrado na fase de reprodutiva, associado à fibrosidade do caule da crotalária foram, possivelmente, determinantes da cinética de decomposição do que propriamente o teor de N, justificando a semelhança na taxa de decomposição de uma gramínea comparado à leguminosa.

Com a vegetação espontânea ocorreu a maior taxa de decomposição e, provavelmente, o teor de nitrogênio tenha sido o principal condicionante uma vez que apresentou valores semelhantes ao observados na leguminosa. As espécies de plantas espontâneas predominantes eram ciperáceas (Tabela 21, Apêndice), assim o resultado obtido também podem ser conseqüente da menor dimensões dos órgãos vegetativos desta espécie quando comparados às demais plantas de cobertura. Folhas estreitas e caules finos proporcionam maior superfície específica, favorecendo maior atuação da fauna no ataque inicial sobre o material, facilitando a atividade de decomposição realizada por fungos e bactérias.

A representação gráfica das equações obtidas para a taxa de decomposição das plantas de cobertura encontram-se na Figura 1.

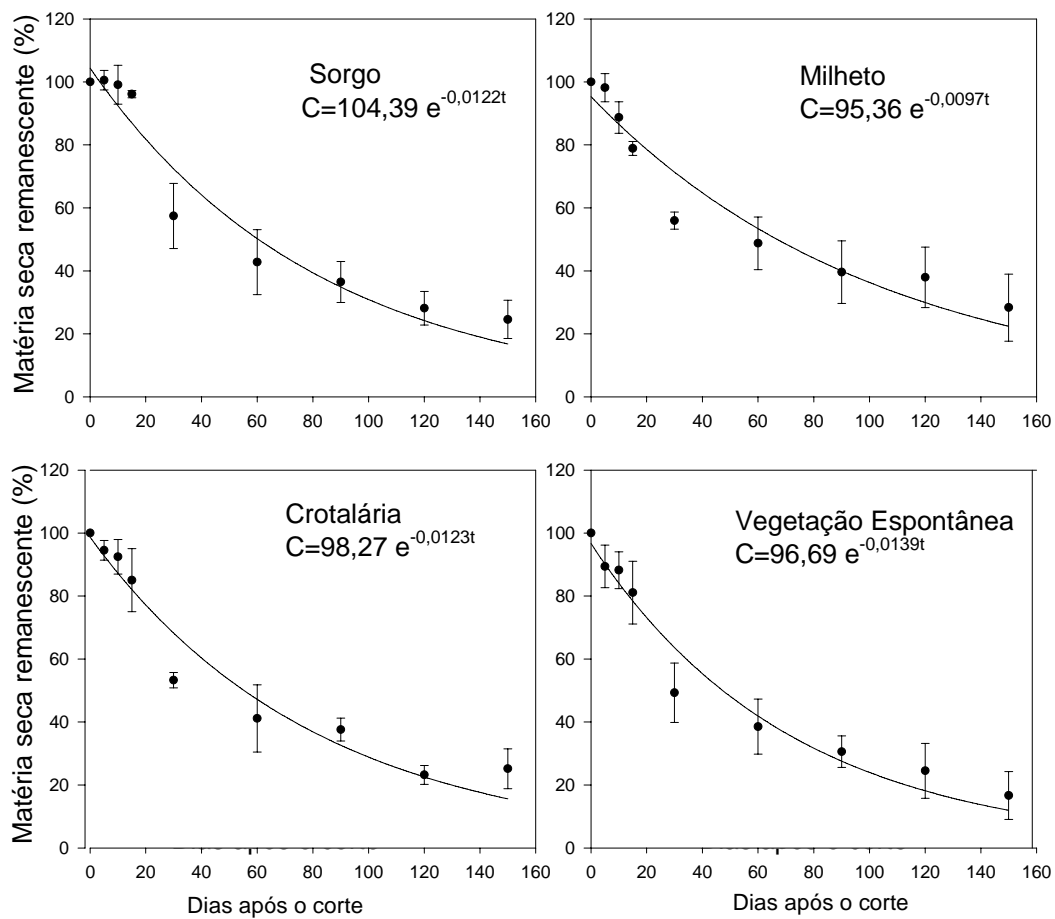


Figura 1- Percentagem de matéria seca remanescente dos resíduos vegetais utilizados como cobertura morta do solo. Experimento 1, ano 2000.

6.4 Taxa de decomposição da palhada formada após o corte das plantas de cobertura. Experimento 2, ano 2001.

A taxa de decomposição no segundo experimento foi determinada de forma semelhante ao ano anterior, considerando a proporção de matéria seca remanescente ao longo do tempo, e apresentou padrão de decomposição descrito pelo modelo exponencial simples, cujos coeficientes de determinação consolidam o ajuste da equação matemática, e os valores estão organizados na Tabela 6.

Tabela 6- Parâmetros relacionados a função $C = C_0 e^{-kt}$ ajustada para a taxa de decomposição, estimada “in situ”, dos resíduos da parte aérea das plantas de cobertura e respectivos tempo de meia vida. Experimento 2, ano 2001.

Tratamento	Parâmetros da equação de decomposição		
	K ⁽¹⁾	T _{1/2} ⁽²⁾	r ²
Sorgo	0,0084	82	0,924
Sorgo + Crotalária	0,0114	61	0,917
Crotalária	0,0108	64	0,922
Veg. Espontânea	0,0216	32	0,931

¹Constante de decomposição

²Tempo de meia vida

A palhada do sorgo apresentou menor constante de decomposição e maior tempo de meia vida indicando a importância do estágio fisiológico da planta de cobertura na cinética de decomposição. O Sorgo foi cortado quando estava na fase reprodutiva, enchimento de grãos e, de forma semelhante ao que ocorreu com milho no ano anterior, o corte em estágio avançado de maturação fisiológica acarretou no aumento do tempo de permanência da palhada, ou seja, diminuiu a taxa de decomposição. O aumento no tempo de meia vida que foi observado no sorgo e crotalária, em relação ao ano anterior, reforça a importância do manejo da planta de cobertura em função do estado fisiológico visando aumentar sua performance em relação a função desejada de proteger o solo.

Da mesma forma como foi observado no ano anterior, o tratamento com vegetação espontânea apresentou a menor taxa de decomposição cujo tempo de meia vida foi de 32 dias. Este resultado foi inferior ao obtida no ano anterior quando foi de 50 dias, provavelmente mudanças na estrutura da comunidade ou condições climáticas tenham afetado a taxa de decomposição.

A palhada do cultivo consorciado de sorgo e crotalária apresentou taxa de decomposição com tempo de meia vida de 61 dias e foi ligeiramente inferior ao obtido no tratamento com crotalária solteira, apenas 3 dias, cujo tempo de meia vida foi de 64 dias. A semelhança entre estas taxas de decomposição indicam que houve um efeito da crotalária, compensando a menor concentração de nitrogênio no sorgo ou este apresentou maior teor de N em relação ao sorgo solteiro, de tal forma que possíveis limitações deste nutriente ao desenvolvimento dos organismos decompositores foram superados pela associação entre leguminosa e gramínea.

A representação gráfica das equações obtidas para a taxa de decomposição das plantas de cobertura utilizadas no ano de 2001 encontram-se na Figura 2.

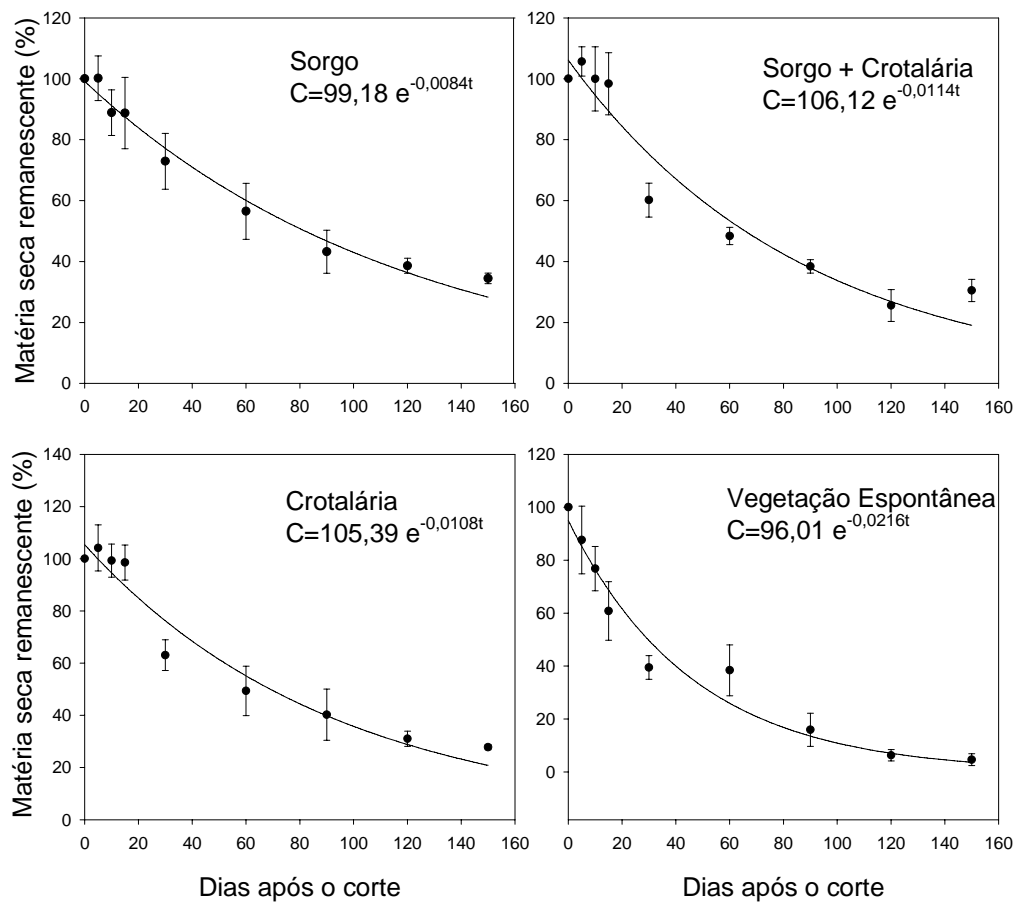


Figura 2- Percentagem de matéria seca remanescente dos resíduos vegetais utilizados como cobertura morta do solo. Experimento 2, ano 2001.

6.5 Taxa de liberação de nutrientes da palhada formada após o corte das plantas de cobertura. Experimento 1, ano 2000.

As taxas de liberação de nutrientes foram determinadas a partir da proporção de nutrientes remanescente na palhada formada após o corte das plantas de cobertura. Estas apresentaram padrão de decomposição descrito pelo modelo exponencial simples, cujos parâmetros encontram-se organizadas na Tabela 7, exceto para o elemento Ca que não foi ajustado por este modelo (ver nota Tabela 7). Ressalta-se que o modelo exponencial simples também foi o que apresentou melhor ajuste na avaliação da perda de massa da palhada.

Nota-se que o K e Ca apresentaram, respectivamente, a maior e a menor taxa de liberação de nutrientes entre os nutrientes analisados, independente da espécie utilizada para formar a cobertura morta (Tabela 7). Assim como o Ca, a taxa de liberação de magnésio foi particularmente elevada na palhada das duas gramíneas. Com exceção da palhada de crotalária, a taxa de liberação de nutrientes seguiu o padrão $K > P > N > Mg > Ca$. Na palhada de crotalária a liberação de N foi mais rápida que a de P. Torna-se relevante destacar que, enquanto o $T_{1/2}$ de N na palhada de crotalária foi de 41 dias, nas gramíneas foram maiores, alcançando até 88 dias, como no caso do milho. Esta diferença implicará, possivelmente, na disponibilidade de N para a cultura econômica crescidas nestas diferentes opções de planta de cobertura.

A partir da análise de regressão ajustada com os valores de nutrientes remanescentes nas palhadas (Figura 3) é possível identificar culturas de cobertura cujas palhadas apresentam semelhanças na liberação de nutrientes. Desta forma, nota-se que os tratamentos crotalária e vegetação apresentaram padrões semelhantes para os nutrientes N, K, Ca, Mg. O mesmo aconteceu com os tratamentos sorgo e milho em relação aos nutrientes N, P, K, Ca, Mg.

Tabela 7- Parâmetros da função $C = C_0 e^{-kt}$ e tempo de meia vida ($T_{1/2}$) da taxa de liberação dos nutrientes contidos nas palhada formada a partir dos resíduos vegetais das plantas de cobertura. Experimento 1, ano 2000.

Tratamento	Nutriente	Parâmetros da equação de decomposição		
		$K^{(1)}$ (dia^{-1})	$T_{1/2}^{(2)}$ (dias)	r^2
Sorgo	Nitrogênio	0,0105	66	0,88
	Fósforo	0,0148	47	0,86
	Potássio	0,0237	29	0,96
	Cálcio	0,0058	119	0,78
	Magnésio	0,0082	85	0,81
Milheto	Nitrogênio	0,0078	88	0,71
	Fósforo	0,0149	47	0,96
	Potássio	0,0274	25	0,96
	Cálcio*	0,0079	118	0,77
	Magnésio	0,0076	91	0,80
Crotalária	Nitrogênio	0,0166	41	0,91
	Fósforo	0,0151	45	0,80
	Potássio	0,0441	16	0,96
	Cálcio	0,0114	61	0,78
	Magnésio	0,0190	36	0,87
Vegetação	Nitrogênio	0,0140	49	0,93
	Fósforo	0,0197	35	0,78
	Potássio	0,0499	14	0,97
	Cálcio	0,0105	65	0,79
	Magnésio	0,0130	53	0,93

¹Constante de decaimento

²Tempo de meia vida

*Equação para a taxa de mineralização : $C = C_0 + a e^{-kt} + bt$

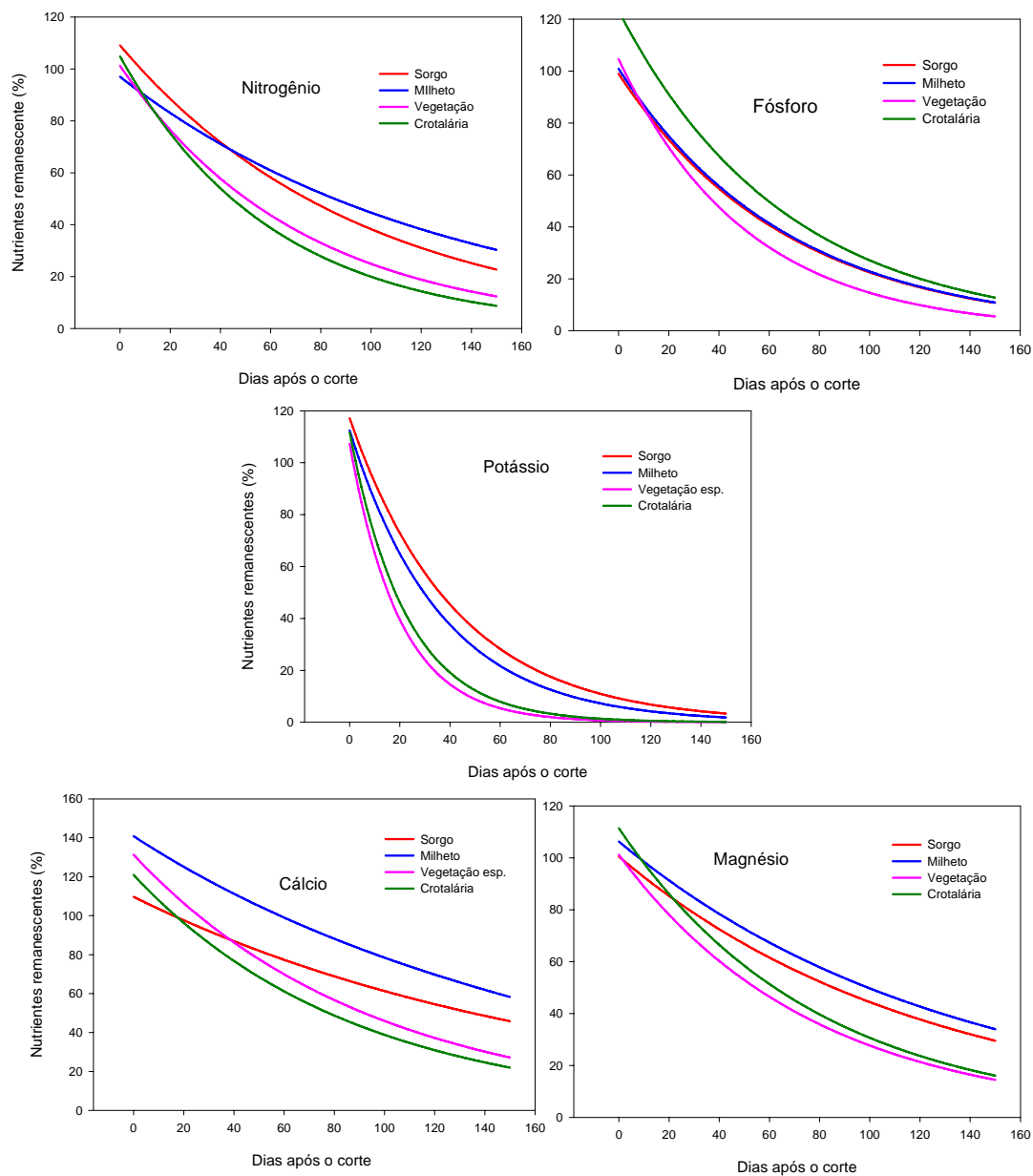


Figura 3. Liberação de nutrientes da cobertura morta formada a partir dos resíduos das plantas de cobertura deixados sobre o solo. Experimento 1, ano 2000.

6.6 Taxa de liberação de nutrientes da palhada formada após o corte das plantas de cobertura. Experimento 2, ano 2001.

A taxa de liberação de nutrientes foi determinada de forma semelhante ao ano anterior, com base na proporção de nutrientes remanescentes nas palhadas, e apresentaram padrão de decomposição descrito pelo modelo exponencial simples, cujos parâmetros encontram-se organizados na Tabela 8.

Neste ano, ao contrário do ano anterior, com os dados obtidos não foi possível estabelecer um padrão na ordem de mineralização do nutrientes, tomando como base o valor da constante de decaimento (k). A substituição do tratamento com milho, pelo consórcio entre sorgo e crotalária, provocou uma nova situação na qual este tratamento passou a ocupar uma posição intermediária entre os valores obtidos com os tratamentos de sorgo e crotalária solteiros. Apenas os nutrientes K e Ca apresentaram padrão semelhante ao ano anterior, o primeiro com as maiores taxas de mineralização enquanto o segundo apresentou as menores taxas.

Para o nitrogênio a maior taxa de mineralização foi obtida na palhada de vegetação espontânea, por outro lado o tratamento com sorgo apresentou a menor taxa. A diferença do $T_{1/2}$ para estes tratamentos alcançaram 58 dias. É interessante destacar que na palhada do consórcio a taxa de mineralização intermediária entre os valores obtidos com as palhadas de sorgo e crotalária em monocultivo. Destaca-se que a presença de crotalária em mistura com sorgo acarretou redução de 41 dias no $T_{1/2}$ do consórcio, quando comparado com sorgo solteiro e de apenas 10 dias a mais que com a crotalária solteira.

Em relação ao P, a presença de leguminosa no consórcio com sorgo não acarretou modificações na taxa de liberação deste nutriente. Nota-se porém que a liberação de P é no mínimo 15 dias mais rápida na vegetação espontânea quando comparado aos demais tratamentos.

Tabela 8- Parâmetros da função $C = C_0 e^{-kt}$ e tempo de meia vida ($T_{1/2}$) da taxa de liberação dos nutrientes contidos nas palhada formada a partir dos resíduos vegetais das plantas de cobertura. Experimento 2, ano 2001.

Tratamento	Nutriente	Parâmetros da equação de decomposição		
		$K^{(1)}$ (dia^{-1})	$T_{1/2}^{(2)}$ (dias)	r^2
Sorgo	Nitrogênio	0,0076	91	0,78
	Fósforo	0,0153	45	0,88
	Potássio	0,0303	23	0,86
	Cálcio	0,0061	114	0,78
	Magnésio	0,0081	85	0,83
Sorgo+Crot.	Nitrogênio	0,0138	50	0,83
	Fósforo	0,015	46	0,90
	Potássio	0,0303	23	0,77
	Cálcio	0,0073	95	0,57
	Magnésio	0,0129	54	0,75
Crotalária	Nitrogênio	0,0171	40	0,75
	Fósforo	0,0140	49	0,89
	Potássio	0,0338	20	0,79
	Cálcio	0,0101	69	0,76
	Magnésio	0,0238	29	0,76
Vegetação	Nitrogênio	0,0208	33	0,87
	Fósforo	0,0283	24	0,93
	Potássio	0,0497	14	0,90
	Cálcio	0,0169	41	0,82
	Magnésio	0,0428	16	0,91

¹Constante de decaimento

²Tempo de meia vida

Apesar da taxa de liberação de Ca ser a mais lenta houve uma grande amplitude entre os tratamentos, com uma diferença no $T_{1/2}$ da maior e menor taxa de 73 dias quando compara-se os tratamentos sorgo e vegetação espontânea. Como relatado para o N, a presença de crotalária provocou a diminuição em cerca de 20 dias $T_{1/2}$ do Ca no tratamento com consórcio.

O magnésio apresentou um padrão de mineralização semelhante ao nitrogênio com maior taxa de mineralização no tratamento vegetação e menor para o tratamento sorgo com uma diferença de 69 dias no tempo de meia vida nestes tratamentos. Os tratamentos com crotalária e consórcio apresentaram taxa de mineralização intermediária com tempo de meia vida de 40 e 50 dias respectivamente.

Para auxiliar a visualização da ordem de mineralização dos nutrientes foi organizado a Tabela 9 e nota-se que, apenas K e Ca apresentaram o mesmo comportamento em todos tratamentos.

Tabela 9- Ordem decrescente de mineralização dos nutrientes presentes na cobertura morta formada a partir dos resíduos das plantas de cobertura utilizadas no experimento 2, ano 2001.

Tratamento	Ordem de mineralização
Sorgo	K < P < Mg < N < Ca
Sorgo + Crotalária	K < P < N < Mg < Ca
Crotalária	K < Mg < N < P < Ca
Veg. espontânea	K < Mg < P < N < Ca

Nos gráficos obtidos a partir da análise de regressão, ajustada com os valores de nutrientes remanescentes nas palhadas (Figura 4), é possível identificar quais destes apresentaram semelhanças no padrão de mineralização quando comparados entre as plantas de cobertura.

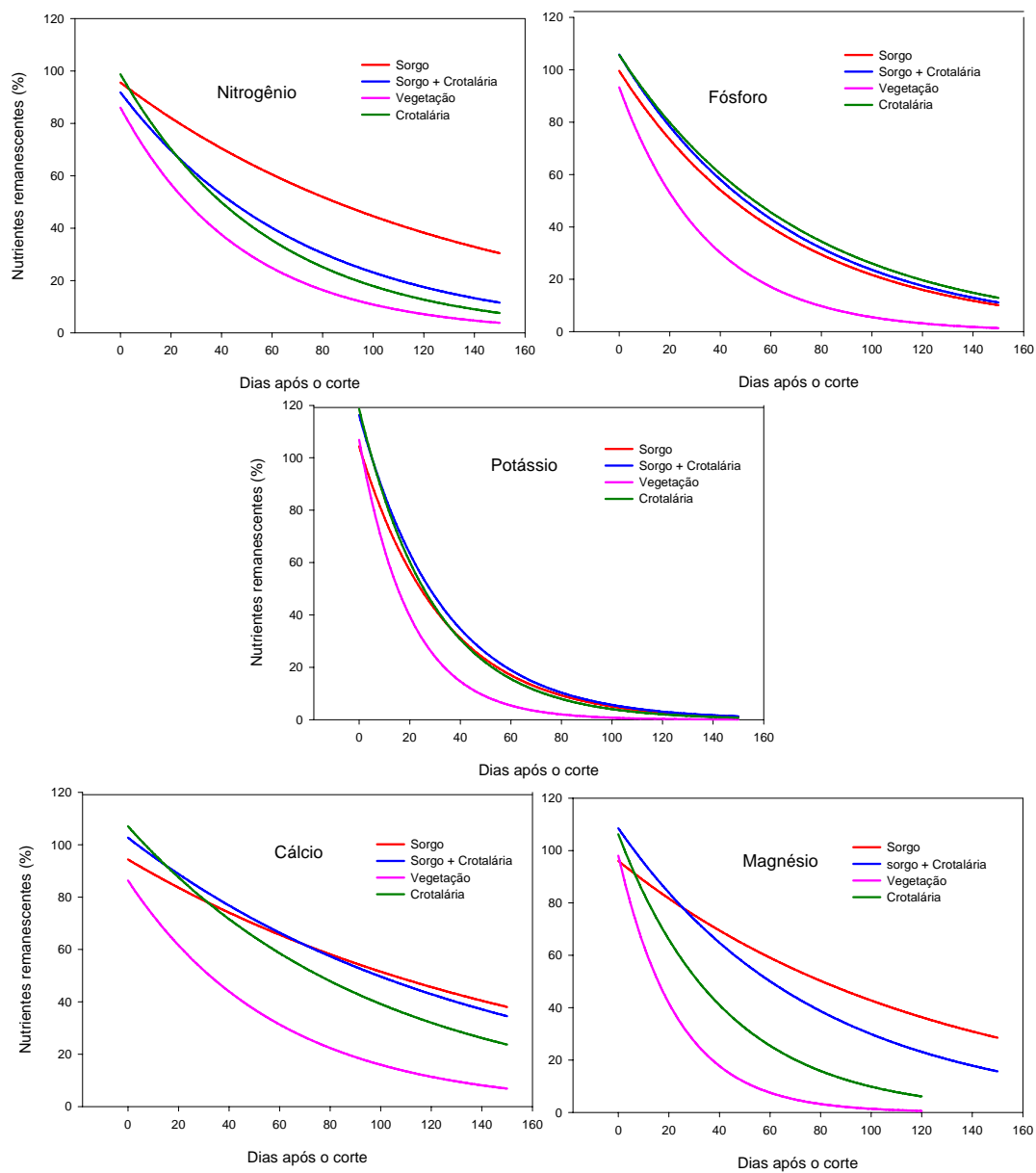


Figura 4. Liberação de nutrientes da cobertura morta formada a partir dos resíduos das plantas de cobertura deixados sobre o solo. Experimento 2, ano 2001.

6.7 Efeito das plantas de cobertura e da cobertura morta sobre a vegetação espontânea.

As plantas de cobertura podem ser utilizadas como estratégia auxiliar no manejo da vegetação espontânea. Esta proposta é decorrente do fato que, ao crescerem, ocupam nichos que ficariam disponíveis para a vegetação espontânea nos meses em que não há cultura econômica no campo. Quando a planta de cobertura é cortada, para formar a palhada, a espessa camada de resíduos impede, temporariamente, a germinação de sementes de plantas espontâneas (GLIESSMAN, 1998).

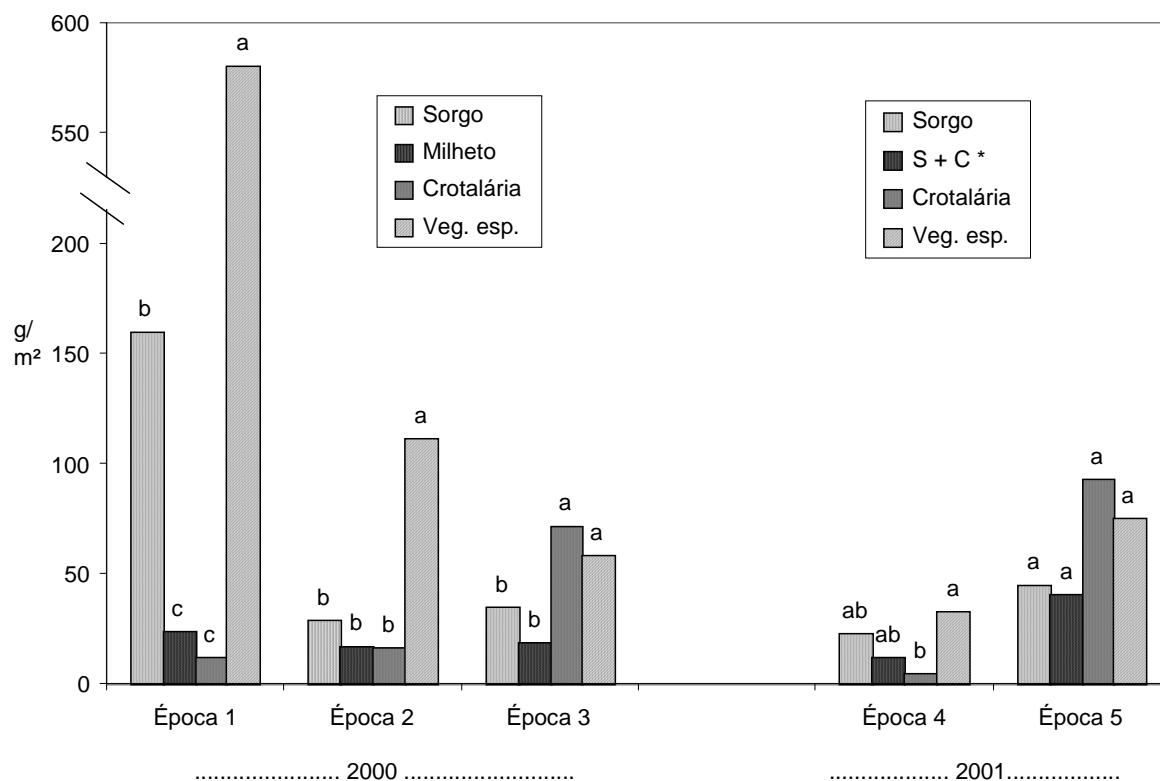
O nível de controle obtido sobre o desenvolvimento das plantas espontâneas depende de diversos fatores, entre eles condições ambientais, competição que se estabelece entre as espécies presentes em determinado ambiente, compostos químicos com propriedades alelopáticas presentes nos resíduos e a rotação de cultura adotada (TEASDALE *et al.*, 1991).

Nas Figuras 5 e 6 percebe-se o efeito das plantas de cobertura sobre a produção de matéria seca e número de indivíduos da vegetação espontânea, em cinco épocas diferentes, ao longo do período experimental. O tratamento controle é aquele em que a vegetação espontânea cresceram livremente, ou seja, sem a presença da planta de cobertura.

No primeiro experimento, ano 2000, observa-se que o tratamento com crotalária e milho foram aqueles que apresentaram maior capacidade em restringir o estabelecimento da vegetação espontânea, seja em relação a produção de matéria seca, como em relação ao número de indivíduos. Entretanto, o controle foi efetivo apenas no início da cultura do brócolos, época 1 e 2 (Figuras 5 e 6), não se prolongando até o final do ciclo devido a decomposição da palhada. O sorgo apresentou menor eficiência apenas na época 1, pois, nas épocas seguintes apresentou resultados estatisticamente semelhante aos demais tratamentos.

A pouca eficiência do sorgo pode ser atribuída ao seu crescimento inicial lento, em relação ao milho e crotalária, demorando a estabelecer um dossel uniforme capaz de restringir a penetração de luz. Também foi observado que o sorgo foi a espécie que mais apresentou sinais de estresse hídrico (folhas enroladas) permitindo o estabelecimento de plantas espontâneas.

A crotalária e o milho, além de se estabelecerem mais rapidamente, apresentaram crescimento uniforme e não mostraram sinais de estresse hídrico podendo

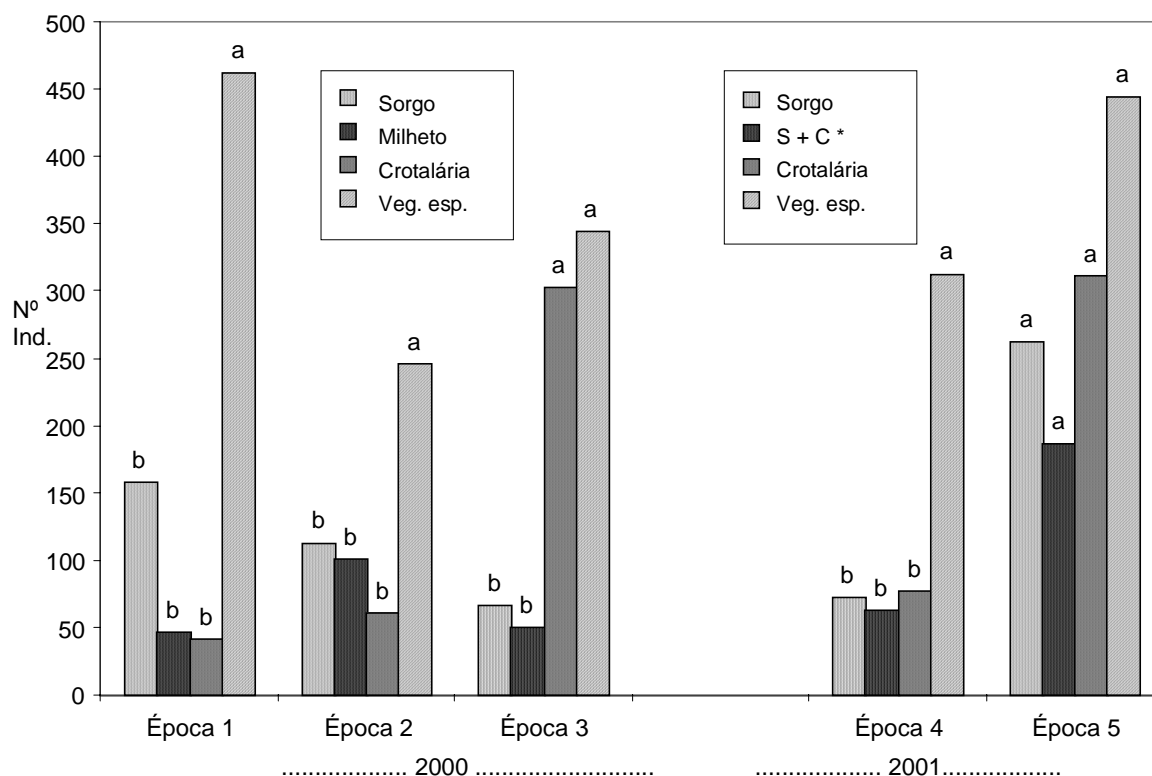


Épocas: (1) Antes do corte da planta de cobertura; (2) 28 dias após o corte da planta de cobertura;
 (3) Após colheita do brócolos; (4) 28 dias após o corte da planta de cobertura;
 (5) Após colheita do brócolos;
 (*) Sorgo + Crotalária

Figura 5- Produção de matéria seca da parte aérea da vegetação espontânea avaliada na fase final do crescimento das plantas de cobertura e após a formação da palhada.

ser consideradas boas opções para regiões onde a precipitação é irregular, obtendo maior eficiência na supressão das plantas espontâneas. No local onde foi desenvolvido este experimento é comum a ocorrência de verânicos em janeiro e fevereiro (Figuras 12 e 13, Apêndice) e o milho e crotalária podem ser mais apropriadas para a região.

ABDUL-BAKI & TEASDALE (1993) consideram a escolha da planta de cobertura ideal para determinada condição ambiental como fator chave para o bom desempenho do plantio direto, daí a necessidade de propor modelos específicos, se possível, a nível de propriedade conforme proposta de CALEGARI (1998).



Épocas: (1) Antes do corte da planta de cobertura; (2) 28 dias após o corte da planta de cobertura;
 (3) Após colheita do brócolos; (4) 28 dias após o corte da planta de cobertura;
 (5) Após colheita do brócolos;
 (*) Sorgo + Crotalária

Figura 6- Número de indivíduos da vegetação espontânea avaliados na fase final do crescimento das plantas de cobertura e após a formação da palhada.

Quando a planta de cobertura é transformada em cobertura morta, a camada de palha evita o restabelecimento da comunidade de vegetação espontânea, inibindo a germinação de sementes, através de substâncias alelopáticas, ou evitando o estímulo à germinação. Assim, há um efeito complementar da planta de cobertura em dois momentos, o primeiro quando ela é estabelecida e o segundo quando é transformada em cobertura morta. A avaliação da comunidade de plantas espontâneas aos 28 dias após o corte da planta de cobertura fornecem informações sobre a capacidade da palhada, obtida com os resíduos das plantas de cobertura, evitar o restabelecimento das plantas espontâneas e corresponderam às épocas 2 e 4 (Figuras 5 e 6). Nestas avaliações a rebrota do sorgo e milho foram consideradas como plantas espontâneas, porque se não eliminadas, prejudicariam o desenvolvimento da cultura principal. No ano 2000 a rebrota correspondeu a 65 % e 47 % do total de indivíduos, respectivamente, nos

tratamentos sorgo e milho. este dado foi obtido da análise de estrutura da comunidade de plantas espontâneas, correspondendo à densidade relativa, que se encontram no apêndice (Tabelas 22 e 23).

A estrutura da comunidade da vegetação espontânea avaliada após a colheita do brócolos, ou seja, época 3 do ano 2000 encontra-se no Tabela 23 (Apêndice). Nela pode-se identificar maiores mudanças, quando comparado aos Tabelas 21 e 22 (Apêndice), onde pode se observado o restabelecimento de espécies de plantas espontâneas cujo crescimento foi restringido.

A crotalaria, que apresentou resultados semelhantes aos obtidos com sorgo e milho nas épocas 1 e 2, comportou-se de forma diferente na época 3, quando foi estatisticamente semelhante ao tratamento com vegetação espontânea (Figura 5 e 6). Este resultado mostra a menor eficiência da crotalaria em evitar o desenvolvimento da vegetação espontânea depois que esta é transformada em cobertura morta, provavelmente em função da sua maior taxa de decomposição e, apesar da persistência do caule sobre o terreno este não proporciona boa cobertura, cuja palhada é desuniforme e mal distribuída sobre o solo. Deve-se considerar também que a liberação de nutrientes, via decomposição da crotalaria, possa ter contribuído para a nutrição da vegetação espontânea. Uma alternativa para prolongar o efeito da cobertura morta com crotalaria seria deixá-la com o implemento conhecido como rolo faca e não cortá-la, como foi feito neste trabalho, desta forma a planta de cobertura é mantida mais íntegra retardando a decomposição.

No ano de 2001 não foram coletados dados da comunidade de plantas espontâneas antes do corte dos tratamentos, entretanto, foi observado o mesmo efeito do ano anterior aos 28 dias, quando o tratamento com crotalaria foi o mais eficiente em restringir o desenvolvimento de plantas espontâneas (Figura 5). Quanto a produção de matéria verde os tratamentos com vegetação espontânea, sorgo e consórcio sorgo + crotalaria foram estatisticamente semelhantes apresentando maior produção comparado ao tratamento com crotalaria. Quanto ao número de indivíduos (Figura 6) o tratamento com vegetação espontânea foi superior aos demais na época 4. Para trabalhos futuros é necessário definir qual avaliação é mais útil para análise de plantas espontâneas, ou seja, massa fresca ou número de indivíduos.

A avaliação no final do ciclo, época 5 (Figuras 5 e 6), confirmou a tendência observada com o tratamento crotalaria no ano anterior, ou seja, é eficiente em restringir o crescimento das plantas espontâneas nos primeiros dias após o corte e, com o tempo,

favorecer o desenvolvimento destas, principalmente quanto ao efeito sobre a acumulação de matéria fresca, superior à testemunha, embora o número de indivíduos seja menor.

A rebrota do sorgo foi considerada como vegetação espontânea, semelhante ao ano anterior, representado 34 % e 22 % da comunidade de invasoras nos tratamentos, respectivamente, sorgo e sorgo + crotalária (Tabela 24, Apêndice), com valores inferiores aos observados no ano anterior. A rebrota de menor intensidade pode ser decorrente de influência climática, devido a época mais tardia do corte em relação ao ano anterior. A menor rebrota observada em 2001 é válida para desdobramentos futuros, pois, se acarretar menor esforço na capina, será desejável no manejo orgânico.

Foram catalogadas quatorze espécies de plantas espontâneas durante a realização do trabalho. Os nomes das espécies encontradas em cada época de amostragem encontram-se nas Tabelas 1 a 5 (Apêndice). Dentre elas destacam-se três espécies (*Cyperus sp*, *Digitaria sanguinalis* e *Commelina sp*). Estas podem ser consideradas com potencial para indicadoras de transformações na comunidade de plantas espontâneas ou como referencial de manejo.

A tiririca (*Cyperus sp*) foi a espécie dominante, conforme pode ser observado nas Figuras 7 a 11. O efeito da planta de cobertura para controlá-la pode ser observado nas épocas 2 e 4, ou seja, 28 após o corte das plantas de cobertura. Na Tabela 22 (Apêndice) nota-se a efetiva redução do número de indivíduos desta espécie, em comparação com a testemunha, quando a planta de cobertura era o sorgo ou o milho, foram 580 indivíduos na testemunha contra 56 e 99 indivíduos, respectivamente, nos tratamentos sorgo e milho. No ano de 2001 o sorgo apresentou efeito idêntico, diminuindo o número de indivíduos desta espécie (Tabela 24, Apêndice). Embora o número de indivíduos tenha aumentado no final do ciclo do brócolos (Tabelas 23 e 25) espera-se que, com a utilização freqüente do sorgo e milho, seja possível controlar parcialmente a tiririca.

A digitária (*Digitaria sanguinalis*) foi a espécie sobre a qual foi mais efetivo o controle exercido pelas plantas de cobertura. Na Figura 7 nota-se que as gramíneas representam, aproximadamente, 1/3 da população de plantas espontâneas antes do corte das plantas de cobertura, sendo a digitária a espécie dominante entre as gramíneas amostradas (Tabela 21, Apêndice). Ao longo do ciclo do brócolos (Figuras 8 e 9) a digitária permanece em nível abaixo de 2% entre as gramíneas (Tabela 22 e 23, Apêndice). O comportamento da digitária repete-se no ano 2001 (Figuras 10 e 11),

indicando que esta espécie pode ser controlada com o manejo proposto neste trabalho e não representa problema para a cultura principal.

A trapoeraba (*Commelina sp*) pode ser considerada como uma alternativa para a cobertura viva do solo após o corte da planta de cobertura, pois apresentou crescimento sincronizado com o brócolos, ou seja, cobre o solo sem aparentemente competir por luz e água, recursos pelos quais possivelmente não ocorre competição neste sistema. A capacidade da trapoeraba de crescer entre a palhada formada após o corte das plantas de cobertura foi evidente nos dois experimentos. Nas Tabelas 22 e 24 (Apêndice), nota-se que a população de trapoeraba foi, em média, a terceira espécie mais comum entre os tratamentos.

Se por um lado as plantas espontâneas são problemas no manejo da cultura de interesse econômico, estas podem ser exploradas, se devidamente manejadas, como alternativas para a ciclagem de nutrientes, devido aos elevados teores de nutrientes que possuem (Tabelas 2 e 4) e a rápida taxa de liberação dos nutrientes (Tabelas 7 e 8). Além deste aspecto, deve ser destacada a possibilidade de explorá-las como coberturas vivas de solo, para culturas tolerantes a competição, cabendo identificar e manejar aquelas com potencial para cumprir esta função.

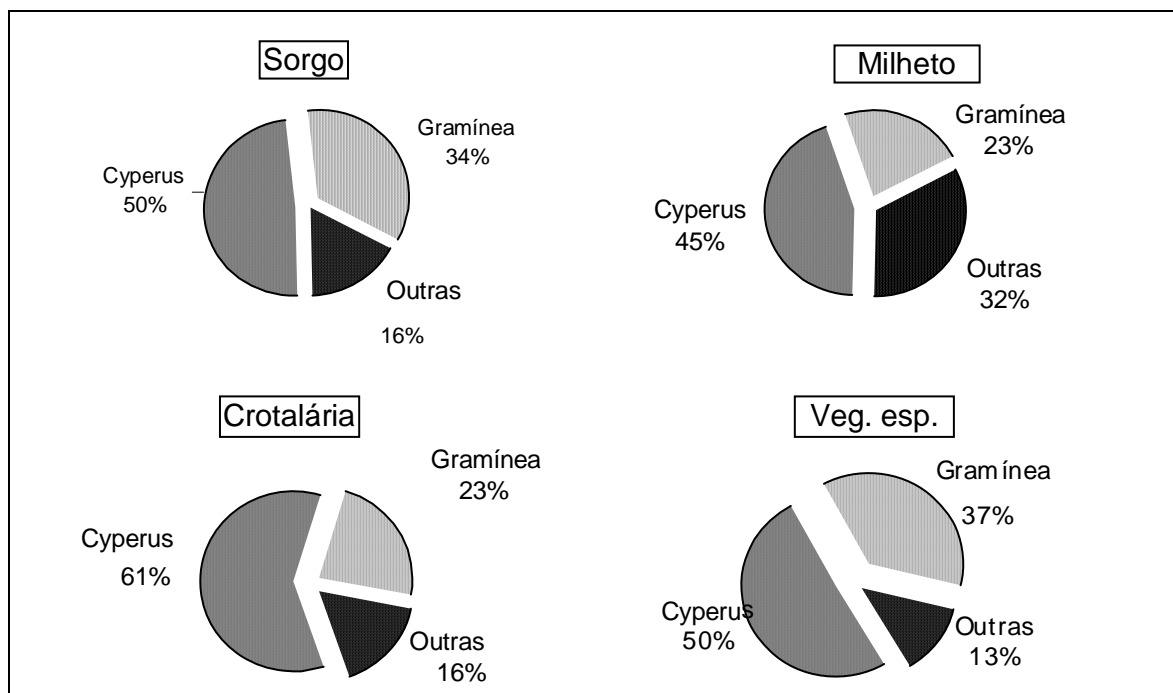


Figura 7-Distribuição de espécies da vegetação espontânea na fase de crescimento das plantas de cobertura. Experimento 1, ano 2000.

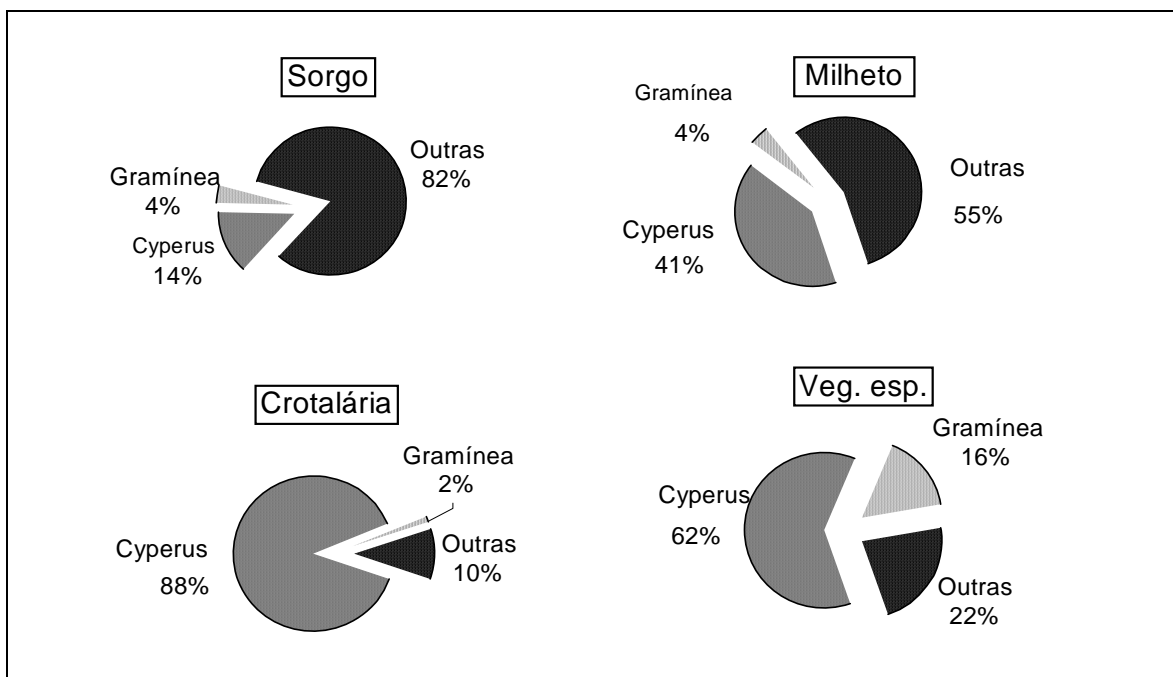


Figura 8- Distribuição de espécies da vegetação espontânea aos 28 dias após o corte das plantas de cobertura, época 2. Experimento 1, ano 2000.

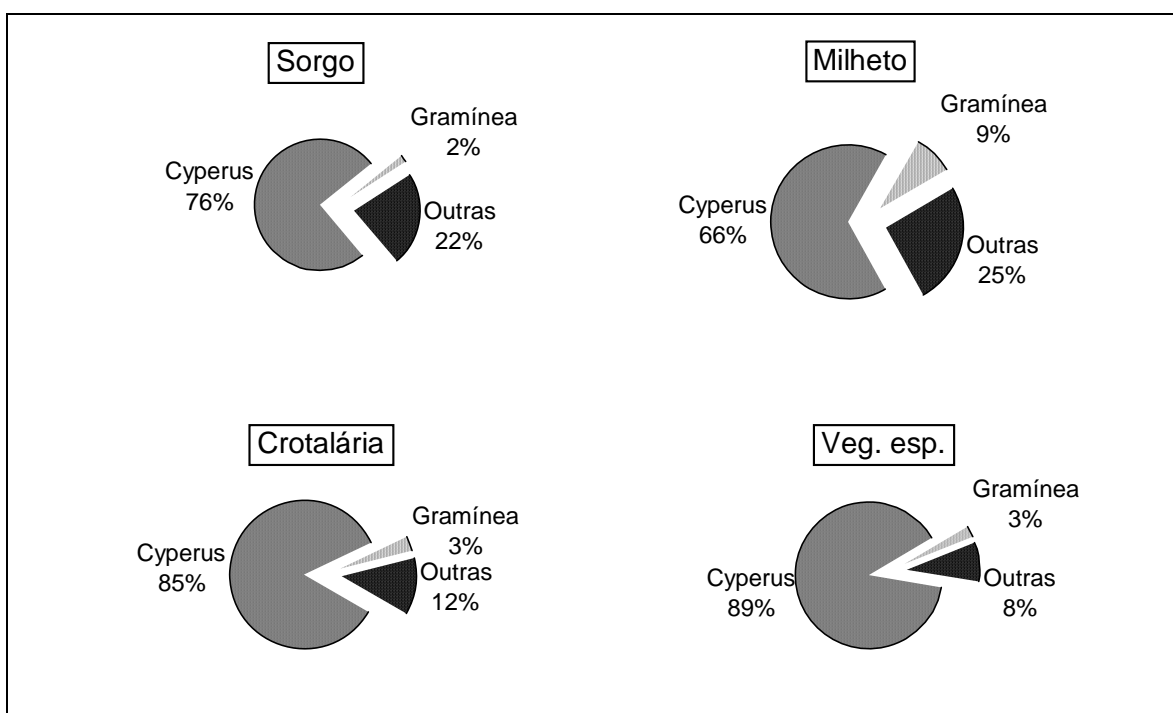


Figura 9- Distribuição de espécies da vegetação espontânea no final do ciclo do brócolos, época 3. Experimento 1, ano 2000.

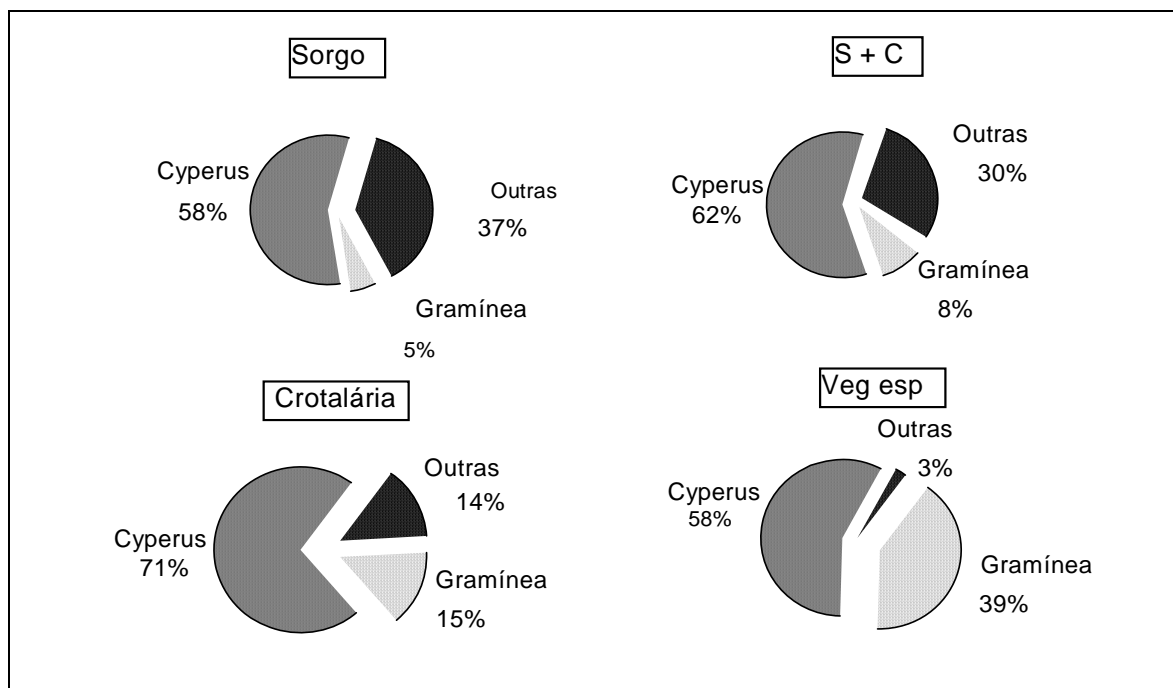


Figura 10- Distribuição de espécies da vegetação espontânea aos 28 dias após o corte das plantas de cobertura, época 4. Experimento 2, ano 2001.

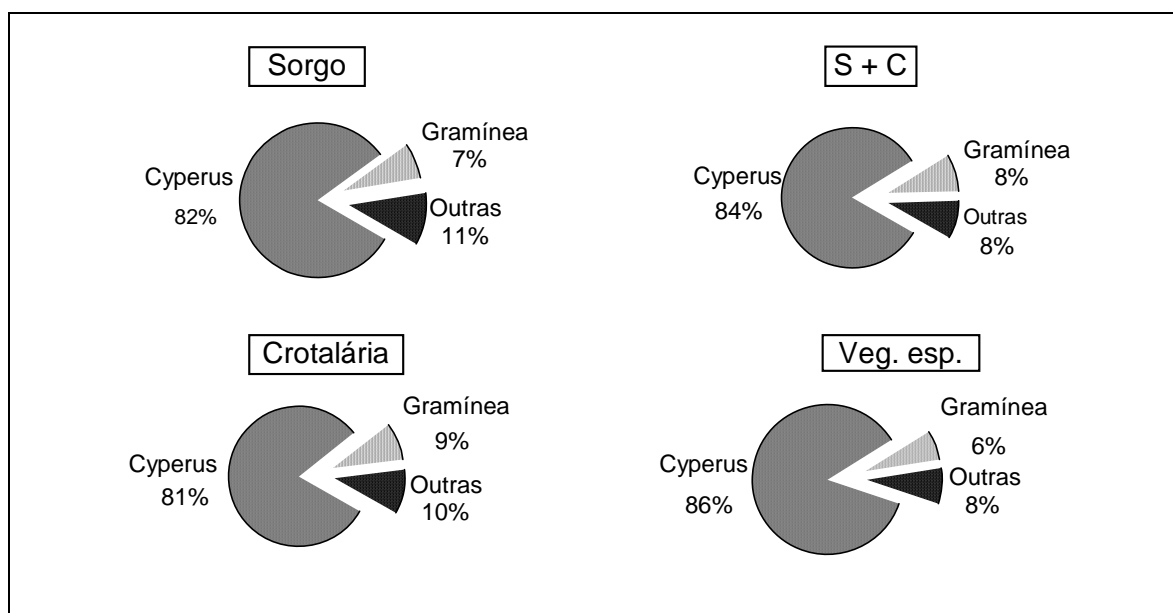


Figura 11- Distribuição de espécies da vegetação espontânea no final do ciclo do brócolos, época 5. Experimento 2, ano 2001.

6.8 Teor de nutrientes na folha índice e produção de brócolos. Experimentos 1 e 2, ano 2000/2001.

O teor de nutrientes nas folhas da base da inflorescência é, segundo RAIJ *et al.* (1996) um indicador do estado nutricional da planta e os teores considerados ideais para o brócolos encontram-se na faixa de 3 a 5,5 % para N; 3 a 8 g/kg para P; 20 a 40 g/kg para K; 12 a 25 g/kg para Ca; 2,5 a 6 g/kg para Mg.

Os resultados obtidos da análise de nutrientes da folha índice encontram-se nas Tabela 10 e 11. Comparando os valores obtidos com aqueles considerados ideais por RAIJ *et al.* (1996) percebe-se que todos os tratamentos, dos experimentos de 2000 e 2001, proporcionaram um bom estado nutricional do brócolos.

Tabela 10- Teor de nutrientes na folha índice de brócolos cultivado sobre palhada das plantas de cobertura. Experimento 1, ano 2000.

Tratamento	Teor de nutriente				
	N	P	K	Ca	Mg
	-----g/kg-----				
Sorgo	51,52 a ¹	6,68 a	28,75 ab	17,58 a	3,46 a
Milheto	49,98 a	5,38 a	29,25 a	17,78 a	3,39 a
Crotalária	48,33 a	5,21 a	25,75 b	19,05 a	3,41 a
Vegetação	51,39 a	5,64 a	28,75 ab	15,90 a	3,34 a

Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

No primeiro ano a análise de variância identificou diferença entre tratamentos apenas para o elemento K. Este apresentou maior concentração na folha índice para o tratamento milho (Tabela 10), que foi o tratamento com maior acumulação de K na palhada (Tabela 2). No ano seguinte foi identificada diferença entre tratamentos para a concentração de N e P na folha índice do brócolos nos tratamentos com crotalária e sorgo + crotalária, cujos comportamento foram semelhantes com maiores teores de N e P na presença de crotalária independente se em monocultivo ou consorciada (Tabela 11).

A análise do teor de nutrientes na folha índice, de uma maneira geral, não foi capaz de identificar diferenças entre os tratamentos, exceto para potássio em 2000 e nitrogênio e fósforo em 2001. Talvez este procedimento, análise de folha índice, não seja o método mais eficiente para identificar efeito dos tratamentos sendo necessário identificar método mais apropriado como a análise da seiva de pecíolo.

SHELP (1987) avaliou a composição de nutrientes de brócolos em condições controladas, quando fertilizados com diferentes fontes e níveis de nitrogênio, através da

determinação do teor de nutrientes na seiva de pecíolos e encontrou diferenças para os tratamentos. A análise de seiva de pecíolo tem sido utilizada como um método para análise de nitrogênio sendo recomendada como uma forma de avaliar o estado nutricional do brócolos nas primeiras semanas após o transplante.

Também deve-se admitir que os teores considerados adequados na literatura apresentam faixa muito ampla, indicando que outros fatores, além do estado nutricional, também influenciam na produção. Entre estes fatores variações climáticas clima ou comportamento de cultivar.

Tabela 11- Teor de nutrientes na folha índice de brócolos cultivado sobre palhada das plantas de cobertura. Experimento 2, ano 2001.

Tratamento	Teor de nutriente				
	N	P	K	Ca	Mg
	-----g/kg-----				
Sorgo	43,91 b ¹	3,34 b	21,75 a	18,57 a	2,55 a
Sorgo+Crot.	49,85 a	4,39 a	21,25 a	19,30 a	2,62 a
Crotalária	50,07 a	4,49 a	22,00 a	20,15 a	2,57 a
Vegetação	46,88 a b	4,04 ab	21,50 a	18,82 a	2,70 a

Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Quanto aos resultados relativos a produção da parte comercial, inflorescência, houve efeito dos tratamentos nos anos 2000 e 2001 (Tabela 12 e 13). No ano 2000 a produção de inflorescência verde obtida nos tratamentos sorgo, milho e crotalária foram estatisticamente semelhante porém superior ao resultado obtido com o tratamento vegetação espontânea. Quando avaliado a massa da inflorescência seca os tratamentos sorgo, milho, crotalária foram estatisticamente semelhantes, entretanto apenas o tratamento com crotalária foi estatisticamente superior ao tratamento com vegetação espontânea (Tabela 12).

Tabela 12- Produção média e produtividade da inflorescência de brócolos em plantio direto sobre palhada de diferentes plantas de cobertura. Experimento 1, ano 2000.

Tratamento	Produção de brócolos (g/inflorescência)		Produtividade de brócolos (Mg/ha)
	Massa inf. verde	Massa inf. seca	Massa infl. verde
Sorgo	339,3 a ¹	40,1 a b	6,772 a
Milheto	341,2 a	40,4 a b	6,810 a
Crotalária	372,1 a	43,0.a	7,428 a
Vegetação esp.	245,8 b	31,7 b	4,907 b
C.V.	5,95	7,51	5,95

¹Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

No ano 2001, a maior produtividade de inflorescência verde, produção massa verde e seca foi obtida no tratamento com crotalária que estatisticamente semelhante a promovida pelo consórcio sorgo + crotalária. Entretanto, não houve diferença entre o promovido pelo consórcio e os demais tratamentos (Tabela 13).

Tabela 13- Produção média e produtividade da inflorescência de brócolos em plantio direto sobre palhada de diferentes plantas de cobertura. Experimento 2, ano 2001.

Tratamento	Produção de brócolos (g/inflorescência)		Produtividade de brócolos (t/ha)
	Massa inf. verde	Massa inf. seca	Massa infl. verde
Sorgo	592,9.b ¹	55,8 b	11,833 b
Sorgo + Crot.	700,1 ab	64,0 ab	13,972 ab
Crotalária	784,0 a	71,9 a	15,647 a
Vegetação esp.	590,9 b	53,0 b	11,793 b
C.V.	8,72	8,83	8,72

¹Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A crotalária proporcionou um incremento de 756 Kg de inflorescência de brócolos em relação a sorgo no primeiro ano. Quando esta comparação é feita no segundo ano o incremento foi de 3.814 Kg. Este aumento na produtividade foi consequência de variações climáticas e das diferenças entre as duas variedades de utilizadas, Baron e Legacy. A produtividade do brócolos sobre palhada de sorgo aumentou em 75 %, de um ano para o outro, enquanto sobre palhada de crotalária o aumento foi de 110 %. Este resultado pode ser atribuído a efeito residual,

provavelmente associado ao nitrogênio que, ao prolongar seu efeito, pode ser desejável em termos de sustentabilidade do sistema devido ao efeito cumulativo.

O efeito marcante que destaca o benefício de uma planta de cobertura adequada para cumprir determinada função, melhorando o rendimento da cultura econômica, foi o incremento obtido na produção com a simples introdução da crotalária em consórcio com o sorgo. No experimento do ano 2001 o tratamento com sorgo + crotalária obteve produção 18% maior em relação ao tratamento com sorgo solteiro demonstrando a possibilidade de ganho na produção com a manipulação da qualidade dos resíduos das plantas de cobertura.

7 CONCLUSÕES

As produções de matéria seca do sorgo, milho e da crotalária foram semelhantes e proporcionaram formação de palhada com níveis acima dos considerados ideais para o sistema plantio direto.

Sorgo, milho e crotalária reduziram o desenvolvimento da vegetação espontânea em dois momentos distintos, antes de serem cortados, via competição, e após o corte por intermédio da palhada mantida sobre o solo.

A palhada obtida com o consórcio entre sorgo e crotalária apresentou características desejáveis quanto a sincronia no desenvolvimento, produção de matéria seca total, acumulação de nutrientes, taxa de decomposição e de liberação de nutrientes, associando, desta forma, os benefícios inerentes a cada uma destas espécies.

A cobertura do solo com as palhadas das gramíneas e da leguminosa proporcionaram aumento nos teores, respectivamente, de K e N na folha índice do brócolos.

A espécie de planta de cobertura adotada para a produção orgânica de brócolos, em sistema de plantio direto, tem reflexo no rendimento comercial desta cultura, que foi maior quando utilizou-se a crotalária solteira ou consorciada com sorgo.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos apontam que é possível cultivar brócolos sem o revolvimento convencional do solo e coloca em evidência novos desafios no sentido de ampliar e ajustar o sistema plantio direto para diversas espécies de hortaliças e ambientes.

Para viabilizar esta proposta é necessário aprofundar o conhecimento das interações que ocorrem entre componentes deste sistema, de tal forma que, possíveis dificuldades sejam contornadas, p. ex., as relacionadas ao comportamento da fauna, benéfica ou nociva, manejo de plantas espontâneas, nutrição.

Esta proposta representa uma profunda mudança de valores em uma das ações mais elementares da agricultura, preparar o solo, fato este que implicará na necessidade de implementar ações que possam facilitar a adoção desta proposta por parte dos agricultores. Como o sistema plantio direto é uma realidade, aplicá-lo na produção de hortaliças é questão de tempo, cabendo aos órgãos de pesquisa, ensino e extensão participarem de forma efetiva no desenvolvimento desta abordagem inovadora para preparo do solo.

A utilização de plantas de cobertura (Foto 1, Apêndice), em rotação com hortaliças, é fundamental para o desempenho do sistema plantio direto e, infelizmente, não é uma prática comum entre produtores de hortaliças. Ações visando estimular a adoção de plantas de cobertura devem ser focada na sua multi-funcionalidade, que vão além da formação da palhada (Foto 2, Apêndice), necessária para proteção e atividade biológica do solo.

O desenvolvimento de máquinas, implementos e ferramentas apropriadas para o manejo de hortaliças sobre palhadas ainda é um desafio e, com criatividade e persistência, algumas dificuldades podem ser superadas. Para preparar as covas, p. ex., pode ser utilizada a pá de corte reto (Foto 3, Apêndice) em substituição à enxada, e não apresenta dificuldade para a aplicação de adubo orgânico e transplantio das mudas (Fotos 4 e 5, Apêndice).

As duas primeiras semanas são importantes para o estabelecimento das mudas no campo e a irrigação (Foto 6, Apêndice) deve ser frequente. Neste período ocorre a rebrota do sorgo (Foto 7, Apêndice), que poderá competir com o brócolos, e para minimizá-la o ideal é que o tempo entre o corte das plantas de cobertura e o transplantio seja de aproximadamente uma semana.

Nas primeiras semanas também ocorrem perdas de plântulas devido, principalmente, ao ataque de lesmas e grilos, causando danos nas folhas (Foto 8, Apêndice). Embora o brócolos tenha boa capacidade de recuperação, as plântulas com danos severos podem ser substituídas, por novas mudas, nas duas primeiras semanas, desde que tenha produzido mudas suficientes para este objetivo.

Nos dois anos experimentais houve ocorrência de *Hellula phidilealis*, cuja fase larval causa danos irreversíveis no meristema apical das mudas (Foto 9, Apêndice), principalmente nas primeiras seis semanas. O controle com *Bacillus thuringiensis* não foi eficiente, uma vez que a lagarta fica protegida na galeria que constrói, sendo necessário pulverizações frequentes direcionadas para o meristema apical. Nos dois anos observou-se que a severidade do dano diminui à medida que o brócolos cresce e, mesmo que a lagarta esteja na planta, ela não atinge o meristema apical.

Em relação aos problemas com insetos cabe refletir se a sua presença ocorre em função do manejo proposto neste trabalho ou se, gradativamente, tem se transformado em um problema para a produção de brócolos, principalmente em manejo orgânico, e não em função da presença de palhada sobre o solo.

Evitar o crescimento da vegetação é a atividade que mais demanda mão de obra na produção orgânica, havendo grande interesse em identificar meios para minimizar a necessidade de capinas e o sistema plantio direto é uma opção. O controle de plantas espontâneas com enxada (Foto 10, apêndice) não é difícil para ser realizada neste sistema.

De acordo com o relato dos operários, apesar da palhada presente sobre o solo, o tempo e o esforço necessários para capinar a área experimental não foram maiores que as áreas com ausência de palhada. Percebe-se que os operários sentem dificuldades para iniciar a ação, pouco comum para eles quando realizada sobre palhada, entretanto, após alguns minutos, encontram a melhor forma de desempenhar a tarefa.

A decisão de fazer a segunda capina, aproximadamente 40 dias após o transplântio, depende das condições locais e crescimento do brócolos. Nesta época cerca de 1/3 da palhada já foi decomposta, o brócolos ainda não apresenta tamanho suficiente para cobrir toda a superfície do solo e já é possível perceber sinais da formação da inflorescência (Foto 11, Apêndice), assim a decisão de fazer a segunda capina depende da vivência com a cultura e, sendo necessária, deve ser superficial, evitando danificar folhas e raízes. Ainda com relação à capina, cabe destacar que é comum entre os agricultores fazer a amontoa. A presença da palhada representa dificuldade para realizar

esta operação, mas não impede de realizá-la, desde que seja feita com menor intensidade, procurando trazer parte da palhada para próximo da planta.

A adubação de cobertura pode ser feita logo após as capinas e, deve-se destacar que este é um componente do processo de implementação do sistema plantio direto para hortaliças que necessita ser aprofundado, visando obter maior rendimento da cultura.

A produção de brócolos é viável com a utilização do sistema plantio direto (Foto 12, Apêndice) e, com o aprofundamento e domínio desta técnica, poderá auxiliar no aumento da sustentabilidade de unidades de produção orgânica.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- ALMEIDA, D.L. de; SILVA, V. V.; GUERRA, J.G.M. Viabilidade do cultivo mínimo de couve-flor. In: **II Simpósio de Agricultura Ecológica; 2., Encontro de Agricultura Ecológica**, 1999, Guaíba, RS. Agricultura Ecológica. Guaíba, RS: Editora Agropecuária, 1999. v.2. p.389-393.
- ALMEIDA, F.S. Controle de ervas. In: **Plantio Direto no Estado do Paraná**. Londrina: IAPAR, 1981, p. 101-144. (Circular 23).
- ALMEIDA, F.S. **Controle de plantas daninhas em plantio direto**. Londrina: IAPAR, (circular 67), 34 p. 1991.
- ALVARENGA, R.C.; CABEZAS, W.A.L.; CRUZ, J.C.; SANTANA, D.P. Plantas para cobertura do solo para sistema de plantio direto. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte. v. 22, p. 25-36. 2001.
- ABDUL-BAKI, A.; TEASDALE, J.R. A no-tillage tomato production system using hairy vetch and subterranean clover mulches. **Hort Science**, Alexandria, v. 28, p. 106-108, 1993.
- ABDUL-BAKI, A.; MORSE, R.; DEVINE, T.; TEASDALE, J.R. Broccolis production in forrage soybean and foxtail millet cover crop mulches. **Hort Science**, Alexandria, v. 32, p. 836-839, 1997.
- ABDUL-BAKI, A.; TEASDALE, J.R. Snap bean production in convencional tillage in no-til hairy vetch mulch. **Hort Science**, Alexandria, v. 32, p. 1191-1193, 1997.
- AKEMO, M.C.; BENNETT, M.; REGNIER. Tomato growth in spring-sown cover crops. **Hort Science**, Alexandria, v. 35, p. 843-848, 2000..
- AMADO, T.C.A.; SILVA,E.; TEIXEIRA, L.A.J. Cultivo mínimo de cebola: máquina para o preparo do solo nas pequenas propriedades. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 5, p.25-26, 1992.
- ANDERSON, J.M.; INGRAM, J.S.I. **Tropical soil biology and fertility: a handbook of methods**. Wallingford: CAB International, 1989. 171 p.

- ANDRÉN, O.; BENGTSSON, J.; CLARHOLM, M.; Biodiversity and species redundancy among litter decomposer. In: **The Significance and Regulation of Soil Biodiversity**. H.P. Collins, G.P. Robertson & M.J. Klug (Ed). Kluwer Academic Publishers. 1993. 292p.
- ANDERSON, J.M., INESON, P.; HUIH, S.A. Nitrogen and cation mobilization by soil fauna feeding on leaf litter and soil organic matter from deciduous woodlands. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 15, p.463-467, 1983.
- BARRY, R.; PARKINSON, D.. Aspen and pine leaf litter decomposition in laboratory microcosms. II. Interactions of temperature and moisture level. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 66, p. 1966-1973, 1988.
- BATAGLIA, O.C.; FURLANI, A.M.C., TEIXEIRA, J.P.F.; GALLO, J.R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1983. n.p. (IAC, Boletim, 78)
- BAYER, C.; MIELNICZULK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O. (eds). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Genesis. 1999. p.
- BERENDESE, F.; BERG, B.; BOSATA, E. The effect of lignin and nitrogen decomposition of litter in nutrient-poor ecosystems: a theoretical approach. **Canadian Journal of Botany**. Ottawa, v. 65, p. 1116-1120, 1987.
- BLAIR, J.M. Nutrient release from decomposing foliar litter of three species with special reference to calcium, magnesium and potassium dynamics. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 110, p. 49-45, 1988.
- BONAMIGO, L.A. A cultura do milho no Brasil, implantação e desenvolvimento no cerrado. In NETO, A.U.L. de F. *et al.* Eds. Workshop internacional de milho. **Anais**. Plamaltina: Embrapa Cerrados, 1999, p. 87-95.
- BREMNER, J.; MULVANEY, C.S. nitrogen total. In: PAGE, A.L., (ed.) **Methods of soil analysis**. Part 2. 2. ed. Madison: Soil Science society of America, 1982. p. 595-624.
- BRIDGES, D.C. Ecology of weeds. In. **Handbook of weed management systems**. SMITH, A.E. (Ed.) 741 p. 1995.

- BROW, S.; ANDERSON, J.M.; WOOMER, P.I.; SWIFT, M.J. **Soil biological processes in tropical ecosystems**. In The biological management of tropical soil fertility. Woomeer, P.L. & Swift, M.J. Ed. TSBF Wiley-Sayce Publication. 1994. 243 p.
- CALEGERI, A. Espécies para cobertura do solo. In: DAROLT, M.R. org. **Plantio direto: pequena propriedade sustentável**. Londrina: IAPPAR. 1998. p.65-93.
- CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISSANI, E.A.; WILDNER, L.P.; COSTA, M.B.B.; ALCANTARA, P.B.; MYASAKA, S.; AMADO, T.J.C. **Adubação verde no sul do Brasil**. Rio de Janeiro: AS-PTA. 1992. 346 p.
- CONSTANTINIDES, M.; FOWNES, J.H. nitrogen mineralization from leaves and litter of tropical plants: relationship to nitrogen, lignin and soluble polyphenol concentrations. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 26, p. 49-55, 1994.
- CREAMER, N.G. & BENNET, M.A. Evaluation of cover cropping mixture for use in vegetable production systems. **Hort Science**, Alexandria, 32, p.866-870, 1997.
- CREAMER, N.G.; BALDWIN, K. R. An evaluation of summer cover crops for use in vegetable production systems in North Carolina. **Hort Science**, Alexandria. 35, p. 600-603, 1997.
- DALAL, R.C.; MAYER, R.J. Long-term trends in fertility of soil under continuous cultivation in cereal cropping in southern Queensland. II. Total organic carbon and its rate of loss from soil profile. **Australian Journal of Soil Research**, Victoria, v.24, p.281-292. 1986.
- DAROLT, M.R. Princípios para implantação e manutenção do sistema. In: DAROLT, M.R. org. **Plantio direto: pequena propriedade sustentável**. Londrina: IAPPAR. 1998. p.16-45..(circular 101). a
- DAROLT, M. R. Considerações gerais e perspectivas de expansão. In: DAROLT, M.R. org. **Plantio direto: pequena propriedade sustentável**. Londrina: IAPPAR. 1998. p.1-14..(circular 101). b
- DENADIN, J.E. Parceria entre empresas públicas e privadas na pesquisa e na difusão do sistema plantio direto. In: PEIXOTO, R.T.G.; AHERENS, D.C.; SAMAHA, M.J. eds.. **Congresso Brasileiro de Plantio Direto para uma Agricultura Sustentável** (1). Ponta Grossa/PR, IAPPAR. 1996, p. 31-38.

- DE-POLLI, H.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L.; FRANCO, A.A. Adubação verde: Parâmetros para avaliação de sua eficiência. In CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O., ed. **Manejo integrado de solos em microbacias hidrográficas**. Londrina: IAPAR/SBCS, 1996. p. 225-242.
- DERPSCH, R.; CALEGARI, A. **Plantas para adubação verde de inverno**. Londrina: IAPAR, 1992. 80p (IAPAR. Circular, 7).a
- DERPSCH, R.; ROTH, C.H., SIDIRAS, N. KOPKE, U. **Controle da erosão no Paraná, Brasil: Sistema de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservadorista do solo**. Eschborn: GTZ, 1991 b, 268p.
- DICK, W.A.; Mc COX, E.L.; EDWARRDS, W.M.; LAL, R. Continuous application of no-tillage to Ohio soils. **Agronomy Journal**, Madison, v.83, p. 65-73. 1991.
- DORAN, J.W.; PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAM, D.C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B.A., ed. **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison: SSSA, 1994. p. 3-21.
- DUXBURY, J. M.; SMITH, M. S.; DORAN, J. W. Soil organic matter as source and a sink of plant nutrients. In: COLEMAN, D. C. et al (eds.) **Dynamics of soil organic matter in tropical ecosystems**. Honolulu : Niftal project, 1989. P. 33-67.
- EDWARDS C. A.; FLEATHER, K.E. Interactions between earthworms and micro-organisms in organic matter breakdown. **Agriculture, Ecosystems & Environments**. Amsterdam v. 24, p. 235-247, 1988.
- ELLERT, B.H.; BETTANY, J.R. Temperature dependence of net nitrogen and sulfur mineralization. **Soil Science society of America Journal**, Madison, v.56, p. 1133-1141, 1992.
- EMBRAPA/CNPAB. **Manual de métodos de análise do solo**. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.
- EMBRAPA/CNPTrigo; FUNDACEP-FECOTRIGO; FUNDAÇÃO ABC. **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo: Editora Aldeia Norte, 1993. 166 p.
- FAO. **The Den Bosch Declaration and Agenda for Action on Sustainable Agriculture and Rural Development**. Hertogenbosch, The Netherlands. FAO/Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries of the Netherlands, 1991.

- FERNANDES, M. do C. de A. Emprego de Métodos Alternativos de controle de pragas e doenças na Oleicultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 40., São Pedro, 2000. **Resumos...** São Pedro: SOB, 2000. p.30-35.
- FLIEBBAACH, A.; MÄDER, P. Microbial biomass and size-densite fractions differ between soils of organic and conventional agricultural systems. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 32, p. 757-768, 2000.
- FRANKENBERGER, W.T.; ABDELMAGID, H.M. Kinetic parameter of nitrogen mineralization rates of leguminous crops incorporated into soil. **Plant Soil**, Dordrecht, v. 237-248, 1994.
- GATES, R.N.; HANNA, W.W.; HILL, G.M. O milho como planta forrageira. In NETO, A.U.L. de F. *et al.* Eds. Workshop internacional de milho. **Anais**. Plamaltina: Embrapa Cerrados, 1999, p. 87-95.
- GELMINI, G.A.; TRANI, P.E.; SALES, J.L.; VITORIA FILHO, R. **Manejo integrado de plantas daninhas**. Campinas: Instituto Agronômico, 1994. 25p. (IAC. Documentos, 37).
- GLIESSMAN, S. R. **Agroecology: ecological process in sustainable agriculture**. Sleeping Bear Pres, MI, 1998, 355 p.
- GREENLAND, D.J.; WILD, A.; ADAMS, D. Organic matter dynamics in soils of tropics – from mytes to complex reality. In: LAL, R.; SANCHES P.A. **Mytes and science of soils of the tropics**. Madison : SSSA, 1992. p. 17-34
- HAGGAR, J.P.; TANNER, E.V.J.; BEER, J.W.; CASS, D.C.L. Nitrogen dynamics of tropical agroforestry and annual cropng systems. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 25, p. 1363-1378, 1993.
- HASSINK, J. Density fractions of soil macroorganic matter and microbial biomass as predctors of C and N.mineralization. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 27, p. 1099-1108, 1995.
- HAVLIN, J.L.; KISSEL, D.E.; MADDUX, L..D.; CLAASSEN, M.M.; LONG, J.H. Crop rotatation and tillage effects on soil organic carbon nad nitrogen. **Soil Science Society of Americam journal**, Madison, v. 54, p. 448-452. 1990.

- HARWOOD, R.R. Development pathways toward sustainable systems following slash-and-burn. **Agriculture Ecosystems & Environment**. Amsterdam, v. 58 p. 75-86, 1996
- HAYNES, R.J., The decomposition process: mineralization, immobilization, humus formation and degradation. In: HAYNES, R.J. (Ed). **Mineral nitrogen in plant-soil system**. Orlando: Academic Press, p. 52-176, 1986.
- HECKLER, J.C.; HERNANI, L.C.; PITOL, C. **sistema plantio direto: o produtor pergunta, a EMBRAPA responde**. Dourados: EMBRAPA-CPAO, p. 37-49, 1998.
- HENKLAIN, J. C. Efeito do preparo sobre as características do solo. In: **Congresso brasileiro de plantio direto para a agricultura sustentável**. IAPAR. p. 206-221, 1997.
- HERRERO, E.V.; MITCHELL, W.T.; LANINI, W.T. Use of cover crop mulches in a no-till furrow- irrigated processing tomato production system. **Hort Technology**, Alexandria, v. 11, p. 43-48, 2001.
- HOYT, G.D. Tillage and cover residues affects on vegetable yields. **Hort Technology**, Alexandria, v.9, p351-358. 1999.
- IGUE, K. Dinâmica da matéria orgânica e seus efeitos nas propriedades do sol. In: **Adubação Verde no Brasil**, Fundação Cargil, Campinas/São Paulo, p. 232-267, 1984.
- JANSEN. E.S. Mineralization-immobilization of nitrogen in soil amended with low C:N ratio plant residues with different particle sizes. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 26, p. 455-464, 1994.
- JENKISON, D.S.; RAYNER, J.H. The turnover of soil organic matter in some of the Rothamsted classical experiments. **Soil Science**, Amsterdam, v. 123, p. 298-305, 1977.
- JONES, J.N.; MOODY, J.E.; SHEAR, G.M.; MOSCHELER, W.W.; LILLARD, J.L. The no-tillage system for corn (*Zea mays* L.). **Agronomy Journal**, Madison, v.60, p. 17-20, 1968.
- KNAVEL, D.E.; ELLIS, J.; MORRISON, J. the effects of tillage systems on the performance and elemental absorption by selected vegetable crops. **Journal of American Society of Horticulture Science**, Alexandria, v. 102, p. 323-327, 1977.

- KNAVEL, D.E; HERRON, J.W., Effect of Sudan Grass on yield and elemental content of cabbage. **Hort Science**, Alexandria, v. 20, p. 680-681, p. 1985.
- KRETZSCHMAR, R.M.; HAFNER, H.; BATIONO, A.; MARSCHENER, H. Long- and short-term effects of crop residues on aluminum and toxicity, phosphorus availability and growth of pearl millet in acid sandy soil. **Plant and Soil**, Netherlands, v. 136, p. 215-223, 1991.
- KROTH, L.T.; AGOSTINI, L.R. hierarquização de critérios na adoção de práticas de conservação do solo. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 2, Passo Fundo, RS. **Anais..** Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1997, p. 107-108.
- LADD, J.N., OADES, J.M.; AMATO, M. Distribution and recovery of nitrogen from legume residue decomposition in soils sown to wheat in the field. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 13, p. 251-256, 1981.
- LAL, R. Degradation and resilience of soils. **Phil. Trans. R. Soc.** Londres. p. 997-1010.
- LAVELLE, P. Ecological challenges for soil science. **Soil Science**. Baltimore. v. 165, p. 73-86, 2000.
- LAVELLE, P.; BLANCHART, E.; MARTIN, A.; SPAIN, A.V.; MARTIN, S. Impact of soil Fauna on the properties of soil in the humid tropics. In: LAL, R.; SANCHES P.A., ed. **Myths and science of soils of the tropics**. Madison: SSSA, 1992. p. 157-185.
- LIRA, M. de A .; FARIS, M.A.; REIS, O.V.; TABOSA, J.N. Competição de variedades forrageiras de milheto em relação ao milho, sorgo e capim elefante. *Pesquisa Agropecuária Pernambucana*, Recife, v.1(11), p. 23-32, 1977.
- MA, J.F.; TAKAHASHI, E. Release of silicon from rice straw under flooded conditions. **Soil Science and Plant Nutrition**, Tóquio, v. 35, p. 663-667, 1989.
- MARSCHENER, B.; NOBLE, A.D. Chemical and biological processes leading to the neutralisation of acidity in soil incubated with litter materials. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 32, p.805-813, 2000.
- MARUMOTO, T.; ANDERSON J.P.E.; DOMSCH, K.M.; mineralization of nutrients from soil microbial biomass. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 14, p.469-475, 1982.

- MEBES, K.H.; FILSER, J. Does the species composition of Collembola affect nitrogen turnover? **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 9, p. 241-247, 1998
- MEENTEMEYER, V. Macroclimat and lignina control of litter decomposition. **Ecology**, Madison, v. 59, p. 405-472, 1978.
- MELILLO J. M.; ABER, J.D.; MUSATORE, J.F. Nitrogen and lignina control of hardwood leaf litter decomposition dynamics. **Ecology**, Madison, v.63, p. 621-629, 1982.
- MORSE, R.D. No-till vegetable productin – its time is now. **Hort Tecnology**, Alexandria, v.9, p. 373-379. 1999.
- MUZZILI, O. Princípios e perspectivas de expansão. **Plantio Direto no Estado do Paraná**. Londrina: IAPAR, 1981, p 11-17. (Circular 23).
- OADES, J.M. Soil organis matter and structural stability: mecanismos and implications for management. **Plant and Soil**, Netherlands, v.76,.p. 319-314, 1984.
- OCIO J.A.; MARTINEZ, J.; BROOKES, P.C. Contribution of straw-derived N to total microbial biomass N following incorporation of cereal straw to soil. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 23, p. 655-659, 1991.
- OLIVEIRA, F. L. de Manejo orgânico da cultura do repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*): adubação orgânica, adubação verde e consorciação. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica/RJ, 2001. Dissertação de Mestrado, 92 p
- OLSON J. S. Energy storage and the balance of producers and ecomposers in ecological sistens. **Ecology**, Madison, v.8, p. 209-213, 1963.
- PALM, C.H.; SWIFT, M.J.; WOOMER, P.L. Soil Biological dynamics in slash-and-burn agriculture. **Agriculture, Ecosystems & Enviroment**, Amsterdam, v. 58, p. 61-74, 1996.
- PAOLETTI, M.G.; PIMENTEL, B.R.; STINNER,B.R.; TINNER, D. agroecosystem biodiversity: matching production and conservation biology. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. Amsterdam, v. 40, p. 3-23. 1992.
- PARTON, W.J.; SCHIMEL, D.S.; COLE, C.V.; OJIMA, D.S. Analysis of factors controlling soil organic matter levels in Great Plains grassland. **Soil Science Societ of Americam Journal**, Madison, v. 51, p. 1173-1179, 1987.

- PITOL, C. O milho em sistema de plantio direto. In NETO, A.U.L. de F. *et al.* Eds. Workshop internacional de milho. **Anais**. Plamaltina: Embrapa Cerrados, 1999, p. 87-95.
- POCKNE, S.; SUMNER, E. Cation and nitrogen contents of organic matter determines its liming potential. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 61, p. 86-92, 1997.
- RAIJ, B. VAN; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. & FURLANI, A. M. C. eds. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo (Boletim 100)**, 2.ed. Campinas, Instituto Agrônomo & fundação IAC, 1996. 285p.
- RIBEIRO, F.S.R.; NETO, F.S.; SANTOS, J.A.B. Plantio direto na pequena propriedade. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.22, n. 208, p. 100-108. 2001.
- ROMEIROS, A. R. Agricultura sustentável e tecnologia. In: Congresso Brasileiro de Plantio Direto para uma Agricultura Sustentável, 1, **Palestras...**Ponta Grossa, 1996. IAPAR. p. 2-8.
- ROBERTS, W.; DUTHIE, J.; EDELSON, J. Limitations and possibilities for some conservation tillage systems with vegetable crop in the southern plains of the U.S.A. **Hort Technology**, Alexandria, v.9, p. 359-365. 1999.
- RUTLEDGE, A. Experiences with conservation tillage vegetables in Tennessee. **Hort Technology**, Alexandria, v.9, p. 366-372. 1999.
- SAURBORN, J. Legumes used for weed control in agroecosystems in the tropics. **Plant Research and Development**..Cambridge. v.50, p. 74-82, 1999.
- SCALEA, M.J. Perguntas e respostas sobre o plantio direto. **Informações agrônomicas** 88, 1999. POTAFOS. pp 12-16.
- SCALEA, M. A cultura do milho e seu uso no plantio direto no cerrado. In NETO, A.U.L. de F. *et al.* Eds. Workshop internacional de milho. **Anais**. Plamaltina: Embrapa Cerrados, 1999, p. 87-95.
- SCHUNKE, R.M. Qualidade, decomposição e liberação de nutrientes da liteira de quatro cultivares de *Panicum maximum*. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica/RJ, 1998. Dissertação de Doutorado, 88 p.

- SCHONBECK, M.; BROWNE, J.; DEZIEL, G. DeGREGORIA, R. Comparison of weed biomass and flora in four cover crops and a subsequent lettuce on three New England organic farms. **Biological Agriculture and horticulture**, Bicester. v. 8 p. 123-143, 1991.
- SEGUY, L.; BOUZINAC, S.; TRENTINI, A.; CORTES, N. de A. Gestão da fertilidade de culturas mecanizadas nos trópicos úmidos: o caso das frentes pioneiras nos cerrados e florestas úmidas no centro norte do Mato Grosso. In: **Congresso brasileiro de plantio direto para a agricultura sustentável**. IAPAR. p. 125-157, 1997.
- SEYBOLD, C. A.; HERRICK, J.E., BREDJA, J.J. Soil resilience: a fundamental component of soil quality. **Soil Science**, Baltimore, v. 194, p.224-234, 1999.
- SIVAPALAN, K., FERNANDO, V.; THENABADU, M. W. N-mineralization in polyphenol-rich plant residues and their effect on nitrification of applied ammonium sulphate. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 17, p. 547-551, 1985.
- SKORA NETO, F. Controle de plantas daninhas na pequena propriedade. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PLANTIO DIRETO NA PEQUENA PROPRIEDADE, 1. **Anais**. Ponta Grossa. IAPAR. p. 73-88, 1993.
- SKORA NETO, F; DAROLT, M.R. Estratégia de controle de plantas daninhas em pequenas propriedades. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 1 **Anais**. Passo Fundo. EMBRAPA-CNPTrigo, p.155-156, 1995.
- TABOSA, J.N.; BRITO, A.R. de M.B.; NETO, A.D.A., Perspectivas do milho no Brasil, Região Nordeste. In NETO, A.U.L. de F. *et al.* Eds. Workshop internacional de milho. **Anais**. Plamaltina: Embrapa Cerrados, 1999, p. 87-95.
- TAGLIARI, P.S.T.; FREITAS, Pequenas máquinas agrícolas, grandes trabalhos na lavoura. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 11, p. 32-43, 1998.
- TAYLOR, B.R.; PARKINSON, D.; Aspen and pine leaf litter decomposition in laboratory microcosms. I. Linear versus exponential models of decay. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 66, p. 1960-1965. 1988.

- TEASDALE, J.R.; BESTE, C.E.; POTTS, W.E. Response of weeds to tillage and cover crop residue. **Weed Science**, Champaign, v. 39, p.195-199, 1991.
- TEASDALE, J.R. Interaction of light, soil-moisture, and temperature with weed suppression by hairy vetch residue. **Weed Science**, Champaign, v. 41-46, 1993.
- TIAN, G.; KANG, B.T.; BRUSSARD, L. Biological effects of plant residues with contrasting chemical compositions under humid tropical conditions – decomposition and nutrient release. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.24, p.1051-1060, 1992.
- THOMAS, R.J.; ASAKAWA, N.M. Decomposition of leaf litter from tropical forage grasses and legumes. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 25, p.1351-1361, 1993.
- TRINSOUTROT, I.; RECOUS, S.; MARY, B.; NICOLARDOT, B. C and N fluxes of decomposing ¹³C and ¹⁵N *Brassica napus* L.: effects of residue composition and N content. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.32, p.1717-1730, 2000.
- TRIPATHI, S.K.; SINGH, K.P. Nutrient immobilization and patterns during plant decomposition in ry topical bamboo savanna, India. **Biology and Fertility of soils**, v. 14, p. 191-199, 1992.
- UNGER, P. W.; Mc CALLA, T.M. Conservation tillage systems. **Advances in Agronomy**, New York, v.33, p. 132-139, 1980.
- VALLIS, I.; JONES, R.J. Net mineralization of nitrogen in leaves and leaf litter of *Desmodium intortum* and *Phaseolus atropurpureus* mixed with soil. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.5, p. 391-398, 1973.
- VAN DER LINDEN, A.M.A.; VAN VEEN, J.A.; FRISSEL, M.J. Modelling soil organic matter level after long-term applications of crop residues and farmyard and green manures. **Plant and Soil**, The Hague, v. 101, p. 21-28, 1987.
- VAN NOORDWIJK, M.; CERRI, C.; WOOMER, P.L.; NUGROHO, K.; BERNOUX, M. Soil carbon dynamics in the humid tropical forest zone. **Geoderma**, Amsterdam, v. 79, p. 187-225, 1997.

WARDLE, D.A.; YEATES, G.W.; WATSON R.N.; NICHOLSON K.S. Response of soil microbial biomass and plant litter decomposition to weed management strategies in maize and asparagus cropping systems. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 25, p. 857-868, 1993.

WOOMER, P.L.; SWIFT, M.J. **The biological management of tropical soil fertility**. Chichester: John Wiley & Sons, 1994

YAN, F.; SHUBERT, S.; MENGEL, K., Soil pH increase due to biological decarboxylation of organic anions. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 28, p.617-624, 1996.

YADVINDER-SINGH; BIJAY-SINGH; KHIND, C.S. Nutrient transformations in soils amended with green manures. **Advances in Soil Science**, New York, v. 20, p. 237-299, 1992.

10 APÊNDICE

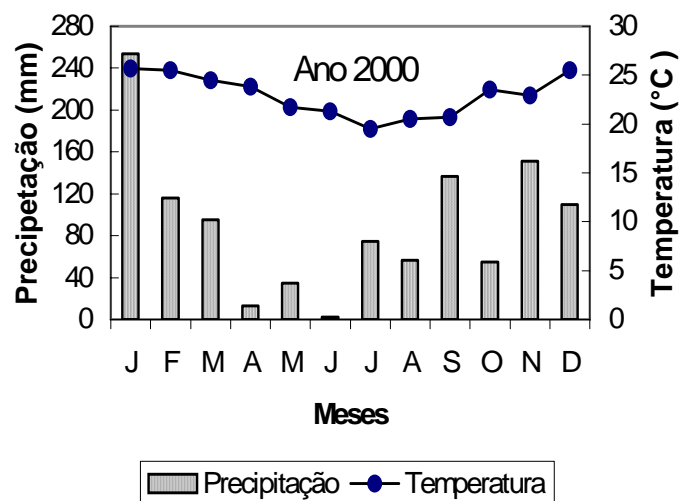


Figura 6. Variação sazonal da temperatura média e precipitação pluvial, ano 2000.

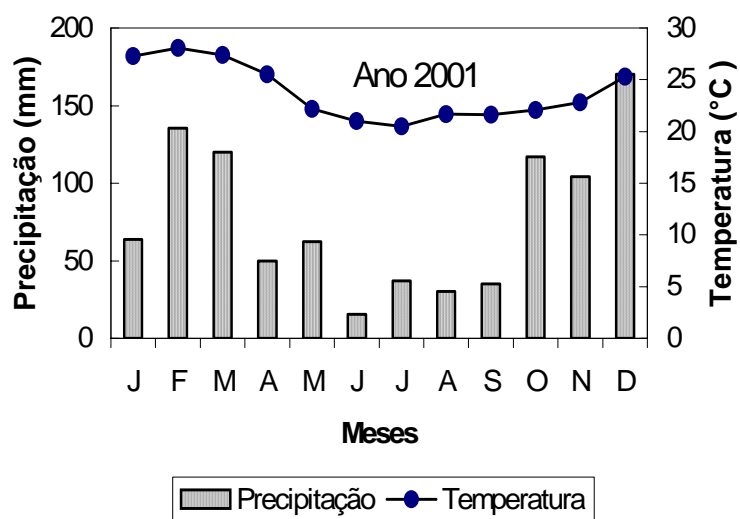


Figura 7. Variação sazonal da temperatura média e precipitação pluvial, ano 2001.

Tabela 14- Valor F e coeficiente de variação da análise de variância para produção de matéria verde, matéria seca, teor e acumulação de N, P, K, Ca e Mg na parte aérea das plantas de cobertura. Experimento 1, ano 2000.

Fonte de variação	Valor F											
	Matéria verde	Matéria seca	N		P		K		Ca		Mg	
	Mg ha ⁻¹	Mg ha ⁻¹	teor	total	teor	total	teor	total	teor	total	teor	total
			g kg ⁻¹	kg ha ⁻¹	g kg ⁻¹	kg ha ⁻¹	g kg ⁻¹	g ha ⁻¹	g kg ⁻¹	kg ha ⁻¹	g kg ⁻¹	kg ha ⁻¹
Bloco	1,15 ^{ns}	0,64 ^{ns}	0,60 ^{ns}	0,92 ^{ns}	0,77 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,53 ^{ns}	0,71 ^{ns}	0,41 ^{ns}	9,93 ^{**}	0,50 ^{ns}
Tratamento	13,51 ^{**}	8,40 [*]	5,37 [*]	3,62 ^{ns}	4,28 [*]	12,21 ^{**}	7,31 ^{**}	5,95 [*]	8,72 ^{**}	8,82 [*]	14,22 ^{**}	5,78 [*]
C.V.	19,37	18,42	20,08	18,46	22,29	19,64	13,46	17,99	29,07	19,29	13,82	19,72

** Significância (p < 0,01)

*. Significância (p < 0,05)

Tabela 15- Valor F e coeficiente de variação da análise de variância para produção de matéria verde, matéria seca, teor e acumulação de N, P, K, Ca e Mg na parte aérea das plantas de cobertura. Experimento 2, ano 2001.

Fonte de variação	Valor F											
	Matéria verde	Matéria seca	N		P		K		Ca		Mg	
	Mg ha ⁻¹	Mg ha ⁻¹	teor	total	teor	total	teor	total	teor	total	teor	total
			g kg ⁻¹	kg ha ⁻¹	g kg ⁻¹	kg ha ⁻¹	g kg ⁻¹	kg ha ⁻¹	g kg ⁻¹	kg ha ⁻¹	g kg ⁻¹	kg ha ⁻¹
Bloco	1,54 ^{ns}	1,52 ^{ns}	0,92 ^{ns}	1,13 ^{ns}	1,39 ^{ns}	2,12 ^{ns}	0,81 ^{ns}	2,06 ^{ns}	2,3 ^{ns}	1,37 ^{ns}	7,49 ^{ns}	1,87 ^{ns}
Tratamento	20,88**	15,64**	17,11**	20,81**	22,79**	11,05*	10,34*	11,14*	42,28**	11,45*	14,61**	1,46 ^{ns}
C.V.	12,06	16,15	16,72	16,68	15,08	16,25	15,55	15,74	18,92	17,84	18,53	16,07

** Significância (p < 0,01)

* Significância (p < 0,05)

Tabela 16- Valor F e coeficiente de variação da análise de variância para produção de matéria verde, matéria seca da inflorescência e teor de N, P, K, Ca e Mg na folha índice. Experimento 1, ano 2000.

Fonte de variação	Inflorescência (M ha ⁻¹)		Teor de nutrientes na folha índice (g kg ⁻¹)				
	Matéria verde	Matéria seca	N	P	K	Ca	Mg
Bloco	4,00*	1,29 ^{ns}	1,5 ^{ns}	1,16 ^{ns}	5,57*	2,78 ^{ns}	0,71 ^{ns}
Tratamento	32,00**	11,30**	0,38 ^{ns}	2,51 ^{ns}	4,05*	1,30 ^{ns}	0,17 ^{ns}
C.V.	5,95	7,51	9,54	14,53	5,65	12,86	6,51

** Significância (p < 0,01)

*Significância (p < 0,05)

Tabela 17- Valor F e coeficiente de variação da análise de variância para produção de matéria verde, matéria seca da inflorescência e teor de N, P, K, Ca e Mg na folha índice. Experimento 2, ano 2001.

Fonte de Variação	Inflorescência (Mg ha ⁻¹)		Valor F Teor de nutrientes na folha índice (g kg ⁻¹)				
	Matéria verde	Matéria seca	N	P	K	Ca	Mg
Bloco	5,49*	2,39 ^{ns}	0,78 ^{ns}	4,51*	0,12 ^{ns}	7,14**	3,20 ^{ns}
Tratamento	10,25**	9,97**	4,84*	4,23*	0,7 ^{ns}	0,89 ^{ns}	0,26 ^{ns}
C.V.	8,72	8,83	5,53	12,83	11,56	19,21	9,9

** Significância (p < 0,01)

* Significância (p < 0,05)

Tabela 18- Valor F e coeficiente de variação da análise de variância para produção de matéria verde, matéria seca e número de indivíduos da população de plantas espontâneas. Experimento 1, ano 2000.

F V	Valor F								
	Época 1			Época 2			Época 3		
	MV	MS	IND	MV	MS	IND	MV	MS	IND
Bloco	0,9 ^{ns}	1,33 ^{ns}	3,36 ^{ns}	5,35*	2,88*	5,85*	1,18 ^{ns}	1,91 ^{ns}	1,01 ^{ns}
Trat.	115,3**	330,8**	50,12*	269,6**	517,5**	21,4**	8,48**	21,7**	39,7**
C.V.	25,68	15,0	31,5	13,34	9,24	26,6	23,7	22,46	25,58

** Significância (p < 0,01)

*. Significância (p < 0,05)

MV- matéria verde (g m⁻²); MS- matéria seca (g m⁻²); IND- indivíduos (n°/ m⁻²)

Tabela 19- Valor F e coeficiente de variação da análise de variância para produção de matéria verde, matéria seca e número de indivíduos da população de plantas espontâneas. Experimento 2, ano 2001.

Fonte de variação	Valor F					
	Época 1			Época 2		
	MV	MS	IND	MV	MS	IND
Bloco	0,76 ^{ns}	0,5 ^{ns}	1,17 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,72 ^{ns}	0,25 ^{ns}
Tratamento	6,22*	5,26*	35**	4,65*	2,81 ^{ns}	3,19 ^{ns}
C.V.	53,0	59,9	31,2	43,4	46,5	40,3

** Significância (p < 0,01)

*. Significância (p < 0,05)

MV- matéria verde (g m⁻²); MS- matéria seca (g m⁻²); IND- indivíduos (n° m⁻²)

Tabela 20- Análise química dos aportes fertilizantes utilizados nos experimentos.

Amostra	pH	Umid. 65°C (%)	MO	RMT	C	N	P	K	Ca	Mg
	água	g Kg ⁻¹							
Ano 2000										
Esterco (1)	7,0	16,36	770	230	427	19,60	2,94	13,42	20,9	5,31
Cinza	10,3	12,34	-	-	-	-	14,32	38,00	63,00	0,49
Termofosfato	-	-	-	-	-	-	78,55	-	200,00	90,00
Cama (2)	7,2	13,17	745	255	413	30,27	23,72	26,3	74,75	8,75
Ano 2001										
Esterco (2)	8,0	13,14	660	320	366	16,08	2,15	11,22	27,76	7,52
Cinza	10,4	11,5	-	-	-	-	16,45	35,50	56,30	0,67
Termofosfato	-	-	-	-	-	-	78,55	-	200,00	90,00
Cama (4)	7,1	12,35	530	280	324	28,40	21,85	29,70	52,60	6,50
Cama (5)	7,2	14,5	698	310	385	19,25	17,83	32,20	48,35	8,42

¹ Esterco bovino curtido usado no plantio experimento 1, ano 2000.

² Cama de aviário “corte” cobertura, experimento 1, ano 2000.

³ Esterco bovino curtido usado no plantio experimento 2, ano 2001.

⁴ Cama de aviário “corte” 1ª cobertura, experimento 2, ano 2001.

⁵ Cama de aviário “corte” 2ª cobertura, experimento 2, ano 2001

Tabela 21-Estrutura da comunidade de plantas espontâneas avaliada antes do corte das plantas de cobertura. Época 1 ano 2000.

Espécie	Sorgo			Milheto			Crotalária			Vegetação Esp.		
	NI ¹	DA ²	DR ³	NI	DA	DR	NI	DA	DR	NI	DA	DR
<i>Cyperus sp</i>	311	77,7	49,3	84	21	44,9	109	27,2	60,5	919	229,7	50,5
<i>Eleusine indica</i>	69	17,2	10,9	13	3,2	6,9	9	2,5	5,0	166	41,5	9,1
<i>Indigofera hirsuta</i>	36	9,0	5,7	16	4	8,5	6	1,5	3,3	70	17,5	3,8
<i>Digitaria sanguinalis</i>	148	37,0	23,4	30	7,5	16,0	33	8,2	18,3	501	125,2	27,5
<i>Commelina sp</i>	46	11,5	7,3	14	3,5	7,5	9	2,2	5,0	84	21,0	4,6
<i>Euphorbia etrophila</i>	2	0,5	0,3	7	1,7	3,7	-	-	-	3	0,7	0,2
<i>Acalypha communis</i>	14	3,5	2,2	11	2,7	5,9	-	-	-	8	2,0	0,4
<i>Cinodon sp</i>	-	-	-	-	-	-	5	1,2	2,8	-	-	-
<i>Panicum sp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	2,5	0,5
<i>Phyllanthus sp.</i>	-	-	-	7	1,7	3,7	7	1,7	3,9	20	5,0	1,1
<i>Amarantus sp</i>	2	0,5	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cenchrus echinatus</i>	-	-	-	4	1,0	2,1	2	0,5	1,1	35	8,7	1,9
<i>Portulaca oleraceae</i>	3	0,7	0,5	1	0,2	0,5	-	-	-	3	0,7	0,2
Nº espécies	9			10			8			11		
Total de indivíduos	631			187			180			1819		

¹ Número de indivíduos amostrados em cada tratamento.

² Densidade absoluta.

³ Densidade relativa.

Tabela 22-Estrutura da comunidade de plantas espontâneas avaliada aos 28 dias após o corte da planta de cobertura. Época 2, ano 2000.

Espécie	Sorgo			Milheto			Crotalária			Vegetação Esp.		
	NI ¹	DA ²	DR ³	NI	DA	DR	NI	DA	DR	NI	DA	DR
<i>Cyperus sp</i>	56	14,0	13,9	99	24,7	40,9	401	100,2	88,5	580	145,0	62,2
<i>Eleusine indica</i>	12	3,0	2,9	8	2,0	3,3	7	1,7	1,5	84	21,0	9,2
<i>Indigofera hirsuta</i>	18	4,5	4,5	3	0,7	1,2	12	3,0	2,6	18	4,5	1,9
<i>Digitaria sanuinalis</i>	5	1,2	1,2	1	0,2	0,4	-	-	-	158	39,5	16,9
<i>Commelina sp</i>	27	6,7	6,7	13	3,2	5,3	21	5,2	4,6	33	8,2	3,5
<i>Euphorbia hetrophila</i>	-	-	-	-	-	-	1	0,2	0,2	1	0,2	0,1
<i>Acalypha communis</i>	14	3,5	3,5	-	-	-	6	1,5	1,3	44	11,0	4,7
<i>Cinodon sp</i>	3	0,7	0,7	-	-	-	3	0,7	0,6	-	-	-
<i>Panicum sp</i>	-	-	-	1	0,2	0,4	1	0,2	0,2	4	1,0	0,4
<i>Phyllantus sp.</i>	3	0,7	0,7	1	0,2	0,4	-	-	-	-	-	-
<i>Amarantus sp</i>	-	-	-	-	-	-	1	0,2	0,2	9	2,2	0,9
<i>Cenchrus echinatus</i>	1	0,2	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sorghum bicolor</i>	264	66,0	65,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pennisetun glaucum</i>	-	-	-	115	28,7	47,5	-	-	-	-	-	-
<i>Bidens sp</i>	-	-	-	1	0,2	0,4	-	-	-	-	-	-
Nº espécies	10			9			9			9		
Total de indivíduos	403			242			453			931		

¹ Número de indivíduos amostrados em cada tratamento.

² Densidade absoluta.

³ Densidade relativa.

Tabela 23-Estrutura da comunidade de plantas espontâneas avaliada no final do ciclo do brócolos. Época 3, ano 2000.

Espécie	Sorgo			Milheto			Crotalária			Vegetação Esp.		
	NI ¹	DA ²	DR ³	NI	DA	DR	NI	DA	DR	NI	DA	DR
<i>Cyperus sp</i>	199	49,7	75,7	140	35,0	66,9	1016	254	84,7	1218	304,5	89,2
<i>Eleusine indica</i>	3	0,7	1,1	-	-	-	11	2,7	0,9	13	3,2	0,9
<i>Digitaria sanguinalis</i>	3	0,7	1,1	18	4,5	8,6	28	7,0	2,3	23	5,7	1,7
<i>Commelina sp</i>	24	6,0	9,3	23	5,7	11,0	22	5,5	1,8	33	8,2	2,4
<i>Euphorbia heterophila</i>	3	0,7	1,1	1	0,2	0,5	77	19,2	6,4	42	10,5	3,1
<i>Acalypha communis</i>	2	0,5	0,7	1	0,2	0,5	4	1,0	0,3	-	-	-
<i>Cinodon sp</i>	3	0,7	1,1	18	4,5	8,6	36	9,0	3,0	15	3,7	1,1
<i>Panicum sp</i>	4	1,0	1,5	2	0,5	1,0	-	-	-	-	-	-
<i>Phyllanthus sp</i>	7	1,7	2,7	3	0,7	1,4	5	1,2	0,4	2	0,2	0,1
<i>Amarantus sp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	5,0	1,5
<i>Cenchrus echinatus</i>	9	2,2	3,4	3	0,7	1,4	-	-	-	-	-	-
<i>Sorghum bicolor</i>	6	1,5	2,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pennisetum glaucum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nº espécies	11			9			8			8		
Total de indivíduos	263			209			1199			1365		

¹ Número de indivíduos amostrados em cada tratamento.

² Densidade absoluta.

³ Densidade relativa.

Tabela 24-Estrutura da comunidade de plantas espontâneas avaliada aos 28 dias após o corte da planta de cobertura. Época 4, ano 2001.

Espécie	Sorgo			Sorgo + Crotalária			Crotalária			Vegetação Esp.		
	NI ¹	DA ²	DR ³	NI	DA	DR	NI	DA	DR	NI	DA	DR
<i>Cyperus sp</i>	168	42,0	57,9	163	40,7	62,0	219	54,7	71,3	762	190	58,3
<i>Eleusine indica</i>	2	0,5	0,7	-	-	-	3	0,7	0,9	-	-	-
<i>Digitaria sanguinalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29	7,2	2,2
<i>Commelina sp</i>	9	2,2	3,1	12	3,0	4,6	13	3,2	4,2	151	37,7	11,6
<i>Euphorbia etrophila</i>	6	1,5	2,1	10	2,5	3,8	33	8,2	10,7	350	87,5	26,8
<i>Cinodon sp</i>	5	1,2	1,7	18	4,5	6,8	37	9,2	12,0	5	1,2	0,4
<i>Sorghum bicolor</i>	100	25,0	34,5	60	15,0	22,8	-	-	-	-	-	-
<i>Cleome afinis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	2,2	0,7
Nº espécies	6			5			6			6		
Total de indivíduos	290			263			307			1306		

¹Número de indivíduos amostrados em cada tratamento.

²Densidade absoluta.

³Densidade relativa.

Tabela 25-Estrutura da comunidade de plantas espontâneas avaliadas no final do ciclo do brócolos. Época 5, ano 2001.

Espécie	Sorgo			Sorgo + Crotalária			Crotalária			Vegetação Esp.		
	NI	DA	DR	NI	DA	DR	NI	DA	DR	NI	DA	DR
<i>Cyperus sp</i>	86	21,7	81,9	631	157,7	83,3	1010	252,5	81,4	1522	380,5	85,7
<i>Eleusine indica</i>	-	-	-	2	,05	0,2	15	3,7	1,2	14	3,5	0,8
<i>Digitaria sanguinalis</i>	38	9,5	3,6	16	4	2,1	106	26,5	8,6	99	24,7	5,6
<i>Commelina sp</i>	20	5,0	1,9	6	1,5	0,8	25	6,2	2,0	43	10,7	2,4
<i>Euphorbia etrophila</i>	40	10,0	3,8	3	0,7	0,4	12	3,0	0,9	43	10,7	2,4
<i>Acalypha communis</i>	8	2,0	0,8	9	2,2	1,2	9	2,2	0,7	13	3,2	0,7
<i>Cinodon sp</i>	33	8,2	3,1	32	8,0	4,2	30	7,5	2,5	-	-	-
<i>Panicum sp</i>	1	0,2	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phyllanthus sp.</i>	31	7,7	2,9	3,7	9,2	4,9	19	4,7	1,5	20	5,0	1,1
<i>Amarantus sp</i>	4	1,0	0,4	-	-	-	1	0,2	0,1	7	1,7	0,4
<i>Cenchrus echinatus</i>	4	1,0	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sorghum bicolor</i>	2	0,5	0,2	14	3,5	1,8	-	-	-	-	-	-
<i>Emilia sonchifolia</i>	4	1	0,4	2	0,5	0,3	6	1,5	0,4	2	0,5	0,1
<i>Chamysce hirta</i>	3	0,7	0,3	-	-	-	1	0,2	0,1	-	-	-
<i>Cleome afinis</i>	1	0,2	0,1	3	0,7	0,4	6	1,5	0,4	10	2,5	0,5
<i>Brachiaria sp</i>	2	0,5	0,2	1	0,2	0,1	-	-	-	2	0,5	0,1
<i>Solanun americanum</i>	-	-	-	1	0,2	0,1	-	-	-	1	0,2	0,05
Nº espécies	15			13			12			12		
Total de indivíduos	1059			757			1240			1776		

¹ Número de indivíduos amostrados em cada tratamento.

² Densidade absoluta.

³ Densidade relativa.



Foto 1- Plantas de cobertura.



Foto 2- Palhada formada a partir dos resíduos



Foto 3- Abertura da cova.



Foto 4- Adubação da cova.



Foto 5- Mudanças transplantadas.



Foto 6- Vista geral com duas semanas após o transplante.



Foto 7- Rebrotas do sorgo.



Foto 8- Danos causados por grilo e lesma.



Foto 9- Ataque de *Hellula phidylealis*.



Foto 10- Capina sobre a palhada.



Foto 11- Formação da inflorescência.



Foto 12- Produção.