

**UFRRJ**  
**INSTITUTO DE AGRONOMIA**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

**DISSERTAÇÃO**

**Adubação Verde com Crotalária Consorciada ao Milho, com  
Colheita de Minimilho, Antecedendo a Alface e a Couve-Folha  
sob Manejo Orgânico**

**ANDRÉ LUIZ CORRÊA**

**2011**



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

**ADUBAÇÃO VERDE COM CROTALÁRIA CONSORCIADA AO  
MILHO, COM COLHEITA DE MINIMILHO, ANTECEDENDO A  
ALFACE E A COUVE-FOLHA SOB MANEJO ORGÂNICO**

**ANDRÉ LUIZ CORRÊA**

*Sob a orientação do Professor*  
**Antônio Carlos de Souza Abboud**

*e co-orientação do Pesquisador*  
**José Guilherme Marinho Guerra**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências** na UFRRJ, Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, Área de Concentração em Agroecologia.

Seropédica, RJ

Julho de 2011

631.874

C824a

T

Corrêa, André Luiz, 1974-  
Adubação verde com crotalária  
consorciada ao milho, com colheita de  
minimilho, antecedendo a alface e a couve-  
folha sob manejo orgânico / André Luiz  
Corrêa - 2011.  
xv, 76 f. : il.

Orientador: Antônio Carlos de Souza  
Abboud.

Dissertação(mestrado) - Universidade  
Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de  
Pós-Graduação em Fitotecnia, 2011.

Bibliografia: f. 56-63.

1. Adubação verde - Teses. 2. Milho -  
Cultivo - Teses. 3. Alface - Adubos e  
fertilizantes - Teses. 4. Couve - Adubos e  
fertilizantes - Teses. 5. Palha -  
Utilização na agricultura - Teses. 6.  
Crotalária - Teses. 7. Agricultura  
orgânica - Teses. I. Abboud, Antônio  
Carlos de Souza, 1960-. II. Universidade  
Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de  
Pós-Graduação em Fitotecnia. III. Título.

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

ANDRÉ LUIZ CORRÊA

Dissertação submetida ao Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, Área de Concentração em Agroecologia, como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, em Fitotecnia.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 28/07/2011

---

Prof. Dr. Antônio Carlos de Souza Abboud  
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ

---

Prof. Dr. Raul de Lucena Duarte Ribeiro  
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ

---

Prof. Dr. Ricardo Henrique Silva Santos  
Universidade Federal de Viçosa – UFV

À minha filha, Luiza Carvalho Corrêa, e aos meus pais, Sylvio de Souza Corrêa (*in memoriam*) e Dilce de Souza Corrêa, dedico.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao professor Antônio Carlos de Souza Abboud e ao pesquisador José Guilherme Marinho Guerra, pelo companheirismo, orientação, apoio absoluto e valiosos ensinamentos, sempre muito além da obrigação de ambos.

Ao professor Raul de Lucena Duarte Ribeiro, pelos ensinamentos, apoio e dedicação que muito ultrapassam o período da realização deste trabalho e a obrigação como profissional ou servidor público.

Ao pesquisador Luiz Augusto de Aguiar, pelo companheirismo e atenção despendida em muitos momentos.

Ao pesquisador Dejair Lopes de Almeida, por me orientar em minhas primeiras atividades em agroecologia e pelos ensinamentos que hoje tento colocar em prática.

Ao professor Maurício Ballesteiro Pereira e à pesquisadora Janaina Ribeiro Costa Rouws, pelas valiosas orientações nas análises estatísticas.

Ao pesquisador Ednaldo Araújo da Silva, pelo apoio nas análises para determinação de isótopos de nitrogênio.

À minha companheira, Patricia Regina Araujo Carvalho, pela paciência nos momentos de ausência.

Às amigas Eva Adriana Gonçalves de Oliveira, Camila Guimarães de Souza e Fernanda Delgado, pelo apoio em vários momentos.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, pelo espaço propício a importantes vivências e ao ensino público e gratuito com qualidade.

Ao Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia – CPGF/UFRRJ, pela preciosa oportunidade de majoração profissional.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior – CAPES, pela bolsa de estudos concedida.

Ao Centro de Pesquisa em Agricultura Orgânica – CEPAO/PESAGRO-RIO, pela permissão e apoio para os experimentos de campo realizados no Campo Experimental de Avelar – CEA.

Ao Sistema Integrado de Produção Agroecológica – SIPA (“Fazendinha Agroecológica Km 47” – UFRRJ/Embrapa Agrobiologia/PESAGRO-RIO), pela permissão e apoio para os experimentos de campo lá realizados.

Aos funcionários de campo do CEA e do SIPA, pela atenção prestada na condução dos experimentos de campo.

Ao meu primo, Renato Valadares de Souza Moreira, pelo auxílio na moagem das amostras de tecido vegetal.

Ao Laboratório de Agricultura Orgânica – LAO, da Embrapa Agrobiologia, pelo apoio nas atividades de rotina.

Ao Laboratório de Química Agrícola – LQA, da Embrapa Agrobiologia, pelas análises de amostras de resíduos e de tecidos vegetais.

Ao Laboratório de Análise de Solo, Planta e Resíduos – LABFER, do Departamento de Solos, Instituto de Agronomia – IA/UFRRJ, pelas análises de fertilidade de solo.

## **BIOGRAFIA DO AUTOR**

Nasceu em 26 de outubro de 1974, no município de São Gonçalo, Rio de Janeiro, filho de Sylvio de Souza Corrêa e de Dilce de Souza Corrêa. Formou-se em Técnicas em Agropecuária em 1992, no Colégio Agrícola Nilo Peçanha, na ocasião vinculado à Universidade Federal Fluminense. Em 1993 ingressou no curso de Agronomia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, onde foi estagiário do Departamento de Solos/IA e do Departamento de Entomologia e Fitopatologia/IB e participou do Grupo de Agricultura Ecológica – GAE. Durante o período de graduação, foi bolsista de iniciação científica pelo CNPq vinculado à Embrapa Agrobiologia, desenvolvendo atividades no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (“Fazendinha Agroecológica Km 47”). A partir de 1998, quando se formou como agrônomo, prestou serviços em agricultura orgânica e agroecologia para diferentes instituições. Em agosto de 2009 iniciou o Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, Área de Concentração em Agroecologia, nível de mestrado.



## RESUMO

CORRÊA, André Luiz. **Adubação verde com crotalária consorciada ao milho, com colheita de minimilho, antecedendo a alface e a couve-folha sob manejo orgânico.** Seropédica, UFRRJ, 2011. 78p. (Dissertação, Mestrado em Ciências).

Foram realizados dois experimentos com o objetivo de avaliar o efeito de adubação verde com crotalária (*Crotalaria juncea*) consorciada ao milho para produção de minimilho (espigas imaturas), antecedendo a alface e a couve-folha sob manejo orgânico. O primeiro no Campo Experimental de Avelar – CEA, da PESAGRO-RIO, em Paty do Alferes, RJ, no delineamento de blocos ao acaso, onde os tratamentos constaram dos pré-cultivos para adubação verde com milho, consórcio de milho com crotalária, crotalária e vegetação espontânea. Durante o crescimento desses cultivos, realizou-se a colheita do minimilho. Após o corte das plantas, sobre a palhada produzida, plantou-se alface (cv. Vera). O monocultivo de milho proporcionou produtividade e o número de espigas imaturas comerciais superiores, mas não apresentou diferença do consórcio em relação comprimento e o diâmetro das espigas. A produção de biomassa proporcionada pelo consórcio de crotalária e milho foi sempre superior a do monocultivo de milho e da vegetação espontânea e equivalentes ao do monocultivo de crotalária. No acúmulo de nutrientes, o consórcio foi superior ao monocultivo de milho e à vegetação espontânea para o N e superior ao monocultivo de crotalária e à vegetação espontânea para o P e equivalente aos outros tratamentos para K, Ca e Mg. O plantio direto sobre a palhada de crotalária ou de milho consorciado com crotalária proporcionou rendimentos superiores para a alface. O segundo experimento, no Sistema Integrado de Produção Agroecológica – SIPA (UFRRJ/Embrapa Agrobiologia/PESAGRO-RIO), em Seropédica, RJ, também com delineamento em blocos ao acaso, combinou tratamentos de cultivos para adubação verde compostos por milho, consórcio de milho com crotalária e crotalária, com duas formas de plantio, em um esquema de subparcelas. Durante o crescimento desses cultivos, realizou-se a colheita de minimilho. Após o corte das plantas e em plantio direto e plantio com preparo convencional do solo, plantou-se couve-folha (hib. F1 Hi Crop), a qual proporcionou 21 colheitas em intervalos semanais. O monocultivo de milho proporcionou produtividade, número de espigas imaturas comerciais e número de espigas por planta superiores, mas não apresentou diferença do consórcio em relação comprimento e o diâmetro das espigas. A produção de biomassa proporcionada pelo consórcio de crotalária e milho foi superior a dos monocultivo. O acúmulo de nutrientes proporcionado pelo consórcio foi sempre superior à do monocultivo de milho e superior ou equivalente à do monocultivo de crotalária. O plantio direto proporcionou produtividade comparável e emissão de folhas superior aos do plantio com preparo convencional do solo para a couve. Tanto para a alface como para a couve, a opção de adubação verde com o consórcio de milho com crotalária trouxe a vantagem da colheita de espigas imaturas de milho; e o manejo adotado permitiu a permanência da maior parte no nitrogênio aportado nos sistemas. A fertilidade do solo também foi avaliada, por meio de coleta de amostras de terra em diferentes épocas. Houve efeito sobre o pH e teores de Ca+Mg e K.

Palavras-chave: *Crotalaria juncea*, *Zea mays*, *Lactuca sativa*, *Brassica oleracea* var. *acephala*, minimilho, agricultura orgânica, plantio direto.

## ABSTRACT

CORRÊA, André Luiz. **Green manuring through intercropping of sunnhemp with corn, with baby corn harvested, before lettuce and kale production under organic management.** Seropédica, UFRRJ, 2011. 78p. (Dissertation, Master in Science).

Two experiments were conducted to evaluate the effect of green manuring through intercropping of sunnhemp (*Crotalaria juncea*) with corn for production of baby corn (immature ears), preceding lettuce and kale production under organic management. The first experiment, in the Campo Experimental de Avelar – CEA, of PESAGRO-RIO, in Paty do Alferes, in the state of Rio de Janeiro, Brazil, was done in a randomized block design where the treatments consisted of green manure pre-crops of corn, intercropping of corn with sunnhemp, sunnhemp and spontaneous vegetation. During the growth of these crops, the harvest of baby corn was done. After cutting the plants, lettuce (cv. Vera) was planted over the stubble produced. The corn monoculture yielded productivity, a commercially viable number of immature ears, as well as a greater number of ears per plant; however, in relation to the length and diameter of the ears, there was no difference to the intercropping. The biomass production provided by the intercropping of sunnhemp and corn was always greater than for the corn monoculture and the spontaneous vegetation, and equivalent to the sunnhemp monoculture. In relation to nutrient accumulation, the intercropping was superior to the corn monoculture and the spontaneous vegetation for N, superior to the sunnhemp monoculture and the spontaneous vegetation for P, and equivalent to the other treatments for K, Ca, and Mg. Direct planting (no-tillage) over the stubble of the sunnhemp or the intercropped corn with sunnhemp gave superior yields for the lettuce. The second experiment, in the Sistema Integrado de Produção Agroecológica – SIPA (UFRRJ/Embrapa Agrobiologia/PESAGRO-RIO), in Seropédica, in the state of Rio de Janeiro, which also had a randomized block design, combined treatments of green manure crops consisting of corn, intercropping of corn with sunnhemp, and sunnhemp, with two planting methods in a scheme of subplots. During the growth of these crops, the baby corn harvesting was done. After cutting the plants, kale (F1 hybrid Hi Crop) was planted using both no-tillage and conventional tillage and this provided 21 weekly harvests. The corn monoculture yielded productivity, a commercially viable number of ears, as well as a greater number of ears per plant; however, in relation to the length and diameter of the ears, there was no difference to the intercropping. Biomass production provided by the intercropping of sunnhemp and corn was greater than for the monoculture. The accumulation of nutrients provided by the intercropping was always greater than for the corn monoculture and greater than or equal to the sunnhemp monoculture. The no-tillage management provided comparable productivity and kale leaf growth greater than for the conventional tillage. For both the lettuce and the kale, the option of green manuring through intercropping of corn with sunnhemp had the advantage of harvesting baby corn and the management system adopted allowed most of the nitrogen in the systems to remain. Soil fertility was also evaluated by collecting soil samples at different times. There was an effect on the pH and levels of Ca+Mg and K.

Keywords: *Crotalaria juncea*, *Zea mays*, *Lactuca sativa*, *Brassica oleracea* var. *acephala*, baby corn, organic agriculture, no-tillage system.

## ÍNDICE DE TABELAS

01. Produtividade, número e tamanho de espigas imaturas (minimilho), Experimento 1.....	22
02. Acúmulo de macronutrientes nas espigas despalhadas, Experimento 1.....	24
03. Acúmulo de macronutrientes na palha das espigas, Experimento 1.....	24
04. Matéria seca produzida pelos pré-cultivos, Experimento 1.....	24
05. Acúmulo de macronutrientes da parte aérea dos pré-cultivos, Experimento 1.	25
06. Estrutura da comunidade de plantas espontâneas, Experimento 1.....	27
07. Produtividade, matéria seca, peso médio e diâmetro de parte aérea de alface cultivada em sucessão aos tratamentos com adubação verde, Experimento 1...	28
08. Acúmulo de nitrogênio da parte aérea da alface, Experimento 1.....	29
09. Balanço estimado de nitrogênio, Experimento 1.....	30
10. Produtividade, número e tamanho de espigas imaturas (minimilho), Experimento 2.....	32
11. Acúmulo de macronutrientes nas espigas despalhadas, Experimento 2.....	34
12. Acúmulo de macronutrientes na palha das espigas, Experimento 2.....	34
13. Matéria seca produzida pelos pré-cultivos, Experimento 2.....	35
14. Acúmulo de macronutrientes na parte aérea dos pré-cultivos, Experimento 2...	36
15. Produtividade, matéria seca, número de folhas e área foliar da couve-folha em sucessão aos tratamentos com adubação verde, Experimento 2.....	38
16. Produtividade de couve-folha em colheitas em que se identificou diferença significativa entre os tratamentos, Experimento 2.....	40
17. Área foliar específica de couve-folha em colheitas em que se identificou diferença significativa entre os tratamentos, Experimento 2.....	44
18. Acúmulo estimado de nitrogênio na parte aérea da couve-folha, Experimento 2.....	45
19. Valores de abundância natural de $^{15}\text{N}$ ( $\delta^{15}\text{N}$ ) de leguminosas utilizadas na adubação verde e contribuição da fixação biológica de nitrogênio (FBN), Experimento 2.....	46
20. Balanço estimado de nitrogênio, Experimento 2.....	47
21. Valores relativos à fertilidade do solo, Experimento 2.....	49

22. Valores de pH do solo com interação entre os fatores plantio e época, Experimento 2.....	51
23. Valores de pH do solo com interação entre os fatores cultivo e época, Experimento 2.....	51
24. Resumo da análise da variância relativa às variáveis de produção do minimilho, Experimento 1.....	66
25. Resumo da análise da variância relativa ao acúmulo de macronutrientes nas espigas imaturas despalhadas, Experimento 1.....	67
26. Resumo da análise da variância relativa ao acúmulo de macronutrientes na palha das espigas imaturas, Experimento 1.....	67
27. Resumo da análise da variância relativa à produção de matéria seca pelos adubos verdes, Experimento 1.....	67
28. Resumo da análise da variância relativa ao acúmulo de macronutrientes na parte aérea dos pré-cultivos, Experimento 1.....	68
29. Resumo da análise da variância relativa à produtividade, matéria seca, peso médio por planta (cabeça) e diâmetro de parte aérea de alface, Experimento 1.....	68
30. Resumo da análise da variância relativa ao acúmulo de N da alface, Experimento 1.....	68
31. Resumo da análise da variância relativa à produtividade, número e tamanho de espigas de espigas imaturas (minimilho), Experimento 2.....	69
32. Resumo da análise da variância relativa ao acúmulo de macronutrientes nas espigas imaturas despalhadas, Experimento 2.....	70
33. Resumo da análise da variância relativa ao acúmulo de macronutrientes na palha das espigas imaturas, Experimento 2.....	70
34. Resumo da análise da variância relativa à produção de matéria seca dos pré-cultivos, Experimento 2.....	70
35. Resumo da análise da variância relativa ao acúmulo de macronutrientes na parte aérea dos pré-cultivos, Experimento 2.....	71
36. Resumo da análise da variância relativa à produtividade, matéria seca, número de folhas e área foliar da couve-folha, Experimento 2.....	71

37. Resumo da análise da variância relativa à produtividade de couve-folha em colheitas em que se identificou diferença significativa entre os tratamentos, Experimento 2.....	72
38. Resumo da análise da variância relativa à área foliar específica da couve-folha em colheitas em que se identificou diferença significativa entre os tratamentos, Experimento 2.....	72
39. Resumo da análise da variância relativa ao acúmulo estimado de N na couve-folha, Experimento 2.....	73
40. Resumo da análise da variância relativa à fertilidade do solo, Experimento 2...	73
41. Resultado de análise química de substratos utilizados na produção de mudas...	74
42. Resultado de análise química de esterco de curral utilizados na adubação de plantio.....	74

## LISTA DE FIGURAS

01. Médias mensais de 2010 de temperatura e precipitação no Campo Experimental de Avelar – CEA/CEAPAO/PESAGRO – RIO.....	14
02. Médias mensais de 2010 de temperatura e precipitação no Sistema Integrado de Produção Agroecológica – SIPA.....	17
03. Percentual de espigas colhidas por colheita, Experimento 1.....	23
04. Percentual de espigas colhidas por colheita, Experimento 2.....	33
05. Produtividade de couve-folha por colheita, Experimento 2.....	39
06. Produtividade acumulada de couve-folha, Experimento 2.....	41
07. Número de folhas acumulado de couve-folha, Experimento 2.....	42
08. Área foliar acumulada de couve-folha, Experimento 2.....	42
09. Matéria seca acumulada de couve-folha, Experimento 2.....	43
10. Variação de Ca + Mg na área experimental em agosto e dezembro de 2010, Experimento 2.....	50
11. Variação de K na área experimental em agosto e dezembro de 2010, Experimento 2.....	50
12. Variação do pH na área experimental em agosto e dezembro de 2010, Experimento 2.....	52
13. Croqui do Experimento 1. Campo Experimental de Avelar – CEA, Centro de Pesquisa em Agricultura Orgânica – CEPAO/PESAGRO – RIO, Paty do Alferes, RJ.....	64
14. Croqui do Experimento 2. Sistema Integrado de Produção Agroecológica – SIPA (“Fazendinha Agroecológica Km 47”), UFRRJ/Embrapa Agrobiologia/PESAGRO-RIO, Seropédica.....	65
15. Espigas de minimilho.....	74
16. Experimento 1.....	75
17. Experimento 2.....	76

## SUMÁRIO

1-	INTRODUÇÃO.....	1
2-	REVISÃO DA LITERATURA.....	2
2.1-	Adubação Verde.....	2
2.2-	Plantio Direto.....	5
2.3-	Utilização da Adubação Verde e do Plantio Direto em Pequenas Propriedades Rurais.....	8
2.4-	Minimilho.....	9
3-	HIPÓTESE.....	12
4-	OBJETIVOS.....	13
4.1-	Objetivo Geral.....	13
4.2-	Objetivos Específicos.....	13
5-	MATERIAL E MÉTODOS.....	14
5.1-	Experimento 1 – Adubação Verde Antecedendo Cultivo de Alface.....	14
5.2-	Experimento 2 – Adubação Verde Antecedendo Cultivo de Couve-Folha.....	16
5.3-	Procedimentos Comuns aos Experimentos 1 e 2.....	19
6-	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
6.1-	Experimento 1 – Adubação Verde Antecedendo Cultivo de Alface.....	21
6.2-	Experimento 2 – Adubação Verde Antecedendo Cultivo de Couve-Folha.....	31
7-	CONCLUSÕES.....	53
8-	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	54
9-	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56
10-	APÊNDICE.....	64

## 1- INTRODUÇÃO

A prática de adubação verde consiste na utilização de plantas que quando incorporadas ao solo ou mantidas em cobertura após o corte, conferindo melhorias químicas, físicas e biológicas, favorecendo, entre outros benefícios, o aumento da fertilidade e da produtividade das culturas subsequentes. Quando apenas cortadas e deixadas sobre o solo, de modo a receberem um cultivo comercial seguido sobre a palhada formada e sem o tradicional revolvimento do solo, tem-se a vantagem de tornar o solo coberto por mais tempo, com decomposição mais lenta da cobertura em relação a quando há revolvimento do solo e incorporação do adubo verde. Neste último caso, a liberação de nutrientes também é mais rápida.

Das espécies vegetais, as mais utilizadas para adubação verde são as leguminosas, por conta da simbiose destas com bactérias diazotróficas, as quais conseguem fixar nitrogênio atmosférico em grande quantidade. O teor de nitrogênio nos tecidos das leguminosas é superior à maioria das outras espécies.

Apesar dos efeitos benéficos que a prática de adubação verde pode proporcionar aos cultivos, a sua adoção, mesmo em algumas unidades de produção sob manejo orgânico, é reduzida ou inexistente. Assim, a pesquisa tem buscado explorar o caráter multifuncional dos vegetais utilizados para adubação verde, utilidades que permitam, além dos benefícios já sabidos, a melhoria de renda do produtor rural, a qual pode ser na forma de um produto colhido dos cultivos destinados à adubação verde, agregando-se à renda proporcionada pela cultura principal num segundo momento e tornando-se um fator de motivação para a prática de adubação verde. Um exemplo são os grãos produzidos por alguns adubos verdes que se prestam à alimentação humana, após germinação, cocção ou processamento agroindustrial. Outro é a prática de cultivo adensado de milho, em consórcio com leguminosas, para fins de adubação verde, mas que antes do seu corte, tem as espigas recém emitidas, imaturas, colhidas e processadas principalmente sob forma de conservas, as quais atingem um atraente valor de venda nos supermercados e lojas especializadas, onde são comercializadas como minimilho.



## 2- REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1- Adubação Verde

As referências mais antigas sobre o uso da adubação verde foram da dinastia Chou (1134 – 247 a.C.), na China. Há dois milênios, no império romano, já havia referências no livro “As Geórgicas de Virgílio” sobre os efeitos das ervilhacas e tremoço-amargo sobre as culturas em sucessão, sem, contudo, ter-se o conhecimento das causas (KIEHL, 1985).

Segundo CALEGARI (1998) a adubação verde tem múltiplas funções, como proteger o solo do impacto direto de gotas de chuva, conservar umidade, diminuir oscilações térmicas, favorecer a infiltração de água, evitar erosão, reciclar nutrientes e auxiliar no controle de plantas invasoras. Além disso, os adubos verdes e cultivos de cobertura possuem a capacidade de reduzir a compactação do solo e melhorar a sua estrutura via formação de agregados e suprimir e, além disso, controlar invasoras pela competição por luz, água e nutrientes.

Em solos de regiões tropicais e subtropicais, a quantidade de matéria orgânica (MO) é determinante para a manutenção da fertilidade dos mesmos. Nesses solos, a fração argila é constituída principalmente por óxidos de ferro (hematita e goethita) e alumínio (gibbsite) e por filossilicatos do tipo 1:1 (caulinita), os quais possuem baixa concentração de grupos de carga negativa em suas superfícies e, como consequência, uma baixa capacidade de troca catiônica (CTC). A matéria orgânica, com seus grupos funcionais carboxílicos e fenólicos, representa de 50 a 90 % da CTC de solos em condições tropicais e subtropicais (VEZZANI et al., 2008), contribuindo de forma expressiva na retenção de nutrientes. No entanto, em muitos casos percebe-se dificuldades em se aportar matéria orgânica para áreas de cultivo, seja sob forma decompostos, esterco ou outros resíduos, principalmente pela mão-de-obra requerida para tal tarefa. Nessas situações, a geração de matéria orgânica *in loco*, através da prática de adubação verde pode apresentar muito mais viabilidade.

CALEGARI et al. (1992) destacam diferentes formas de utilização da prática de adubação verde, sendo essas: exclusiva de primavera/verão, exclusiva de outono/inverno, consorciada com culturas anuais, intercalar com culturas perenes, em faixas e perene.

As leguminosas herbáceas são as espécies mais utilizadas como adubos verdes,

embora espécies de outras famílias botânicas também possam ser usadas. Ocorre que as leguminosas, além de proporcionarem benefícios similares aos obtidos com espécies de outras famílias botânicas utilizadas para a adubação verde, têm como particularidade o fato de formarem associações simbióticas com bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico, proporcionando, desta forma, a entrada de quantidades expressivas deste nutriente essencial nos sistemas de cultivo. Por isso, as leguminosas contribuem com a fertilidade do solo e no rendimento dos cultivos subsequentes.

DÖBEREINER (1997) relata que parte do nitrogênio requerido pelas plantas pode ser obtida pela fixação biológica de nitrogênio (FBN), realizada por grupos de microrganismos procariotos com capacidade de reduzir o nitrogênio atmosférico (N<sub>2</sub>), transformando-o em uma forma assimilável pela planta e tornando o cultivo economicamente viável e competitivo, além de reduzir os problemas com a poluição ambiental. A presença de leguminosas induz a melhoria dos níveis de fertilidade do solo (PERIN et al., 2004), estimula os muitos processos biológicos dependentes da disponibilidade de matéria orgânica (DE-POLLI & PIMENTEL, 2005; ESPÍNDOLA et al., 2005) e aumenta o volume total de biomassa produzida por unidade de área cultivada, promovendo, em decorrência, a taxa de cobertura do solo necessária para viabilizar subsequentes plantios diretos (BALBINOT & FLECK, 2005).

De uma forma geral, as leguminosas escolhidas para adubação verde têm por base as suas produções de massa verde e acumulações de nitrogênio, bem como a capacidade de tolerar adversidades do clima, solo e a doenças. Entre as principais espécies de leguminosas utilizadas, a *C. juncea* vem adquirindo destaque, pois é pouco exigente quanto à fertilidade do solo, possui grande potencial de FBN, apresenta crescimento rápido e tem a capacidade de reduzir os níveis populacionais de algumas espécies de nematóides do solo (MCSORLEY, 1999; ROBINSON & COOK, 2001). Além de má hospedeira para os nematóides formadores de galhas, WANG et al. (2003), observaram que a incorporação de palha de *C. juncea* aumentou o número de nematóides bacteriófagos, onívoros e predadores, principalmente em solos com baixos teores de matéria orgânica, aumentando a tolerância das plantas a nematóides parasitas.

A mistura de espécies de diferentes grupos podem não só aumentar a produção de biomassa, mas também pode funcionar melhor na redução da lixiviação de nutrientes e para exportar de forma mais eficiente os nutrientes que seriam retidos no solo (KAHMEN et al., 2006).

MIYAZAWA et al. (2010), em experimento com *C. juncea*, sorgo (*Sorghum*

*bicolor*) e girassol (*Helianthus annuus*), observaram maior produção de matéria seca e padrão de enraizamento mais profundo com plantios consorciados em relação aos monocultivos dessas espécies. O emprego de gramíneas na adubação verde pode mitigar perdas de nitrogênio, mediante a imobilização temporária deste nutriente em sua biomassa (ANDREOLA et al., 2000); e o consórcio dessas com leguminosas pode proporcionar condições mais equilibradas entre aspectos de conservação do solo (geralmente melhor proporcionado pela palhada da gramínea, por sua decomposição mais lenta) e de disponibilização de nutrientes (geralmente proporcionada de forma mais rápida pela palhada da leguminosa, por sua decomposição mais rápida). A relação C/N, entre outros fatores, é um dos mais importantes na regulação da decomposição da palhada, bem como na liberação dos nutrientes nela contidos. AMADO et al. (2000), verificaram que na adubação verde de inverno, a relação C/N da gramínea e leguminosa isoladas, foi de 45 e 15, respectivamente, enquanto na consorciação a relação ficou em torno de 25. Este valor é próximo ao equilíbrio entre os processos de mineralização e imobilização do nitrogênio (DIAS & SOUTO, 2005).

Uma importante variável a ser considerada em relação à palhada é o tempo de meia vida ( $T_{1/2}$ ), o qual é o período, em dias, necessário para que metade da massa de resíduos seja decomposta ou para que a metade da quantidade de determinado nutriente neles contida seja liberada. SILVA (2002), ao avaliar pré-cultivos solteiros e consorciados de *C. juncea* e sorgo, semeados no mês de fevereiro, em Seropédica, RJ, obteve tempo de meia vida ( $T_{1/2}$ ) para o N acumulado na palhada de 40 dias para a *C. juncea*, 91 dias para o sorgo e 50 dias para o consórcio entre essas duas espécies. PERIN (2005), em estudo semelhante sobre meia vida de N acumulado em palhada, com semeadura realizada no mês de dezembro, em Viçosa, MG, obteve 15 dias para *C. juncea*, 37 dias para milho (*Pennisetum glaucum*) e 21 dias para o consórcio entre as duas espécies. Para o consórcio de *C. juncea* com milho (*Zea mays*), ALMEIDA (2009) obteve 89 dias para a meia vida de N na palhada, com plantio realizado no mês de outubro, em São Manoel, SP. Nesses trabalhos, os autores comporam os consórcios com 50 % da população de plantas com a gramínea e 50 % com a *C. juncea*; e realizaram o corte dos adubos verdes no mês de abril.

Em experimento conduzido por PERIN et al. (2006), em ausência de fertilizante nitrogenado e com cultivo prévio de *C. juncea* consorciada com milho, houve maior produtividade do milho que o pré-cultivo de crotalária solteira, resultado que não se repetiu quando houve aplicação de fertilizante nitrogenado (90 kg de N ha<sup>-1</sup>). Segundo

os autores, tal efeito se deve à liberação de N mais sincronizada com o requerimento do milho do que com crotalária e milheto solteiros.

Outro exemplo de benefício por conta do consórcio de leguminosas com gramíneas é em relação à FBN, em que HÖDTKE et al., (1999), em experimento de milho consorciado simultaneamente com caupi (*Vigna unguiculata*) ou soja (*Glycine max*), sendo duas linhas de leguminosas entre as linhas de milho, cortadas e deixadas sob a cobertura ou incorporadas no momento do florescimento do milho, verificaram que a FBN foi aumentada pelo consórcio.

Em trabalho realizado por SILVA et al. (2009b), onde foram avaliados diferentes consórcios de milho e sorgo com outras espécies, encontraram maiores valores para produção de biomassa com o consórcio dessas gramíneas com *C. juncea*, guandu (*Cajanus cajan*) e tramoço-branco (*Lupinus albus*).

CAZETTA et al. (2005) compararam cultivos isolados e consorciados de milheto e *C. juncea*, e constataram que o cultivo consorciado produziu mais biomassa e maior acúmulo de N na palhada do que o monocultivo de crotalária, e que a persistência da palhada do consórcio foi equivalente à do milheto isolado; e RISSO et al. (2009), ao avaliarem consórcios de milho com leguminosas (*C. juncea* e *Mucuna pruriens*) para fins de adubação verde, verificaram que esses apresentam vantagens quanto à biomassa total produzida por unidade de área cultivada; e em sistemas de plantio direto, vários autores recomendam o consórcio de gramíneas com leguminosas para a produção de palhada (CALEGARI et al., 1993; MERTEN & FERNANDES, 1998).

## **2.2- Plantio Direto**

De acordo com DENARDIN (1996), plantio direto é 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 semeadura, mantendo-se os resíduos vegetais das culturas anteriores na superfície do solo. É um complexo de tecnologia de processos, de produtos e de serviços, que atuam de forma integrada e dependente um dos outros. No entanto, SILVA (2002) chama a atenção para o uso dos termos planta de cobertura e adubo verde em diferentes textos sobre plantio direto. Para ABDUL-BACK & TEASDALE (1997), planta de cobertura é convertida em palhada quando deixada sobre o solo ou convertida em adubo verde quando incorporada ao mesmo.

Segundo SILVA (2002), em sistemas de plantio direto, características como agressividade, presente em algumas espécies utilizadas como adubos verdes, pode tornar-se uma estratégia importante no manejo de plantas espontâneas. De acordo com 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.

Sob a ótica sistêmica, o plantio direto combina práticas biológico-culturais com práticas mecânico-químicas, pressupondo alguns requisitos básicos que envolvem a condição prévia do terreno, o não revolvimento do solo, o uso de rotação de culturas e a adoção de métodos integrados de controle de plantas invasoras, de pragas e de doenças (ANGHINONI, 2007).

Em um estudo para a avaliação de características de um Latossolo Vermelho no cerrado brasileiro, COSTA et al. (2006) identificaram maior capacidade de troca catiônica (CTC) e atividade biológica mais elevada em área de sistema de plantio direto (SPD) do que sob preparo convencional do solo.

No Brasil, as primeiras tentativas de adoção do sistema de plantio direto ocorreram na região Sul, no início da década de 70. Após um período de desenvolvimento pouco expressivo, decorrente de dificuldades iniciais relacionadas com a pouca eficiência das semeadoras disponíveis, compactação do solo, controle de plantas invasoras e controle fitossanitário, houve uma grande expansão de área a partir do início da década de 90, ocupando atualmente mais de 25 milhões de hectares (FEBRAPDP, 2010). Essas áreas englobam grandes culturas, como cereais e leguminosas de grãos em explorações extensivas com mecanização pesada. Há, no entanto, em menor escala, esforços de se desenvolverem sistemas de plantio direto para cultivos intensivos, como o de hortaliças. Em alguns casos, o consórcio entre gramíneas e leguminosas são usados como pré-cultivos para o plantio de olerícolas, em covas, sem preparo convencional do solo.

SILVA (2002), ao trabalhar com o consórcio entre sorgo (*S. bicolor*) e crotalária (*C. juncea*) antecedido do cultivo de brócolis (*Brassica oleracea* var. *italica*) sob manejo orgânico em sistema de plantio direto obteve produções de matéria seca no consórcio e no monocultivo com crotalária equivalentes (8,97 e 8,02 Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente). Fato semelhante foi observado por SANTOS et al. (2009), em ensaio de cultivo orgânico de milho-verde em sistema de plantio direto na palhada de

diferentes espécies, no qual relatam valores equivalentes de produção de matéria seca que também não diferiram entre o monocultivo de *C. juncea* e o consórcio desta com sorgo.

No que se refere ao uso do plantio direto aliado à prática da adubação verde, BAYER et al. (2000) evidenciaram a importância da produção de biomassa das espécies que constituem os sistemas de culturas na definição dos estoques de carbono orgânico total – COT (utilizado junto com a matéria orgânica (MO) para monitorar a qualidade dos solos) do solo em plantio direto. Segundo os autores, num solo descoberto, com adição anual de 0,66 Mg ha<sup>-1</sup> de C (1,65 Mg ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup> de massa seca) via biomassa da vegetação espontânea, os mesmos estimaram, para um período de 100 anos, por simulação com modelo unicompartmental que, após uma perda de 22,55 Mg ha<sup>-1</sup> de C desde o início da adoção deste manejo, o estoque de COT na camada de 0 – 17,5 cm do solo se estabilizaria em 10 Mg ha<sup>-1</sup>. Desta forma, os autores comprovaram que a adoção do sistema de plantio direto de forma isolada, sem levar em consideração a adoção de sistemas de culturas de satisfatória adição de biomassa, não é solução para eliminar as perdas de C do solo. Já num sistema de culturas constituído, por exemplo, de guandu consorciado com milho, com adição de 8,89 Mg ha<sup>-1</sup> de C (22,2 Mg ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> de massa seca), o estoque estável de C nessa camada foi estimado em 61,38 Mg ha<sup>-1</sup> de C, para a mesma simulação de 100 anos, representando um acúmulo de 28,83 Mg ha<sup>-1</sup> de C em relação ao estoque no início do manejo. Ainda sobre tal constatação, AMADO et al. (2001) relataram que a utilização de mucuna antes do plantio direto de milho foi a estratégia mais eficiente em promover aumento nos estoques de CO e N total do solo. SILVA (2006) também obteve aumento de CO e N na camada de 0 – 5 cm do solo com couve consorciada com *C. spectabilis* ou com mucuna-anã (*Mucuna deeringiana*) em sucessão ao milho consorciado com *C. juncea* ou mucuna-cinza (*M. pruriens*) superiores aos proporcionados por essas duas culturas em plantio solteiro. Vale salientar que o acúmulo de matéria orgânica alcançado num manejo como tal torna o solo um importante dreno de CO<sub>2</sub> da atmosfera e contribui para a mitigação do efeito desse gás no aquecimento global (SÁ et al., 2004).

No tocante à prática de plantio direto na produção de hortaliças (atividade em que geralmente há revolvimento frequente do solo), o plantio direto poderia contribuir para minimizar a erosão. Um dos primeiros relatos, BESTE (1973), citado por KNAVEL et al. (1977), tratou da produção de tomate e pepino quando semeado de forma semelhante ao processo utilizado no plantio direto de grãos. No Brasil, de forma

pioneira, em 1985, em Itupuranga, Santa Catarina, em pequenas propriedades de produção familiar, se realizou testes com transplante de cebola sobre palhada de milho (AMADO et al., 1992). Segundo TAGLIARI & FREITAS (1998), parte da contribuição para o desenvolvimento desse sistema se deu através da iniciativa dos próprios agricultores, auxiliados por técnicos de extensão, que desenvolveram máquinas e implementos em oficinas domésticas.

### **2.3- Utilização da Adubação Verde e do Plantio Direto na Produção de Hortaliças em Pequenas Propriedades Rurais**

Sobre a utilização da adubação verde, os principais entraves no Brasil tem sido a baixa disponibilidade de material propagativo e de informações a respeito de características, benefícios e formas de utilização, principalmente para os agricultores familiares (WUTKE et al., 2007).

RISSO (2007) aponta como dificuldade para o uso de adubação verde associada ao plantio direto ou ao cultivo mínimo no cenário da agricultura familiar do Estado do Rio de Janeiro, o fato das áreas serem utilizadas de forma intensiva pelos cultivos comerciais, dificultando a introdução do adubo verde, haja vista não haver períodos longos de pousio.

BUNCH (1995) e REIJNTJES et al. (1999) destacam que, mesmo em casos que a pesquisa agrícola desenvolve tecnologias ecologicamente orientadas, os esforços para introduzi-las que não levam em conta a realidade dos agricultores, encontram pouca aceitação.

Tais dificuldades aliadas à descapitalização dos agricultores das pequenas propriedades rurais, principalmente as familiares, atrapalham a adoção da adubação verde. Esta pode tornar o manejo das áreas mais complexo, bem como exigir, muitas vezes, que parte de uma área produtiva fique sem exploração de culturas comerciais por determinados períodos. O produtor rural, mesmo quando se propõe a praticar uma agricultura pouco impactante e geradora de alimentos isentos de contaminantes, é atraído, via de regra, por processos que o permite auferir rendimentos de forma mais imediata.

Para 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.

LARA (1984), em atividades para difundir a adubação verde, utilizou experiências bem sucedidas por agricultores e entendimentos sobre custos de produção.

Uma possível estratégia para a intensificação do uso de adubação verde no Estado do Rio de Janeiro, de forma integrada com o plantio direto ou com o cultivo mínimo, é a utilização de leguminosas consorciadas com o milho, pois além de ser comum o seu cultivo, principalmente no período de primavera-verão, o mesmo pode, já na fase de pré-cultivo como adubo verde, permitir a colheita de espigas imaturas, as quais podem ser comercializadas como minimilho. Todavia, ajustes se fazem necessários para uma utilização eficiente desses consórcios.

A possibilidade de se obter um produto comercializável de considerável valor no mercado durante a fase de pré-cultivo, pode se revelar como um importante fator motivacional para a adoção da prática de adubação verde nas propriedades rurais, principalmente nas de pequena produção e de caráter familiar, envolvidas ou não com a produção sob manejo orgânico. Grande parte dessas unidades de produção se ocupa principalmente com a produção de olerícolas. HAMERSCHMIDT (2009) assinala que no Brasil atual 90% dos produtos orgânicos provêm da agricultura familiar; e segundo ASSIS (2002), os primeiros movimentos ligados à agricultura orgânica no Brasil sempre estiveram relacionados à produção de hortifrutigrangeiros, principalmente de hortaliças, caracterizando as iniciativas pioneiras surgidas no Rio de Janeiro, Brasília, Rio Grande do Sul, São Paulo e Paraná.

Entre as principais olerícolas, já se observou desempenho satisfatório ou no mínimo promissor, quando cultivadas em consórcio ou rotação com espécies para adubação verde, por vezes em plantio direto ou cultivo mínimo, destacando-se, o repolho (OLIVEIRA, 2003; FONTANÉTTI et al., 2006), o tomate rasteiro (PONTES, 2003; SILVA, 2009), a berinjela (CASTRO et al., 2009), o brócolis (SILVA, 2002; PERIN, 2005), o quiabo (RIBAS et al., 2003), o pimentão (CEZAR, 2007), o taro (OLIVEIRA, 2007), a couve-folha (SILVA et al., 2011) e a alface (FONTANÉTTI et al., 2006; NEGRINI, 2007; SAKAI, 2008; ALMEIDA, 2009; FEITOSA et al., 2010).

#### **2.4- Minimilho**



O minimilho é a inflorescência feminina do milho antes da polinização, ou seja, é a espiga, é a espiga de milho em desenvolvimento (PEREIRA FILHO & QUEIROZ, 2010).

Segundo ALMEIDA (2004), a utilização do minimilho foi primeiramente explorada na Ásia, onde seu consumo é elevado. A Tailândia domina o mercado mundial de venda de minimilho nas formas fresca e em conserva. A produção e o mercado de minimilho têm se expandido, sendo produzido atualmente na África e América Latina e importado pela Europa e América do Norte na forma fresca. O minimilho é rentável, podendo resultar em lucro mais de 400 % do valor investido na produção (HARDOIM et al., 2002), e propicia possibilidades de diversificação, agregação de valor e ampliação de renda (PANDEY et al., 2000). No Brasil, o seu consumo tem sido estimulado de diversas maneiras, tanto em saladas como degustação na forma de aperitivo, bem como em pratos preparados, com a vantagem de ser uma hortaliça de baixo valor calórico, como o palmito (RAUPP et al., 2004).

Em avaliação da composição centesimal de quatro híbridos comerciais de milho para produção de minimilho, RAUPP et al. (2008) encontraram variações entre 90,3 e 90,8% de água; 1,9 a 2,0% de cinzas; 1,2 a 1,56% de proteína; 0,17 a 0,24% de lipídeo; 0,23 a 0,28% de fibra alimentar e 5,52 a 5,69% de carboidrato digerível total. Estes valores conferem baixo teor calórico ao minimilho, ou seja, entre 28,4 e 31,2 kcal/100g de matéria fresca. Os teores de vitaminas e minerais, em 100 g de amostra, em média para oito cultivares avaliadas por PINHO et al. (2003), foram: 86 mg de fósforo; 0,1 mg de ferro; 64 UA de vitamina A; 0,05 mg de tiamina; 0,8 mg de riboflavina; 11 mg de ácido ascórbico; e 0,3 mg de niacina.

Os tratos culturais são basicamente os mesmos (PEREIRA FILHO et al., 1998b). No entanto, a produção de minimilho exige maiores densidades de plantio em relação às requeridas para as produções de espigas verdes e de grãos. PEREIRA FILHO (2001) faz referência a diferentes trabalhos, os quais utilizaram densidades de 120.000 a 200.000 plantas/ha. O mesmo autor relata que, para as cultivares encontradas no mercado brasileiro, a densidade de semeadura deve ser ao redor de 180.000 plantas ha. Nesse caso, para se ter a densidade recomendada, no espaçamento de 80 cm, deve-se semear entre 15 e 17 sementes por metro linear.

A maioria das cultivares produz duas ou três espigas por planta, mas a qualidade da terceira espiga geralmente não atende aos padrões de comercialização. (MILES & ZENZ, 2000). A colheita de uma espiga induz ao desenvolvimento de outra seguinte, a

qual pode ser colhida após sete dias e assim sucessivamente (PEREIRA FILHO, 1998b).

ALMEIDA (2004), ao estudar o comportamento de dez cultivares de milho na produção de minimilho, realizou colheitas entre o 49 e 63 dias após a semeadura, e obteve produtividades que variaram entre 166,5 e 1.338,2 kg ha<sup>-1</sup>.

EKLUND (2010), ao estudar diferentes pré-cultivos para a produção de minimilho, obteve 121.094 espigas imaturas com plantio direto sobre palhada de *C. juncea*, sendo essa produção maior que as proporcionadas pela palhada de feijão-deporco (*Canavalia ensiformis*), sorgo e consórcios entre essas espécies.

No entanto, o rendimento é variável em função da cultivar e de outros fatores, chegando à produtividade de até 2,5 Mg ha<sup>-1</sup> de minimilho que atendam os padrões de comercialização. Normalmente o restante do minimilho é utilizado para atender mercados menos exigentes e para o consumo 'in natura'. Todo o restante da planta, depois da retirada do minimilho, pode ser utilizado como forragem para bovinos e outros animais, como fonte de alimento ou segunda renda, quando ensilado (HARDOIM et al., 2002; PEREIRA FILHO et al., 1998b) ou, ainda, para fins de adubação verde, incorporado ao solo ou mantido como palhada sobre o mesmo.

### **3- HIPÓTESE**

O adubo verde resultante da biomassa de crotalária consorciada com milho após a colheita de espigas imaturas contribui para o aumento da produção de alface ou de couve-folha cultivados em sequência.

## 4- OBJETIVOS

### 4.1- Objetivo Geral

Avaliar o efeito do consórcio de milho (*Zea mays*) para colheita de espigas imaturas (minimilho) com crotalária (*Crotalaria juncea*) sobre a produção de a alface (*Lactuca sativa*) e a couve-folha (*Brassica oleracea* var. *acephala*) sob manejo orgânico.

### 4.2- Objetivos Específicos

- Avaliar a produtividade, o número de espigas comerciais e o número de espigas por planta, o comprimento e o diâmetro das espigas de minimilho sob consórcio com crotalária;

- Avaliar a produção de biomassa aérea e determinar o acúmulo de nutrientes na crotalária e no milho;

- Avaliar o efeito da adubação verde com crotalária e milho sobre a produção de alface sob manejo orgânico;

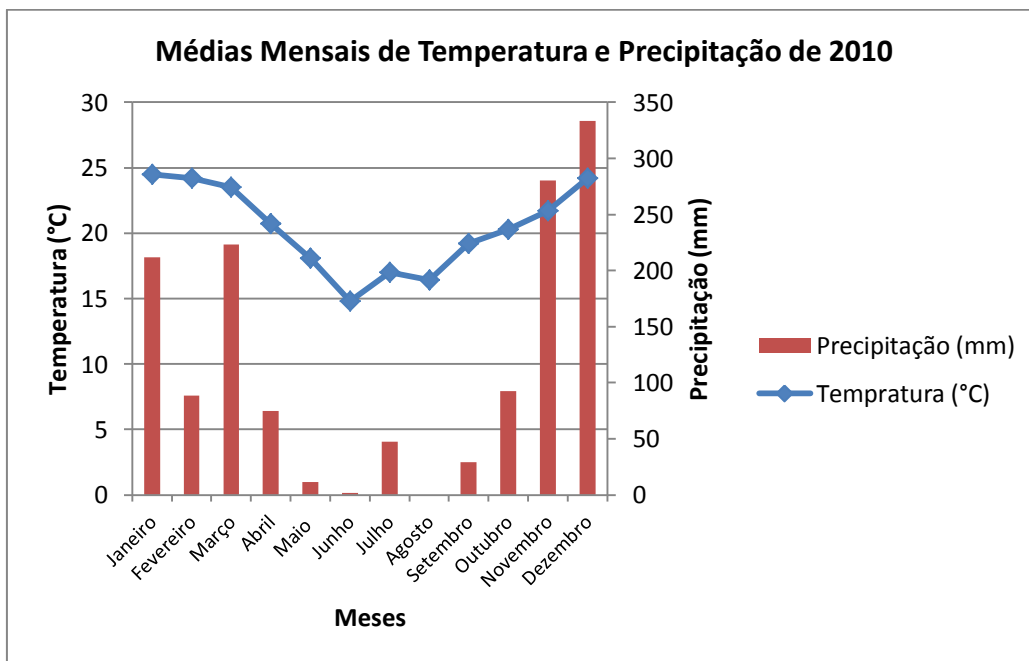
- Avaliar o efeito da adubação verde com crotalária e milho e da forma de preparo do solo sobre a produção de couve-folha sob manejo orgânico; e

- Estimar um balanço de nitrogênio dos sistemas de plantio.

## 5- MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1- Experimento 1 – Adubação Verde Antecedendo Cultivo de Alface

Foi realizado na área do Campo Experimental de Avelar - CEA, vinculado ao Centro de Pesquisa em Agricultura Orgânica - CEPAO, da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro – PESAGRO-RIO. O Campo está localizado em 22° 20' S, 43° 25' W, no município de Paty do Alferes, e altitude de 507 m, sendo o clima incluído na classificação de Köppen como tropical úmido de altitude (Cwb). As médias mensais de 2010 de temperatura e precipitação estão representadas na Figura 01. O solo da área experimental é um Latossolo Vermelho – Amarelo (EMBRAPA, 1997).



**Figura 01.** Médias mensais de 2010 de temperatura e precipitação do Campo Experimental de Avelar – CEA/CEPAO/PESAGRO – RIO.

O experimento constou de quatro tratamentos: monocultivo de milho (*Zea mays*) (200.000 plantas ha<sup>-1</sup>), consórcio de milho e crotalária (*Crotalaria juncea*) (100.000 plantas ha<sup>-1</sup> de milho e 375.000 plantas ha<sup>-1</sup> de crotalária), monocultivo de crotalária (750.000 plantas ha<sup>-1</sup>) e vegetação espontânea. A parte aérea desses quatro pré-cultivos foi cortada e mantida sobre o solo.

Os pré-cultivos foram implantados em solo convencionalmente preparado. O

delineamento experimental foi o de blocos casualizados com quatro repetições, com cada parcela medindo 2,0 x 2,4m.

A semeadura de milho e de crotalária ocorreu em 13 de janeiro de 2010, mantendo-se, após a germinação das sementes, oito plantas de milho e 30 de *C. juncea* por metro linear, sendo as linhas de plantio distanciadas 0,40 m uma das outras. A variedade de milho utilizada foi a Nitrodente, localmente conhecida como “Eldorado”.

O resultado da análise de fertilidade solo não indicou necessidade de correção ou adubação: pH = 6,1; Al = 0,0 cmol/dm<sup>3</sup>; Ca+Mg = 2,6 cmol/dm<sup>3</sup>; P = 101,7 mg/dm<sup>3</sup>, K = 91 mg/dm<sup>3</sup> e C = 0,66 %; portanto, não houve qualquer adubação no plantio. Como adubação de cobertura, aos 20 dias após a semeadura, cada linha de milho, tanto no monocultivo como no consórcio com crotalária, recebeu 149 g de esterco bovino por metro linear (com 10,52 % de umidade). Durante todo o período, o experimento foi irrigado com mangueira portando crivo acoplado na extremidade.

A colheita de minimilho foi realizada em área útil de 1m<sup>2</sup> centralizada nas parcelas com milho e naquelas com consórcio entre milho e crotalária, entre 16 de março e 08 de abril de 2010, num total de dez colheitas.

O corte de todos os pré-cultivos se deu em 24 de abril de 2010, momento em que a crotalária já se encontrava com vagens em formação e o milho sem as espigas. Dois dias antes do corte, avaliou-se a matéria fresca produzida pelos pré-cultivos, a qual foi determinada pela pesagem do material vegetal da área de 1m<sup>2</sup> centralizada nas parcelas com milho, crotalária e consórcio entre as duas espécies, e da área de 0,25 m<sup>2</sup>, também centralizada nas parcelas, nas com vegetação espontânea. Nessas últimas, o material coletado foi utilizado para o estudo fitossociológico da vegetação espontânea, a partir da determinação da frequência relativa ( $RF_i$ ), densidade relativa ( $RD_i$ ), biomassa relativa ( $RB_i$ ) e valor de importância ( $IV_i$ ), e adaptado da metodologia preconizada por BROWER et al. (1998).

As mudas de alface, do grupo crespa, cultivar Vera, foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido de 200 células em ambiente protegido e semeadas em 31 de março de 2010. Foram transplantadas para a área experimental no espaçamento de 0,3m x 0,3m, onde se utilizou a parte central das parcelas e cada uma delas comportou 40 plantas, das quais as oito centrais ocuparam a área útil.

Por ocasião do transplântio, cada planta recebeu 34 g de esterco bovino (12,26% de umidade). Como adubação de cobertura, aos 20 dias após o transplântio, cada planta recebeu 9 g de torta de mamona (5% de N), ocasião em que também foi realizada uma

capina manual.

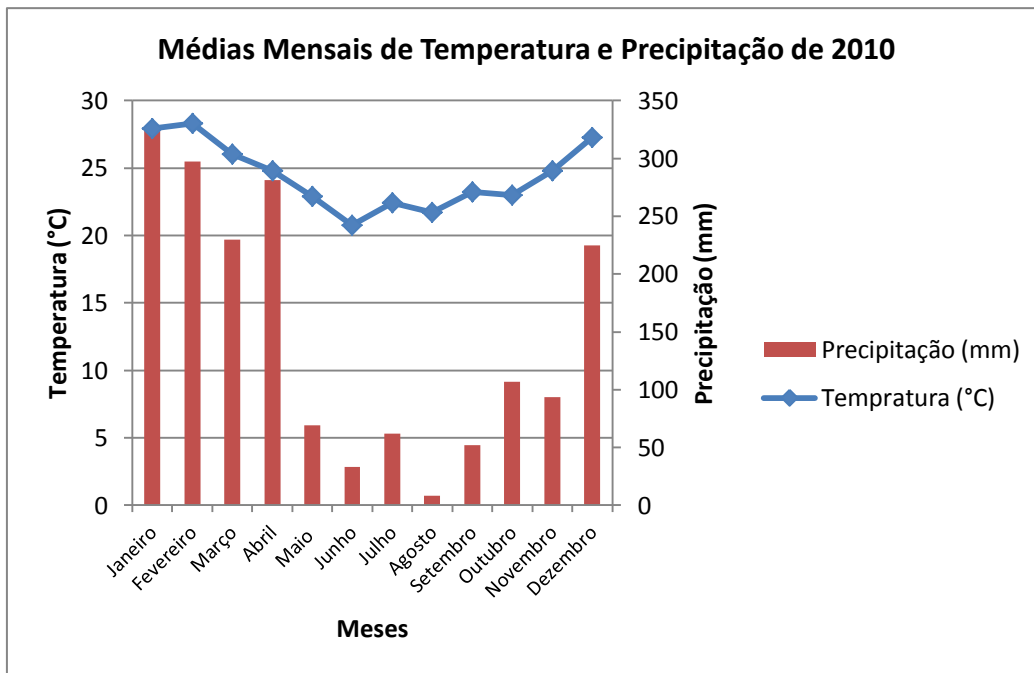
A colheita foi realizada em 10 de junho 2010 e as avaliações constaram de produtividade, matéria seca, diâmetro e peso médio de cabeça e acúmulo de N na parte aérea da alface a partir de três plantas colhidas ao acaso na área útil de cada parcela. O balanço de N do sistema também foi realizado, feito a partir da diferença entre as entradas de N na forma de adubação e da saída na forma de biomassa de espigas imaturas de milho (minimilho) e de alface. Para a obtenção dos valores de produtividade e matéria seca, considerou-se um espaço (rua) de 0,3 m entre faixas 1,0 m de largura com quatro linhas de plantio de alface, o que confere uma área útil de 7.000 m<sup>2</sup> por hectare. Posteriormente as plantas colhidas foram processadas e analisadas para a determinação dos teores de N, da mesma forma como foi para as amostras dos pré-cultivos.

O balanço de N foi realizado de forma estimada, tendo como referência para a contribuição da fixação biológica de nitrogênio (FBN) os resultados de PEREIRA (2007), o qual obteve, por técnica de abundância natural de <sup>15</sup>N ou  $\delta^{15}\text{N}$  (SHEARER & KOHL, 1986), uma estimativa 87,8 % de contribuição por FBN para *C. juncea* na mesma área experimental. Foram considerados três valores de estimativa de contribuição: 80, 85 e 90 %.

## **5.2- Experimento 2 – Adubação Verde Antecedendo Cultivo de Couve-Folha**

Foi realizado na área do Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), denominado “Fazendinha Agroecológica Km 47”. O SIPA representa um espaço destinado ao exercício da agroecologia, localizado em Seropédica, Estado do Rio de Janeiro, em área de 59 ha, e está localizado em 22° 45’S, 43° 41’W Grw e possui altitude de 33m, sendo o clima incluído na classificação de Köppen como do tipo Aw (NEVES et. al., 2005). As médias mensais de temperatura e precipitação da área estão representadas na Figura 02.

O SIPA é conduzido em parceria entre a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, através do Centro Nacional de Agrobiologia – CNPAB, a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ e a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro – PESAGRO (ALMEIDA et. al., 1999). O solo da área experimental é um Argissolo Vermelho-amarelo (EMBRAPA, 1997).



**Figura 02.** Médias mensais de 2010 de temperatura e precipitação do Sistema Integrado de Produção Agroecológica – SIPA.

O experimento constou de duas etapas, sendo a primeira formada pelo monocultivo de milho (*Z. mays*) (200.000 plantas ha<sup>-1</sup>), monocultivo de crotalária (*C. juncea*) (300.000 plantas ha<sup>-1</sup>) e o consórcio entre essas espécies (100.000 plantas ha<sup>-1</sup> de milho e 150.000 plantas ha<sup>-1</sup> de crotalária), todos implantados em solo convencionalmente preparado. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com oito repetições. Cada unidade experimental mediu 4m x 4m.

Amostras de terra para fins de análise de fertilidade foram coletadas antes da implantação dos pré-cultivos, as quais não revelaram a necessidade de correção de acidez ou de uso de fertilizantes fosfatados, mas indicaram a necessidade de adubação potássica, sendo o resultado: pH = 6,3; Al = 0,0 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; Ca+Mg = 4,4 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; P = 142,9 mg/dm<sup>3</sup>, K = 55 mg/dm<sup>3</sup> e C = 1,05 %.

As sementeiras de milho e crotalária ocorreram em 24 de fevereiro de 2010, mantendo-se, após a germinação das sementes, oito plantas de milho e 12 de *C. juncea* por metro linear, sendo as linhas de plantio distanciadas 0,40 m uma das outras. A variedade de milho utilizada foi a Nitrodente, a mesma do Experimento 1. Não houve qualquer adubação de plantio ou de cobertura.

A colheita de minimilho foi realizada em uma área de 7,2 m<sup>2</sup>, centralizada nas parcelas com milho e consórcio entre milho e crotalária, e ocorreu de 20 de abril a 17 de



maio de 2010, num total de oito colheitas.

Quatro dias antes do corte dos pré-cultivos, avaliou-se a matéria fresca produzida, a qual foi determinada pela pesagem do material da área de 1,0 m<sup>2</sup> centralizada nas parcelas com milho, crotalária e consórcio entre as duas espécies.

Após o corte dos pré-cultivos, ocorrido em 14 de junho do mesmo ano, os tratamentos da primeira etapa foram combinados com dois sistemas de preparo de solo para o transplântio das mudas de couve-folha (*Brassica oleracea* var. *acephala*), plantio direto e preparo convencional do solo, num desenho experimental de parcelas subdivididas (com pré-cultivos nas parcelas e preparo de solo nas subparcelas), delineadas em blocos casualizados e caracterizando a segunda etapa do experimento.

A couve-folha escolhida foi do tipo manteiga, híbrido (F1) Hi Crop, cujas mudas foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido de 200 células em ambiente protegido, semeadas em 19 de maio e transplantadas para a área experimental em 18 de junho, no espaçamento de 1m x 0,5m, onde as subparcelas comportaram 32 plantas, das quais as oito centrais compuseram a área útil. Foram fornecidos de 9 g de sulfato de potássio (50% de K<sub>2</sub>O) por cova na ocasião do plantio. Na mesma ocasião, também foram aplicados 240 g de esterco bovino (47,74 % de umidade) por cova.

Em 21 de julho, data da primeira colheita de couve, realizou-se uma adubação de cobertura com 50 g de farelo de mamona (5 % de N) por planta, ocasião em que também foi realizada uma capina com enxada apenas nas linhas de plantio. Outras quatro adubações de cobertura com o mesmo fertilizante foram realizadas em intervalos de 30 dias, sendo que na ocasião da terceira adubação de cobertura uma nova capina foi realizada com enxada apenas nas linhas de plantio. Além das duas capinas realizadas apenas nas linhas de plantio, o controle da vegetação espontânea se deu por roçadas quinzenais com motorroçadeira lateral. O experimento foi irrigado por aspersão. Em intervalos semanais foi pulverizado produto biológico a base de *Bacillus thuringiensis* a 0,1% para controle de lagartas. No mês de setembro, também em intervalos semanais, também foi pulverizado o biofertilizante enriquecido “Agrobio” a 4,0 %.

A colheita foi realizada semanalmente e se estendeu por seis meses, em quatro plantas da área útil, escolhidas aleatoriamente.

As avaliações constaram de produtividade, número de folhas, área foliar, matéria seca, produtividade por colheita, área específica por colheita (relação entre a área foliar e a massa da matéria seca) e acúmulo de N na couve e balanço de N no sistema, sendo estes dois últimos estimados a partir de médias dos valores de N de seis colheitas de

couve, sendo cada uma de um dos meses em que a mesma ocorreu. A área foliar e a matéria seca foram avaliadas a partir de dez folhas escolhidas ao acaso em cada uma das colheitas.

A contribuição da FBN foi estimada utilizando-se a técnica de abundância natural de  $^{15}\text{N}$  ou  $\delta^{15}\text{N}$  (SHEARER & KOHL, 1988), com auxílio de espectrômetro de massa (Finnigan MAT, modelo Delta Plus). A contribuição percentual de nitrogênio derivado da FBN foi calculada através da fórmula: % FBN =  $100(\delta^{15}\text{N}$  da planta testemunha –  $\delta^{15}\text{N}$  da planta fixadora)/( $\delta^{15}\text{N}$  da planta testemunha – B), sendo B = – 1,31, valor correspondente à discriminação isotópica de  $^{15}\text{N}$  feita pela *C. juncea*, conforme descrito por OKITO et al. (2004), adotado como estimativa das demais espécies. Como referência de plantas não fixadoras de  $\text{N}_2$  (testemunha), foram utilizados o milho (*Z. mays*), o girassol (*Helianthus annuus*) e o quiabo (*Abelmoschus esculentus*), também cultivados na área experimental. Tanto para a *C. juncea* como para as plantas testemunhas, foram utilizadas três amostras. Com prévia verificação de homocedasticidade, através da relação entre as variâncias, os resultados foram submetidos ao teste t a 5 % de probabilidade para comparação entre as médias do monocultivo de crotalária com o cultivo desta consorciada com milho.

Para fins da avaliação da fertilidade do solo, com os resultados da análise das amostras de terra coletadas antes do início do experimento, em 11 de janeiro de 2010 (total de seis amostras compostas), considerando-se a combinação dos tratamentos da segunda etapa, e de outras coletadas em “grid”, em 13 de agosto e 30 de dezembro de 2010 (total de 96 amostras simples). O fator tempo foi incluído no experimento, caracterizando, apenas para as variáveis referentes à fertilidade do solo, um esquema de parcelas subdivididas (2x3x3). As análises foram realizadas conforme metodologia proposta pela EMBRAPA (1999). Para ilustrar os resultados, os que apresentaram efeito significativo pelos tratamentos foram submetidos à técnica de modelagem por krigagem, por meio do programa computacional Surfer 32, versão 6.04.

### **5.3- Procedimentos Comuns aos Experimentos 1 e 2**

Em ambos os experimentos, a variedade de milho utilizada foi a Nitrodente, localmente conhecida como “Eldorado”. MACHADO et. al. (1992), citados por MACHADO (1995), descrevem tal variedade como uma população com grãos dentados, amarelos com segregação para branco, com predomínio da raça Tuxpeño e

com três ciclos de seleção para eficiência de utilização de nitrogênio.

Na fase de cultivo dos adubos verdes, as avaliações constaram da produção de matéria fresca e seca e determinação do acúmulo de nutrientes da parte aérea dos adubos verdes, peso de palha e número, comprimento, diâmetro e peso de espigas de milho imaturas (minimilho) e o número de espigas produzidas por planta. Foram consideradas como espigas comerciais aquelas com 1,0 a 1,8 cm de diâmetro e com 4,0 a 12,0 cm de comprimento, com boa formação e sem danos provocados por pragas ou doenças.

Para a obtenção da matéria seca da parte aérea, foi coletada uma subamostra de 300g de cada parcela para secagem em estufa de ventilação forçada, em temperatura de 65 °C, até o material alcançar massa constante. Posteriormente o material foi processado em moinho tipo Willey (moinho de facas) com malha de 20 mesh, a fim proceder-se a análise química para a determinação dos teores de N, P, K, Ca e Mg. O N foi determinado após digestão sulfúrica e destilação em Kjeldahl, (BREMNER & MULVANEY, 1982), enquanto P, K, Ca e Mg foram determinados após digestão nítrico-perclórica (BATAGLIA et al., 1983). A determinação de P, Ca e Mg foi realizada por meio de espectrometria de absorção atômica, e a de K por fotometria de chama.

No presente trabalho, o corte dos adubos verdes se deu após o fim da colheita das espigas imaturas de milho (minimilho). No que se refere ao preparo do solo, o plantio direto consistiu na abertura de covas para o plantio de mudas de alface ou couve sobre a palhada dos adubos verdes; e o preparo convencional do solo, pelo revolvimento do mesmo com enxada rotativa acoplada a microtrator.

As mudas foram produzidas em substrato orgânico com composição proposta por OLIVEIRA (2011), constituído por vermicomposto como componente básico e com adição de 15% de fino de carvão vegetal e 2% de torta de mamona.

A análise estatística foi realizada com o auxílio do programa computacional SAEG versão 9.1 e Sisvar versão 5.3, iniciada por testes de homogeneidade e normalidade. Posteriormente, procedeu-se a análise da variância dos dados, com aplicação do “teste F” a 5 % de probabilidade e, quando constatada diferença significativa pelo mesmo, o teste de comparação entre médias de Tukey, também a 5 % de probabilidade.

## **6- RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **6.1- Experimento 1 – Adubação Verde Antecedendo Cultivo de Alface**

Observou-se que a matéria fresca e secadas espigas despalhadas comerciais de minimilho e o número de espigas comerciais nas parcelas com milho solteiro foi estatisticamente superior a das parcelas com milho e crotalária (Tabela 01), o que se deve ao menor número de plantas de milho no tratamento consorciado. O milho é basicamente uma cultura que não tem crescimento compensatório, sua produtividade é afetada pela população de plantas, o que é evidenciado pelo fato dos valores oriundos do consórcio equivaler a aproximadamente 50 % dos valores da produtividade (matéria fresca) e do número de espigas comerciais do monocultivo, o que também indica a ausência de competição pela crotalária na produção das espigas imaturas (minimilho).

**Tabela 01.** Produtividade, número e tamanho de espigas imaturas (minimilho), Experimento 1.

Tratamentos	Produtividade						Número de espigas			Comprimento das espigas despalhadas comerciais	Diâmetro das espigas despalhadas comerciais
	Espigas despalhadas comerciais	Espigas despalhadas não comerciais matéria fresca	Palha das espigas colhidas	Espigas despalhadas comerciais	Espigas despalhadas não comerciais matéria seca	Palha das espigas colhidas	Comerciais	Não comerciais	Por planta	cm	cm
	kg ha <sup>-1</sup>						un ha <sup>-1</sup>			un	cm
Milho	1.703,0	402,1	4.155,0	148,9	32,5	559,4	248.437	51.563	1,50	6,72	1,32
Milho + crotalária	894,5	376,2	2.881,0	77,2	33,1	358,3	120.313	35.938	1,56	6,89	1,28
Valor F	14,07*	0,83 <sup>ns</sup>	2,76 <sup>ns</sup>	9,62*	0,04 <sup>ns</sup>	3,69 <sup>ns</sup>	50,94*	2,27 <sup>ns</sup>	0,29 <sup>ns</sup>	1,07 <sup>ns</sup>	1,30 <sup>ns</sup>
CV (%)	23,5	41,2	30,8	28,9	43,9	32,3	13,8	33,5	14,7	2,1	4,5

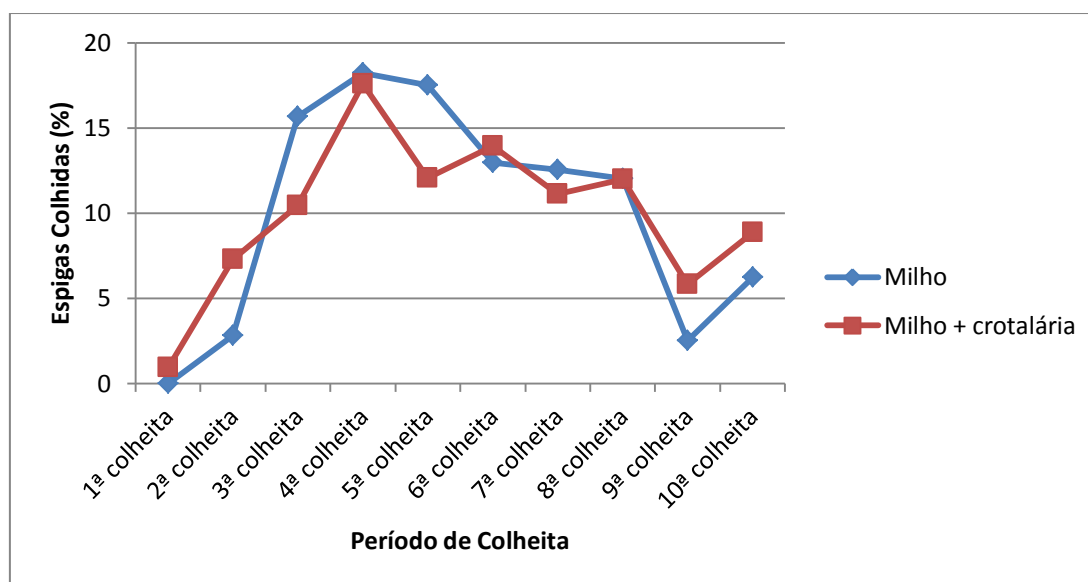
\* significativo estatisticamente pelo teste F a 5% de probabilidade.

ns: não significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade .

Os dados aqui obtidos superam os de PEREIRA FILHO (1998), que ao utilizar as cultivares de milho CMS 43 (Pipoca) e BR 400 (Superdoce) em quatro diferentes densidades de plantio, obteve produtividades de espigas comerciais entre 632 e 1040 kg ha<sup>-1</sup>, bem como os de ALMEIDA (2004), que ao avaliar dez cultivares de milho para a obtenção de minimilho, registrou produtividades de espigas comerciais entre 166,5 e 1.338,2 kg ha<sup>-1</sup>; e de CARVALHO (2002), que avaliou o desempenho de oito cultivares de milho em três diferentes épocas de plantio, também para a produção de minimilho, obteve produtividades entre 390 e 1480 kg ha<sup>-1</sup>.

Assim como a matéria seca das espigas despalhadas comerciais, as matérias fresca e seca das espigas despalhadas não comerciais, o número de espigas não comerciais, o número de espigas por planta, o diâmetro médio e o comprimento das espigas não foram influenciados pelos tratamentos.

A maior parte do minimilho foi obtida entre a terceira e oitava colheitas (Figura 03), período responsável por 88,94 % das espigas imaturas colhidas no monocultivo de milho e por 77,11 % no consórcio com crotalária. Em ambos os tratamentos a quarta colheita se mostrou a com maior rendimento, sendo responsável por 18,24 % das espigas imaturas colhidas no monocultivo e por 17,58 % no consórcio.



**Figura 03.** Percentual de espigas colhidas por colheita, Experimento 1.

A quantidade de macronutrientes das espigas e suas palhas, não foram afetadas pelos tratamentos (Tabelas 02 e 03). Verifica-se que a exportação de nutrientes pela colheita de espigas imaturas é pequena, afetando pouco a entrada no sistema em relação

ao acúmulo total na biomassa remanescente no sistema (Tabelas 04 e 05).

**Tabela 02.** Acúmulo de macronutrientes nas espigas despalhadas, Experimento 1.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg
	----- kg ha <sup>-1</sup> -----				
Milho	5,78	0,92	3,93	0,24	0,41
Milho + crotalária	3,75	0,66	2,65	0,14	0,25
Valor F	5,41 <sup>ns</sup>	2,28 <sup>ns</sup>	3,73 <sup>ns</sup>	5,77 <sup>ns</sup>	7,90 <sup>ns</sup>
CV (%)	25,8	30,1	28,6	31,4	23,5

ns: não significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade .

**Tabela 03.** Acúmulo de macronutrientes na palha das espigas, Experimento 1.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg
	----- kg ha <sup>-1</sup> -----				
Milho	8,29	2,03	8,82	0,62	0,76
Milho + crotalária	5,47	1,36	5,90	0,45	0,50
Valor F	2,16 <sup>ns</sup>	2,93 <sup>ns</sup>	2,78 <sup>ns</sup>	1,44 <sup>ns</sup>	2,54 <sup>ns</sup>
CV (%)	39,5	32,7	33,6	37,6	35,8

ns: não significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade .

**Tabela 04.** Matéria seca produzida pelos pré-cultivos após a colheita de minimilho, Experimento 1.

Tratamentos	Matéria seca Mg ha <sup>-1</sup>
Milho	10,47 b
Milho + crotalária	14,77 a
Crotalária	12,77 ab
Vegetação espontânea	5,10 c
CV (%)	16,3

\* Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela05.** Acúmulo de macronutrientes da parte aérea dos pré-cultivos, Experimento 1.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg
	----- kg ha <sup>-1</sup> -----				
Milho	97,53 b	45,08 a	168,47 a	24,79 a	16,34 a
Milho + crotalária	278,78 a	50,46 a	260,30 a	62,19 a	24,14 a
Crotalária	244,03 a	30,81 b	171,17 a	57,56 a	22,79 a
Vegetação espontânea	115,49 b	16,40 c	134,25 a	51,84 a	16,79 a
CV (%)	29,3	11,8	33,9	45,4	27,0

\* Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A produção de matéria seca dos pré-cultivos foi superior nos tratamentos com crotalária, ou seja, consórcio de milho e crotalária e monocultivo de crotalária (Tabela 4). No consórcio, verificou-se que 57,4 % da matéria seca foram provenientes da crotalária e 42,6 % do milho. PERIN et al. (2004), em experimento com pré-cultivo de *C. juncea* e milheto, obteve 8,04 Mg ha<sup>-1</sup> de matéria seca com o consórcios dessas espécies, com 65 % produzidos pela leguminosa.

PEREIRA (2004), experimentando diferentes densidades populacionais de *C. juncea*, em duas épocas de plantio, obteve produtividades entre 5,25 e 11,02 Mg ha<sup>-1</sup> de matéria seca em plantio realizado na segunda quinzena de novembro. O mesmo autor, em plantio realizado na primeira quinzena de abril, obteve produtividades entre 1,26 e 6,66 Mg ha<sup>-1</sup> de matéria seca. Em trabalho na mesma área experimental, também com *C. juncea*, PEREIRA (2007) registrou produtividade de 13,3 Mg ha<sup>-1</sup> de matéria seca.

Sobre a quantidade de macronutrientes na parte aérea dos pré-cultivos (Tabela 05), o consórcio de crotalária com milho e o monocultivo de crotalária apresentaram superioridade, fato esperado por conta da contribuição da FBN realizada pela leguminosa. O P acumulado foi significativamente maior no consórcio de milho com crotalária e no milho solteiro, indicando que adubação verde contendo milho pode mobilizar mais P no sistema. Para os acúmulos de K, Ca e Mg a análise de variância não identificou diferença significativa.

TEODORO et al. (2011), avaliando o desempenho de leguminosas no cerrado brasileiro, obteve acúmulo de 514 kg ha<sup>-1</sup> pela *C. juncea*, valor superior ao dobro do aqui encontrado. Os acúmulos de Ca e Mg obtidos pelos autores também foram bem superiores aos aqui encontrados. No entanto, cabe ressaltar que o trabalho dos autores foi instalado no mês de novembro, o que permitiu que boa parte do desenvolvimento da



leguminosa ocorresse sob condições de dias mais longos, favorecendo a produção de biomassa pela mesma antes da diferenciação floral. No re se refere aos de P e K, foram pouco inferiores aos aqui encontrados.

GOUVEIA (1995), ao estudar consórcio de pimentão com *C. juncea* para adubação verde na mesma área experimental (120.000 plantas da leguminosa por hectare com corte em plena floração), obteve, em quilos por hectare, 62,01 de N, 5,47 de P, 36,85 de K, 40,92 de Ca e 8,07 de Mg. PEREIRA (2007), comparando o desempenho de espécies de *Crotalaria* também na mesma área experimental e com a mesma densidade de plantas utilizada no presente trabalho, obteve acúmulos superiores de N (347,1 kg ha<sup>-1</sup> e de K (250,4 kg ha<sup>-1</sup>), mais inferior para o P (17,4 kg ha<sup>-1</sup>) e semelhantes para Ca e Mg (62,7 e 28,3 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente).

Em pré-cultivos *C. juncea* para plantio de alface americana na sequência, FONTANÉTTI et al. (2006) obteve acúmulo de 374,85 kg ha<sup>-1</sup> de N, 42,07 kg ha<sup>-1</sup> de P, 195,71 kg ha<sup>-1</sup> de K, 159,16 kg ha<sup>-1</sup> de Ca e 33,57 kg ha<sup>-1</sup> de Mg, sendo os valores de Ca e Mg superiores aos aqui registrados e citados.

PERIN et al. (2004b) obteve acúmulo de 305,04 e 218,49 kg ha<sup>-1</sup> de N com *C. juncea* e com o consórcio desta com milho. PEREIRA (2004) registrou acúmulo de 260,63 kg ha<sup>-1</sup> de N com *C. juncea*. Também com *C. juncea*, PEREIRA (2007) obteve um acúmulo de N de 347,1 kg ha<sup>-1</sup>.

SILVA et al. (2009b), testando diferentes consórcios para adubação verde cultivados sobre palhada de lab-lab (*Dolichos lablab*), em consórcio de milho com *C. juncea*, obtiveram um acúmulo de N de 163,20 kg ha<sup>-1</sup>. Apesar desses autores terem realizado uma adubação de plantio com 200 kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante formulado NPK 08-28-16 e de haver o efeito da palhada de lab-lab remanescente na área, o acúmulo de N aqui alcançado foi superior ao relatado, mesmo não havendo adubação de plantio com aporte de N, fato que pode ter contribuído para a FBN.

Sobre o acúmulo de P, PERIN et al. (2004b) e PEREIRA (2007), registraram valores inferiores aos aqui encontrados. No entanto, para K, Ca e Mg, os mesmos autores encontraram valores superiores aos aqui registrados.

No que se refere ao tratamento com vegetação espontânea, o estudo fitossociológico revelou que quatro espécies ocorriam nas unidades experimentais, sendo o capim-colchão (*Digitaria* sp.) a principal espécie, pois apresentou o maior valor de importância (BROWER et al., 1998). A estrutura da comunidade da plantas espontâneas se encontra na Tabela 06.

**Tabela 06.** Estrutura da comunidade de plantas espontâneas, Experimento 1.

Espécie	Nome vulgar	Nº de indivíduos	$D_i$	$RD_i$	$F_i$	$RF_i$	$B_i$	$RB_i$	$IV_i$
<i>Digitaria</i> sp.	capim-colchão	14	14	0,56	1,00	0,37	275	0,46	1,39
<i>Commelina benghalensis</i>	trapoeraba	5	5	0,20	0,75	0,27	140	0,23	0,70
<i>Indigofera hirsuta</i>	anileira	3	3	0,12	0,50	0,18	110	0,18	0,48
<i>Bidens</i> sp.	picão-preto	3	3	0,12	0,50	0,18	80	0,13	0,43
		25	25	1,00	2,75	1,00	605	1,00	3,00

$D_i$ : densidade absoluta;  $RD_i$ : densidade relativa;  $F_i$ : frequência absoluta;  $RF_i$ : frequência relativa;  $B_i$ : biomassa absoluta (matéria fresca);  $RB_i$ : biomassa relativa;  $IV_i$ : índice de valor de importância.

A partir dos dados de produção de matéria seca dos pré-cultivos, de acúmulo de macronutrientes e da estrutura da comunidade de plantas espontâneas, nota-se que, apesar do tratamento com vegetação espontânea ter produzido somente o equivalente a 34,53 % da matéria seca produzida pelo consórcio de milho e crotalária, a vegetação espontânea acumulou o equivalente 41,43 % do N quantificado no tratamento com o consórcio, o que sugere alguma possível contribuição por meio de FBN realizada pela leguminosa *Indigofera hirsuta*, presente na vegetação espontânea. Outro fato foi o acúmulo equivalente a 51,57 % do K, 83,36 % do Ca e 69,55 % do Mg mobilizados pelo consórcio, o que sugere haver elevados teores desses nutrientes nos tecidos das espécies espontâneas aqui identificadas.

FAVERO et al. (2001), ao estudar espécies espontâneas para adubação verde, identificou teores de K entre 1,55 e 3,64 %, de Ca entre 0,73 e 1,50 % e de Mg entre 0,16 e 0,34 % em *Commelina benghalensis*, espécie presente na vegetação espontânea aqui estudada e que pode ter contribuído de forma expressiva para os acúmulos de K, Ca e Mg. Para o acúmulo de Ca e Mg, além da possível contribuição da *C. benghalensis*, a leguminosa *I. hirsuta* e a outra dicotiledônea, *Bidens* sp., também podem ter contribuído expressivamente, pois podem possuir alta densidade de cargas nos micro e macroporos entre as microfibrilas de celulose da parede celular das células de raiz (capacidade de troca catiônica das raízes – CTCR), favorecendo a absorção de cátions divalentes, como aqueles nutrientes (EPSTEIN & BLOOM, 2006; FERNANDES & SOUZA, 2006).

Em relação ao efeito da adubação verde na produtividade da alface (Tabela 07), os tratamentos com crotalária e consórcio de milho com crotalária proporcionaram

maior produtividade. Os tratamentos com milho solteiro e vegetação espontânea tiveram as menores produtividades.

**Tabela 07.** Produtividade, matéria seca, peso médio por planta (cabeça) e diâmetro de parte aérea de alface, Experimento 1.

Tratamentos	Produtividade	Matéria	Peso médio	Diâmetro
	----- Mg ha <sup>-1</sup> -----	seca	g planta <sup>-1</sup>	cm
Milho	15,73 b	0,63 a	202,27 b	25,6 b
Milho + crotalária	21,31 ab	0,78 a	274,05 ab	30,0 b
Crotalária	25,56 a	0,90 a	328,72 a	36,6 a
Vegetação espontânea	14,09 b	0,65 a	181,12 b	25,8 b
CV (%)	17,4	21,4	17,4	8,6

\* Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

ALMEIDA (2009), em cultivo de alface crespa cv. Verônica sobre palhada de *C. juncea* consorciada com milho e de vegetação espontânea, obteve, respectivamente, as produtividades de 18 e 19,3 Mg ha<sup>-1</sup>. Em experimento com plantio de alface americana com preparo do solo sobre palhada de espécies para adubação verde, FONTANÉTTI et al. (2006) obteve produtividade de 15,52 Mg ha<sup>-1</sup> com *C. juncea*. No mesmo trabalho, a produtividade de alface americana promovida com a fitomassa da vegetação espontânea foi de 22,76 Mg ha<sup>-1</sup>.

Para o peso médio da parte aérea, os tratamentos com crotalária e desta consorciada com milho proporcionaram os maiores valores. No diâmetro de cabeça, o tratamento com crotalária se mostrou superior aos demais. Para a variável matéria seca da parte aérea, a análise de variância não identificou diferença significativa entre os tratamentos.

Na quantificação de acúmulo de N na parte aérea de alface (Tabela 08), não houve diferença significativa entre os tratamentos, embora o monocultivo de crotalária tenha proporcionado um valor 24,01, 47,03 e 50,13% maior que os do consórcio, vegetação espontânea e monocultivo de milho, respectivamente.

**Tabela 08.** Acúmulo de nitrogênio da parte aérea da alface, Experimento 1.

Tratamentos	N
	kg ha <sup>-1</sup>
Milho	23,22 a
Milho + crotalária	28,11 a
Crotalária	34,86 a
Vegetação espontânea	23,71 a
CV (%)	20,6

\* Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Almeida (2009), avaliando o efeito do consórcio de *C. juncea* com milho e de outras leguminosas em monocultivos e consorciadas com milho, também não identificou diferença significativa entre para o acúmulo de N entre os tratamentos com os adubos verdes ou destes em relação ao com vegetação espontânea na produção de alface cv. Verônica.

O balanço de N indicou que todas as diferenças entre entrada e saída foram positivas (Tabela 09), o que sugere que o sistema de produção estudado deve aproveitar uma rotação de cultura que aproveite o remanescente de N deixado após a colheita de alface.

**Tabela 09.** Balanço estimado de nitrogênio, Experimento 1.

Tratamentos	Entrada de N				Saída de N			Balanço de N		
	FBN <sup>(1)</sup>	Adubação de cobertura no milho <sup>(2)</sup>	Adubação de plantio na alface <sup>(3)</sup>	Adubação de cobertura na alface <sup>(4)</sup>	Total	Espigas de minimilho	Palha das espigas de minimilho	Alface	Total	
----- kg ha <sup>-1</sup> -----										
Milho + crotalária <sup>(5)</sup>	165,28	17,98	32,82	34,99	251,07	3,75	5,47	28,11	37,33	213,74
Crotalária <sup>(5)</sup>	195,22	-	32,82	34,99	263,03	-	-	34,86	34,86	228,17
Milho + crotalária <sup>(6)</sup>	175,61	17,98	32,82	34,99	261,40	3,75	5,47	28,11	37,33	224,07
Crotalária <sup>(6)</sup>	207,42	-	32,82	34,99	275,23	-	-	34,86	34,86	240,37
Milho + crotalária <sup>(7)</sup>	185,94	17,98	32,82	34,99	271,73	3,75	5,47	28,11	37,33	234,40
Crotalária <sup>(7)</sup>	219,62	-	32,82	34,99	287,43	-	-	34,86	34,86	252,57
Milho	-	35,95	32,82	34,99	103,76	5,78	8,29	23,22	37,29	66,47
Vegetação espontânea	-	-	32,82	34,99	67,81	-	-	23,71	23,71	44,10

<sup>(1)</sup> Milho + Crotalária: acúmulo de N da crotalária consorciada x % FBN / Crotalária: acúmulo de N da crotalária solteira x % FBN; <sup>(2)</sup>149 g de esterco de curral com 1,10% de N/metro linear); <sup>(3)</sup>34g de esterco de curral com 1,10% de N/planta; <sup>(4)</sup>9g de torta de mamona com 5 % de N/planta; <sup>(5)</sup>FBN = 80 %; <sup>(6)</sup>FBN = 85 %; <sup>(7)</sup>FBN = 90 %.

Em balanço de N em cultivo de hortaliças em aléias com incorporação de biomassa oriunda de guandu (*Cajanus cajan*), ALVES et al. (2004) encontraram resultados semelhantes, sendo 248 kg ha<sup>-1</sup> para beterraba seguida de feijão-vagem e 293 kg ha<sup>-1</sup> para cenoura. Segundo os princípios agroecológicos de uso de diversidade e da ciclagem de nutrientes, seria indicado o plantio de espécies exigentes e extratoras de N ou de espécies com resíduos de baixa relação C/N para equilibrar possíveis perdas de N do sistema e ou aumentar o teor de matéria orgânica no solo.

As espigas imaturas e suas palhas colhidas foram responsáveis por 37,73 e 24,70 % da exportação total de N, respectivamente para os tratamentos com monocultivo de milho e deste consorciado com crotalária. No entanto, no consórcio com a leguminosa, o N presente ao final do balanço foi apenas 6,75 % menor do que no tratamento com monocultivo de crotalária, sugerindo uma vantagem na adoção do consórcio para adubação verde, o qual permite uma quantidade de N no solo para o cultivo seguinte muito próxima da proporcionada pelo monocultivo de crotalária, com a vantagem da obtenção de um produto comercializável ainda na fase de adubação verde. Além disso, é possível que na palhada formada pelo consórcio ocorra uma perda um pouco mais lenta de N em relação à formada apenas por crotalária, por conta da maior relação C/N proporcionada pela biomassa da gramínea.

## **6.2- Experimento2 –Adubação Verde Antecedendo Cultivo de Couve-Folha**

Observou-se efeito na produtividade de matéria fresca e seca das espigas despalhadas comerciais e da palha das espigas colhidas, bem como no número de espigas comerciais e não comerciais, com o monocultivo de milho se mostrando estatisticamente superior em relação a essas variáveis. Houve ainda efeito para o número de espigas por planta, o qual evidenciou a superioridade do consórcio com a leguminosa em relação a essa variável (Tabela 10).

**Tabela 10.** Produtividade, número e tamanho de espigas de espigas imaturas (minimilho), Experimento 2.

Tratamentos	Produtividade						Número de espigas			Comprimento das espigas despalhadas comerciais	Diâmetro das espigas despalhadas comerciais
	Espigas despalhadas comerciais	Espigas despalhadas não comerciais	Palha das espigas colhidas	Espigas despalhadas comerciais	Espigas despalhadas não comerciais	Palha das espigas colhidas	Comerciais	Não comerciais	Por planta		
	----- matéria fresca -----			----- matéria seca -----			----- un ha <sup>-1</sup> -----			un	----- cm -----
Milho	797,2	139,5	1.798,8	71,4	12,5	214,9	123.785	28.472	0,76	6,40	1,15
Milho + crotalária	519,5	136,1	1.290,3	48,9	12,8	150,8	73.438	17.882	0,91	6,75	1,19
Valor F	27,16*	0,01 <sup>ns</sup>	26,43*	16,97*	0,01 <sup>ns</sup>	16,05*	50,77*	15,51*	6,52 *	2,99 <sup>ns</sup>	0,87 <sup>ns</sup>
CV (%)	16,2	54,7	12,8	18,2	53,5	17,5	14,8	24,0	14,1	3,2	7,5

\* Significativo estatisticamente pelo teste F a 5% de probabilidade.

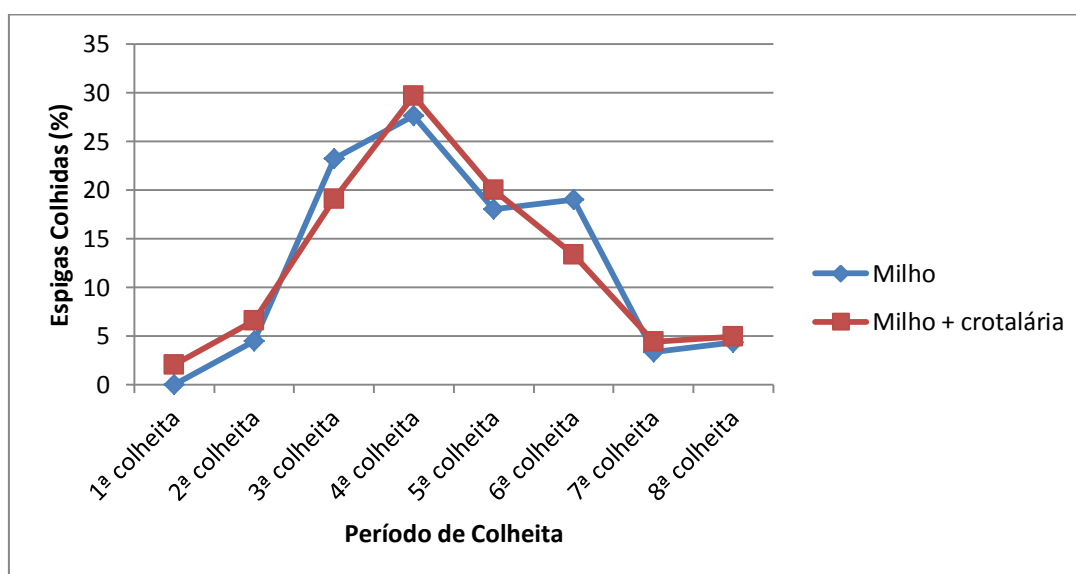
ns: não significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade .

O consórcio produziu o equivalente a 65,17 % das espigas despalhadas comerciais em relação ao monocultivo, fato que permite especular sobre algum tipo de favorecimento ocorrido por conta da presença da crotalária, o que pode ter minimizado o efeito de competição intra-específica entre as plantas de milho.

Os dados aqui obtidos são próximos aos de PEREIRA FILHO (1998), que utilizando as cultivares de milho CMS 43 (Pipoca) e BR 400 (Superdoce) em quatro diferentes densidades de plantio, obteve produtividades de espigas comerciais entre 632 e 1.040 kg ha<sup>-1</sup>; bem como aos de ALMEIDA (2004), avaliando dez cultivares de milho para a obtenção de minimilho, registrou produtividades de espigas comerciais entre 166,5 e 1.338,2 kg ha<sup>-1</sup>; e de CARVALHO (2002), avaliando o desempenho de oito cultivares de milho em três diferentes épocas de plantio, também para a produção de minimilho, obteve produtividades entre 390 e 1480 kg ha<sup>-1</sup>.

As matérias fresca e seca das espigas despalhadas não comerciais, bem como o diâmetro e o comprimento das espigas não foram influenciados pelos tratamentos.

A maior parte do minimilho foi obtida entre a terceira e sexta colheitas (Figura 04), período responsável por 87,88 % das espigas imaturas colhidas no monocultivo de milho e por 82,07 % no consórcio com crotalária. Em ambos os tratamentos a quarta colheita se mostrou a com maior rendimento, sendo responsável por 27,64 % das espigas imaturas colhidas no monocultivo e por 29,66 % no consórcio.



**Figura 04.** Percentual de espigas de minimilho colhidas por colheita, Experimento 2.

Na avaliação do acúmulo de macronutrientes presentes nas massas secas das



espigas e suas palhas, para a primeira se observou diferença significativa para N, P, Ca, e Mg, com superioridade do monocultivo de milho. No entanto, não houve diferença para o K e o Ca. (Tabela 11). Como no Experimento 1, nota-se que a exportação de nutrientes pela colheita de espigas imaturas é pequena, afetando pouco as entradas no sistema em relação ao acúmulo total na biomassa remanescente no sistema.

**Tabela 11.** Acúmulo de macronutrientes nas espigas despalhadas, Experimento 2.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg
	----- kg ha <sup>-1</sup> -----				
Milho	2,74	0,59	2,18	2,74	0,25
Milho + crotalária	2,08	0,44	1,60	2,08	0,19
Valor F	11,75*	10,40*	3,38 <sup>ns</sup>	59,96*	9,92*
CV (%)	15,9	17,5	33,2	9,9	16,9

\* Significativo estatisticamente pelo teste F a 5% de probabilidade.

ns: não significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade .

Para as palhas das espigas, houve diferença significativa para o N, K e Ca também com superioridade para o monocultivo com milho, não havendo diferença para P e Mg (Tabela 12).

**Tabela 12.** Acúmulo de macronutrientes na palha das espigas, Experimento 2.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg
	----- kg ha <sup>-1</sup> -----				
Milho	3,98	0,84	4,11	0,28	0,36
Milho + crotalária	2,75	0,60	2,91	0,19	0,26
Valor F	13,07*	5,23 <sup>ns</sup>	6,14*	13,83*	4,73 <sup>ns</sup>
CV (%)	20,1	28,5	27,6	20,2	27,6

\* Significativo estatisticamente pelo teste F a 5% de probabilidade.

ns: não significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade .

Houve diferença significativa entre a produção de matéria seca dos pré-cultivos, sendo o consórcio de milho com crotalária o que proporcionou o maior valor (Tabela 13), no qual se verificou que 60,2 % foram provenientes da crotalária e 39,8 % do milho.

**Tabela 13.** Matéria seca produzida pelos pré-cultivos após a colheita de minimilho, Experimento 2.

Tratamentos	Matéria seca Mg ha <sup>-1</sup>
Milho	4,90 c
Milho + crotalária	7,43 a
Crotalária	6,07 b
CV (%)	6,3

\* Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na mesma área experimental, PEREIRA (2004), testando diferentes densidades populacionais de *C. juncea* em duas épocas de plantio, obteve produtividades entre 5,25 e 11,02 Mg ha<sup>-1</sup> de matéria seca em plantio realizado na segunda quinzena de novembro. O mesmo autor, em plantio realizado na primeira quinzena de abril, obteve produtividades entre 1,26 e 6,66 Mg ha<sup>-1</sup> de matéria seca. Em outro trabalho, PEREIRA (2007) obteve 17,6 Mg ha<sup>-1</sup> de massa seca com *C. juncea*.

SILVA et al. (2009b), testando diferentes consórcios para adubação verde cultivados sobre palhada de lab-lab (*Dolichos lablab*), em consórcio de milho (37.500 plantas ha<sup>-1</sup>) com *C. juncea* (137.500 plantas ha<sup>-1</sup>), obtiveram 10,31 Mg ha<sup>-1</sup> de matéria seca. Tais valores alcançados por esses autores são expressivos, considerando que a semeadura foi realizada no mês de março, momento menos propício para a produção de biomassa pelas espécies utilizadas. No entanto, foram beneficiadas por uma adubação de plantio com 200 kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante formulado NPK 08-28-16, além do efeito da palhada de lab-lab remanescente na área. Por outro lado, o aporte de N pode ter prejudicado a FBN na crotalária, pois o acúmulo de N obtido pelos autores, mesmo com uma produção de matéria seca superior a alcançada no presente trabalho, foi de 163,20 kg ha<sup>-1</sup>, valor 10,10 % inferior ao aqui obtido.

No o acúmulo de macronutrientes na matéria seca de parte aérea dos adubos verdes, houve diferença significativa entre os tratamentos, com superioridade para o consórcio de milho com crotalária e monocultivo de crotalária para N, K, e Mg e com superioridade para o consórcio de milho com crotalária para o P e o Ca. No que se refere ao N, é um fato esperado devido à contribuição da FBN realizada pela

leguminosa (Tabela 14).

**Tabela 14.** Acúmulo de macronutrientes da parte aérea dos pré-cultivos, Experimento 2.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg
	----- kg ha <sup>-1</sup> -----				
Milho	39,70 b	20,57 b	71,73 b	5,97 c	8,60 b
Milho + crotalária	179,69 a	24,45 a	87,05 a	42,90 a	15,73 a
Crotalária	176,53 a	18,03 c	90,85 a	34,39 b	14,05 a
CV (%)	16,1	7,1	8,0	14,6	20,7

\* Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

PERIN (2005), em experimento com adubação verde com *C. juncea* e milheto (*Pannisetum glaucum*), obteve como maiores valores de N, P, Ca e Mg os proporcionados pelo monocultivo de crotalária, com os do consórcio de crotalária e milheto sempre apresentando os segundos maiores valores.

Em outra avaliação de consórcios, PERIN et al. (2004b) obteve acúmulo de 305,04 e 218,49 kg ha<sup>-1</sup> de N com *C. juncea* e com o consórcio dessa com milheto. Em trabalho realizado na mesma área experimental com diferentes espécies do gênero *Crotalaria*, PEREIRA (2007) registrou, em *C. juncea*, acúmulos de N, K, Ca e Mg superiores aos encontrados no presente trabalho, chegando a 446,5 e 166,7 kg ha<sup>-1</sup> de N e K, respectivamente. Tal fato se deve à maior produção de massa seca obtida pelo autor (17,6 Mg ha<sup>-1</sup>), No entanto, a acúmulo de P aqui registrado é superior ao registrado pelo referido autor, que foi de 9,5 kg ha<sup>-1</sup>. Para K, Ca e Mg, os mesmos autores encontraram valores superiores aos aqui registrados.

TEODORO et al. (2011), avaliando o desempenho de leguminosas no cerrado brasileiro, obteve acúmulo de 514 kg ha<sup>-1</sup> pela *C. juncea*, valor próximo ao triplo do aqui encontrado. Os acúmulos de Ca e Mg obtidos pelos autores também foram bem superiores aos aqui encontrados; e os de P e K superiores, mas com menor discrepância. No entanto, cabe ressaltar que o trabalho dos autores foi instalado no mês de novembro, o que permitiu que boa parte do desenvolvimento da leguminosa ocorresse sob condições de dias mais longos, favorecendo a produção de biomassa pela mesma antes da diferenciação floral.

No que se refere ao efeito dos pré-cultivos na couve implantada após os

mesmos, se observou diferença significativa apenas no plantio direto em relação ao convencional no número de folhas (Tabela 15), mas sem interação entre preparo do solo (plantio) e adubos verde (cultivos). No entanto, a análise de variância registrou níveis de significância de 0,0681 para produtividade e de 0,0589 para área foliar. Essas variáveis apresentaram superioridade de 9,10 e 9,18 % respectivamente acima das observadas no plantio com preparo convencional do solo.

Por fim, é importante salientar que os resultados indicam que as adubações de cobertura com torta de mamona foram suficientes para proporcionar o bom desempenho das plantas de couve, fato que pode não ter permitido o surgimento de outras diferenças significativas na análise dos dados de produção.

**Tabela 15.** Produtividade, matéria seca, número de folhas e área foliar de couve-folha, Experimento 2.

	Produtividade ----- Mg ha <sup>-1</sup> -----	Matéria seca -----	Número de folhas un ha <sup>-1</sup>	Área foliar m <sup>2</sup>
Plantio direto	46,03	4,33	1.967.083	75,87
Plantio com preparo convencional do solo	42,19	4,13	1.917.083	69,49
Valor F	7,81 <sup>ns</sup>	2,74 <sup>ns</sup>	28,27*	8,84 <sup>ns</sup>
CV (%)	7,6	7,0	1,2	7,2
Milho	42,38 a	4,10 a	1.930.625 a	69,71 a
Milho + crotalária	44,54 a	4,21 a	1.942.500 a	73,67 a
Crotalária	45,43 a	4,39 a	1.953.125 a	74,65 a
CV (%)	7,5	7,5	3,1	7,7

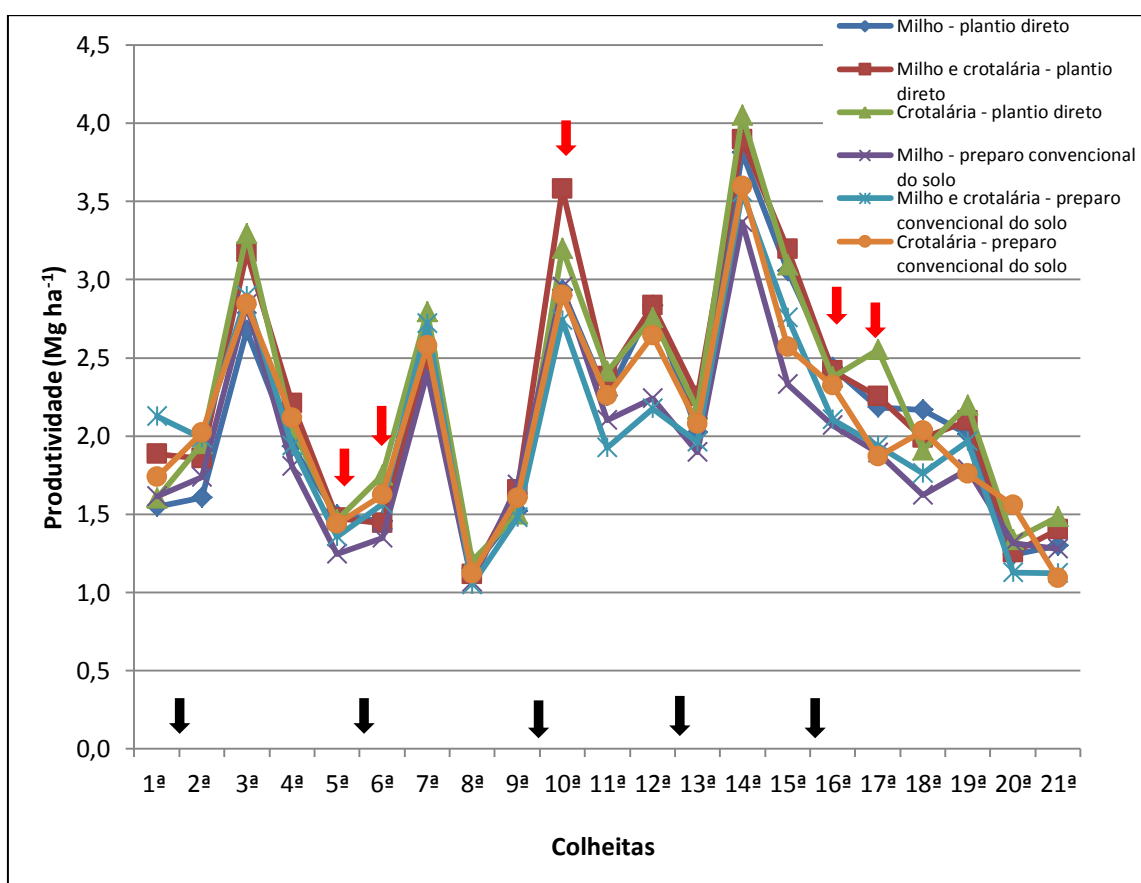
\* Significativo estatisticamente pelo teste F a 5% de probabilidade.

\*\* Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

ns: não significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade .

SILVA et al. (2011), testando cultivos para rotação e consórcios com leguminosas na mesma localidade, obteve, em dois plantios diretos de couve consorciados com *Crotalaria spectabilis*, sendo o segundo seguinte ao cultivo de milho para espiga verde consorciado com *C. juncea*, 43,00 e 24,8 Mg ha<sup>-1</sup> respectivamente, valores esses inferiores a qualquer um dos encontrados no presente trabalho. A mesma observação vale para o número de folhas obtido pelo autor.

Quando analisada a produtividade em cada uma das colheitas realizadas (Figura 05), observaram-se diferenças significativas em apenas cinco delas, com efeito entre os pré-cultivos nas 5<sup>a</sup> e 6<sup>a</sup> colheitas, e entre as formas de plantio nas 10<sup>a</sup>, 16<sup>a</sup> e 17<sup>a</sup> colheitas (Tabela 16). Nessas três últimas, se observa a superioridade do plantio direto em relação ao com preparo convencional do solo. Essa tendência, combinada com os cultivos de crotalária e consórcio de milho com crotalária, pode ser observada a partir da 10<sup>a</sup> colheita na representação gráfica da produtividade acumulada (Figura 06).



**Figura 05.** Produtividade de couve-folha por colheita, Experimento 2.

Setas pretas indicam quando houve adubação de cobertura e setas vermelhas colheitas em que houve efeito de tratamento.

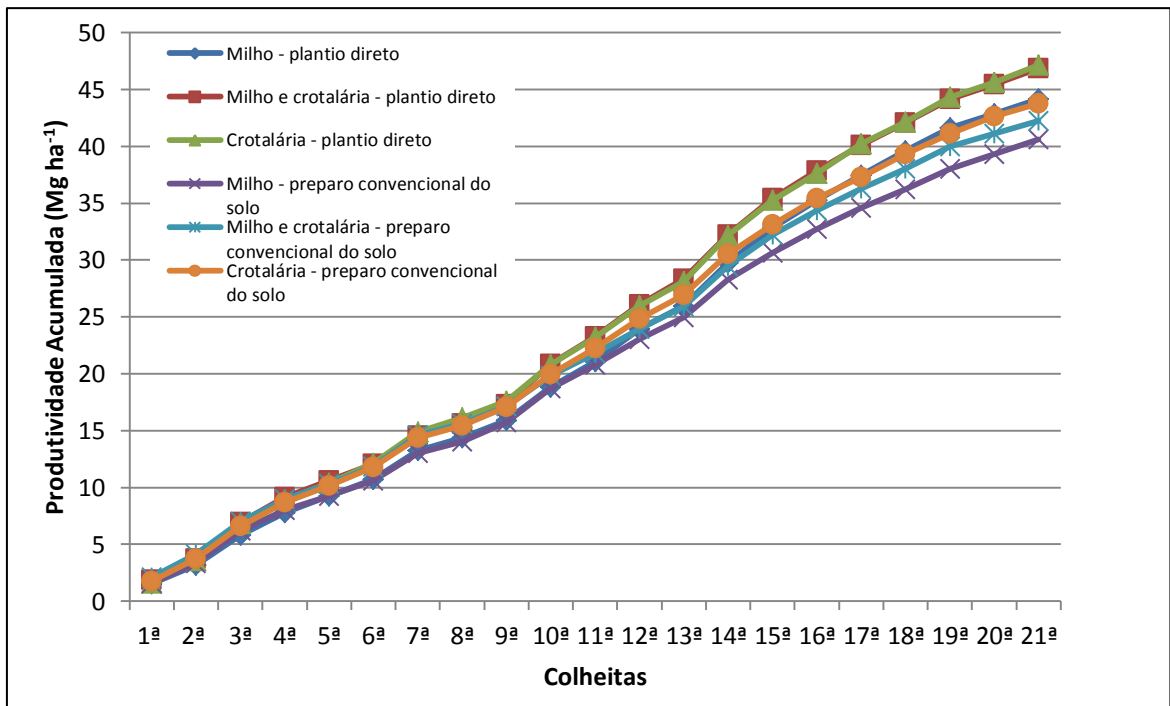
**Tabela 16.** Produtividade de couve-folha em colheitas em que se identificou diferença significativa entre os tratamentos, Experimento 2.

	Produtividade				
	5 <sup>a</sup> colheita	6 <sup>a</sup> colheita	10 <sup>a</sup> colheita	16 <sup>a</sup> colheita	17 <sup>a</sup> colheita
	-----Mg ha <sup>-1</sup> -----				
Plantio direto	1,41	1,55	3,24	2,41	2,33
Plantio com preparo convencional do solo	1,40	1,51	2,86	2,17	1,90
Valor F	0,07 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	21,60*	64,60*	28,88*
CV (%)	9,2	19,7	6,4	3,2	9,2
Milho	1,57 a	1,68 a	2,94 a	2,25 a	2,04 a
Milho + crotalária	1,35 ab	1,50 ab	3,05 a	2,26 a	2,09 a
Crotalária	1,30 b	1,40 b	3,16 a	2,35 a	2,21 a
CV (%)	12,4	13,0	12,1	16,9	20,5

\* Significativo estatisticamente pelo teste F a 5% de probabilidade.

\*\* Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

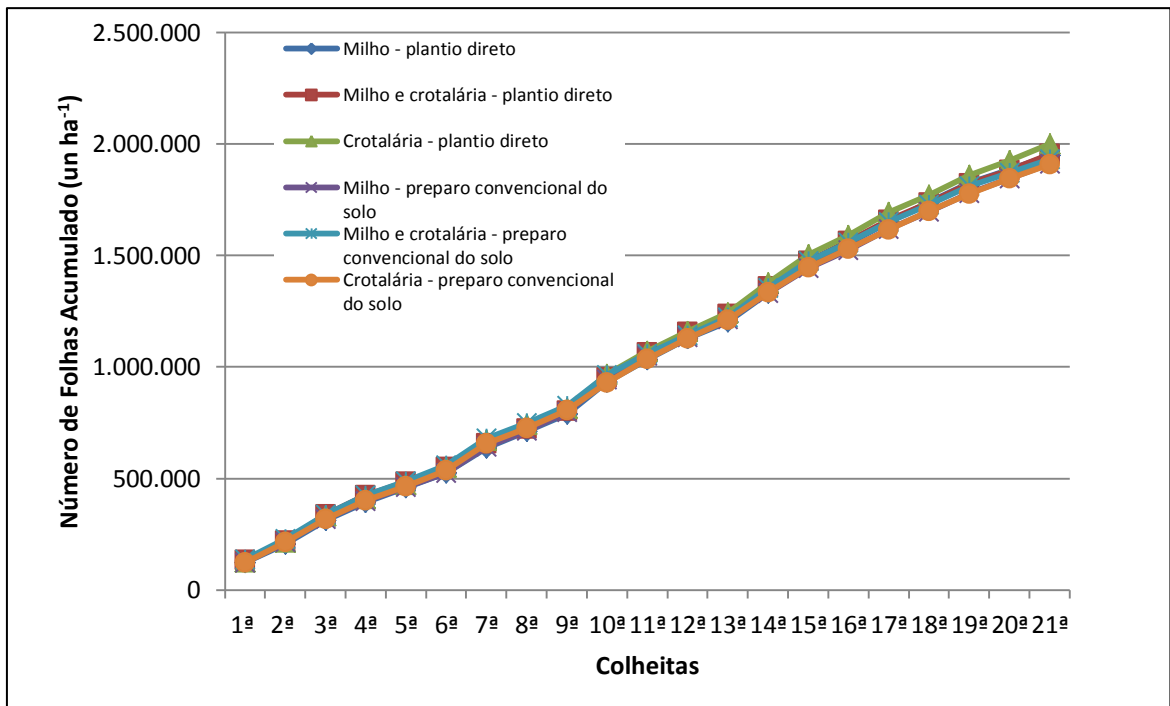
ns: não significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade .



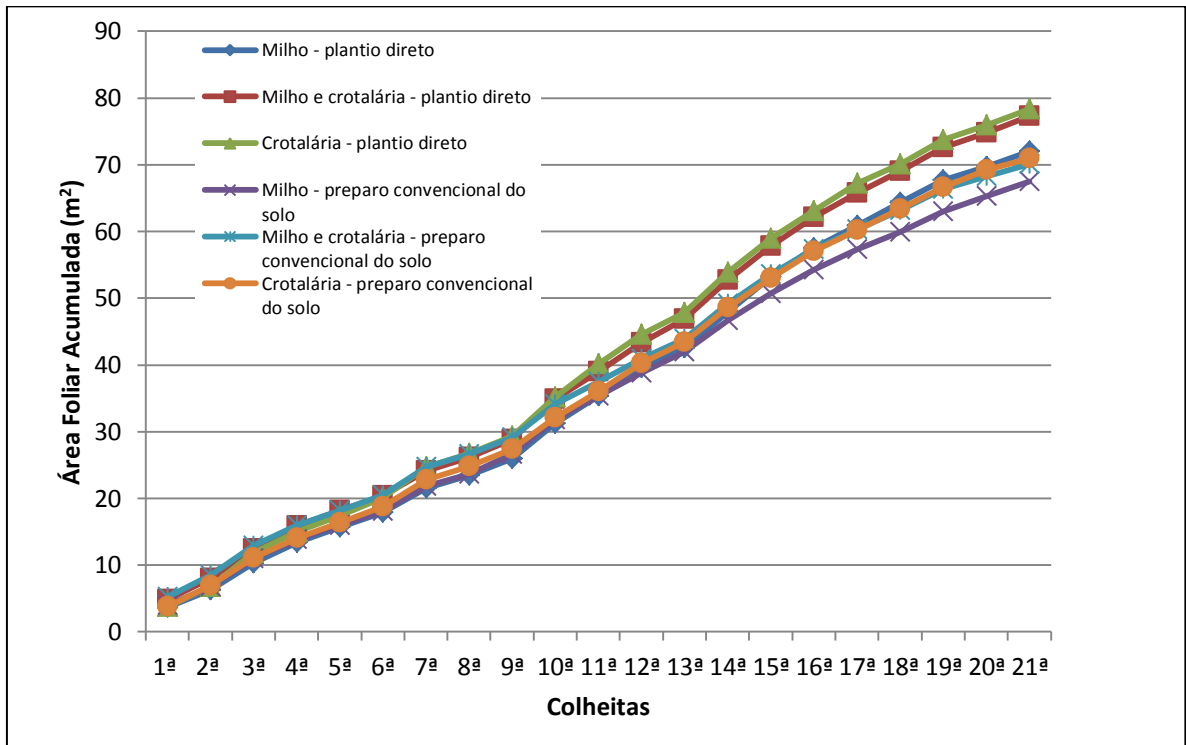
**Figura06.** Produtividade acumulada de couve-folha, Experimento 2.

Para as outras variáveis, também se observa nos gráficos de valores acumulados a mesma tendência, sendo essa evidenciada a partir da 11ª colheita para o número de folhas (Figura 07), a partir da 10ª colheita para a área foliar (Figura 08) e a partir da 11ª colheita para matéria seca (Figura 09).

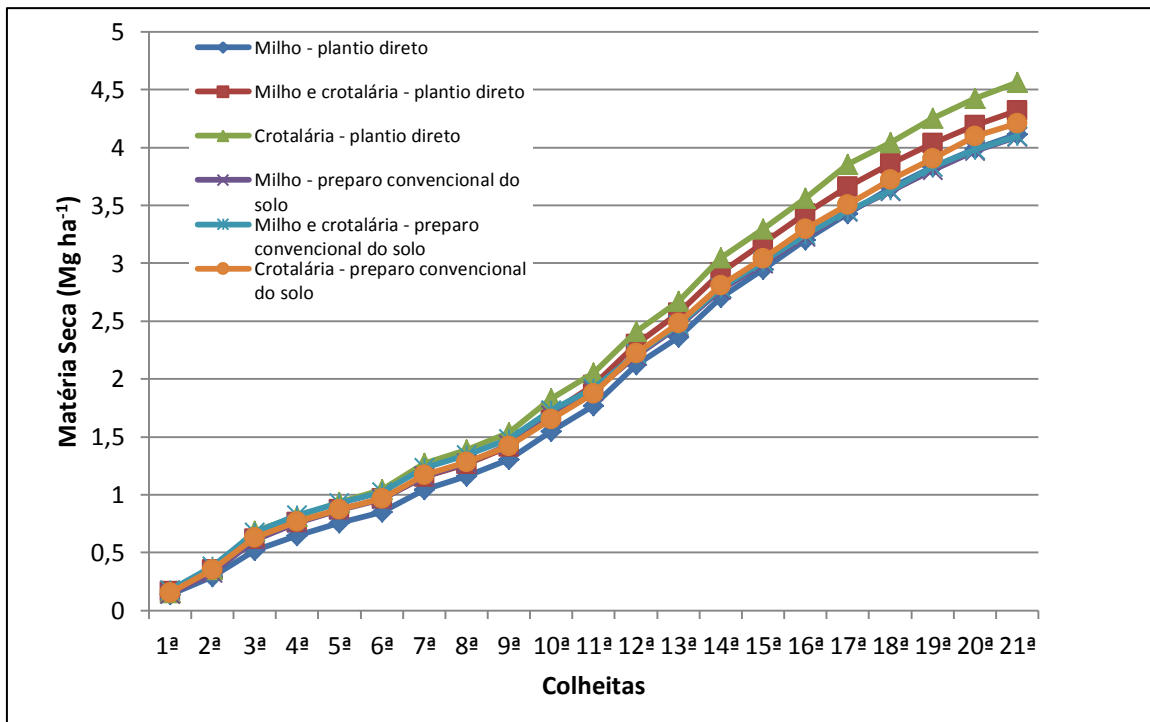




**Figura 07.** Número de folhas acumulado de couve-folha, Experimento 2.



**Figura 08.** Área foliar acumulada de couve-folha, Experimento 2.



**Figura 09.** Matéria seca acumulada de couve-folha, Experimento 2.

Em relação à área foliar específica, quando analisado os valores de cada uma das colheitas, observou-se diferença significativa apenas em cinco delas (Tabela 17), com a 1ª e 7ª colheitas apresentando efeito entre os cultivos, com o consórcio de milho e crotalária e o monocultivo de milho apresentando superioridade na primeira e o monocultivo de crotalária e o consórcio de milho e crotalária na segunda. Na 15ª, 19ª e 21ª colheitas houve efeito entre os plantios, sempre com superioridade para o plantio direto. SILVA et al. (2006), testando cultivos para rotação e consórcios com leguminosas na mesma localidade, obteve, em dois plantios diretos de couve consorciados com *C. spectabilis*, sendo o segundo seguinte ao cultivo de milho para espiga verde consorciado com *C. juncea*, identificou diferença significativa nas 10ª, 12ª e 14ª no primeiro ano de cultivo e também nas 1ª e 7ª colheitas no segundo ano.

**Tabela 17.** Área foliar específica de couve-folha em colheitas em que se identificou diferença significativa entre os tratamentos, Experimento 2.

	Produtividade				
	1ª colheita	7ª colheita	15ª colheita	19ª colheita	21ª colheita
	----- m <sup>2</sup> g de massa seca <sup>-1</sup> -----				
Plantio direto	0,0279	0,0200	0,0206	0,0185	0,0165
Plantio com preparo convencional do solo	0,0280	0,0197	0,0187	0,0168	0,0182
Valor F	0,02 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>	29,38*	23,35*	21,35*
CV (%)	11,3	10,6	4,4	4,8	5,0
Milho	0,0302 a	0,0202 a	0,0196 a	0,0174 a	0,0174 a
Milho + crotalária	0,0285 ab	0,0202 a	0,0198 a	0,0181 a	0,0183 a
Crotalária	0,0251 b	0,0190 b	0,0197 a	0,0174 a	0,0164 a
CV (%)	11,8	3,6	9,3	11,1	11,6

\* Significativo estatisticamente pelo teste F a 5% de probabilidade.

\*\* Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

ns: não significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade .

Sobre o N acumulado na parte aérea da couve, a partir de valores de percentagem de N estimados por médias seis colheitas, houve diferença significativa entre as formas de plantio, com o plantio direto sendo superior estatisticamente ao com preparo convencional do solo. Entre os pré-cultivos, apesar de não haver diferença significativa, observa-se que o acúmulo proporcionado pela crotalária foi 5,75 e 10,64 % maior aos proporcionados, respectivamente, pelo consórcio e monocultivo de milho (Tabela 18).

**Tabela 18.** Acúmulo estimado de nitrogênio na parte aérea da couve-folha, Experimento 2.

Tratamentos	N Kg ha <sup>-1</sup>
Plantio direto	178,86
Plantio com preparo convencional do solo	164,61
Valor F	9,35*
CV (%)	6,6
Milho	163,42 a
Milho + crotalária	170,97 a
Crotalária	180,81 a
CV (%)	8,5

\* Significativo estatisticamente pelo teste F a 5% de probabilidade.

\*\* Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em experimento com produção de repolho em sequência ao pré-cultivo de *C. juncea*, comparando-se plantio direto e preparo convencional do solo, PEREIRA (2007) registro acúmulos de 99,6 e 83,2 kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente. O mesmo autor, com produção de couve-flor sobre palha de leguminosa consorciada com gramínea, registrou acúmulos de 330,7, 285,8 e 205,7 kg ha<sup>-1</sup> de N nas cabeças de couve-flor quando cultivada em sucessão à *C. juncea* solteira, consorciada com milheto e esse em monocultivo, respectivamente, fato que indica uma capacidade de maior exportação de N dessa brássica em relação à couve-folha.

No que se refere à FBN, para a crotalária solteira, a estimativa foi de 49,68 %; e

para a crotalária consorciada com milho, 53,92 % (Tabela 19). O fato de a contribuição ser superior no consórcio provavelmente se deve ao fato da gramínea ter maior capacidade de competir pelo N do solo. PERIN et al. (2004b) encontrou a mesma tendência ao avaliar a contribuição da FBN em plantios de *C. juncea* solteira e em consórcio com milho.

**Tabela 19.** Valores de abundância natural de  $^{15}\text{N}$  ( $\delta^{15}\text{N}$ ) da crotalária utilizada no pré-cultivo e contribuição da fixação biológica de nitrogênio (FBN), Experimento 2.

Tratamento	$\delta^{15}\text{N}$ (‰) <sup>(1)</sup>	FBN (%)	FBN (kg ha <sup>-1</sup> )
Milho + crotalária	3,95	53,92	78,00
Crotalária	4,53	49,68	87,70
Valor t		6,14*	2,69*

\* Significativo estatisticamente pelo teste t a 5% de probabilidade.

<sup>(1)</sup> O valor de  $\delta^{15}\text{N}$  da planta não fixadora de  $\text{N}_2$  foi  $10,34 \pm 0,161$ , em que se utilizou uma amostra de cada uma das espécies: milho, girassol e quiabo.

Para o balanço de N, também a partir de valores estimados por médias, todas as diferenças entre entrada e saída foram positivas, demonstrando que as colheitas de minimilho e de couve exportaram pouco mais da metade do N estimado no sistema (Tabela 20), sendo os maiores valores associados aos cultivos combinados com o plantio direto, o qual exportou, em média, 8,46% a mais do que os cultivos associados ao plantio com preparo convencional do solo, provavelmente pelo fato do primeiro tratamento ter apresentado uma produtividade 9,10 % superior em relação ao segundo, demandando mais N para a formação de folhas.

**Tabela 20.** Balanço estimado de nitrogênio, Experimento 2.

Tratamentos	Entrada de N			Saída de N			Balanço de N		
	FBN <sup>(1)</sup>	Adubação de plantio da couve <sup>(2)</sup>	Adubação de cobertura da couve <sup>(3)</sup>	Total	Espigas de minimilho	Palha das espigas de minimilho	Couve	Total	
----- kg ha <sup>-1</sup> -----									
<b>Plantio direto</b>									
Milho + crotalária	78,00	38,60	250	366,60	2,08	2,75	178,86	183,69	182,91
Crotalária	87,70	38,60	250	376,30	-		178,86	178,86	194,44
Milho	-	38,60	250	288,60	2,74	3,98	178,86	185,58	103,02
<b>Plantio com preparo convencional do solo</b>									
Milho + crotalária	78,00	38,60	250	366,60	2,08	2,75	164,61	169,44	197,16
Crotalária	87,70	38,60	250	376,30	-		164,61	164,61	211,69
Milho	-	38,60	250	288,60	2,74	3,98	164,61	171,33	117,27

<sup>(1)</sup> Milho + crotalária: acúmulo de N da crotalária consorciada x % FBN / Crotalária: acúmulo de N da crotalária solteira x % FBN; <sup>(2)</sup> 240 g de esterco de curral com 1,54 % de N/cova); <sup>(3)</sup> cinco adubações de cobertura com 50 g de torta de mamona com 5 % de N/planta.

Tendência mais pronunciada foi encontrada por OLIVEIRA (2001), com repolho em sucessão à *C. juncea*, registrando balanço positivo de 754,90 kg ha<sup>-1</sup> de N, com exportação de pouco mais de 10% do N do sistema pela brássica. No entanto, em sequência à vegetação espontânea, o autor também registrou o considerável valor de 723,52 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Da mesma forma como no Experimento 1, seria indicado, na sequência, o plantio de espécies exigentes e extratoras de N ou de espécies com resíduos de baixa relação C/N para equilibrar possíveis perdas de N do sistema e ou aumentar o teor de matéria orgânica no solo.

Cabe ressaltar que as espigas imaturas e suas palhas colhidas foram responsáveis por 3,77 e 2,74 % em média da exportação total de N, respectivamente para os tratamentos com monocultivo de milho e deste consorciado com crotalária. No entanto, no consórcio com a leguminosa, o N presente ao final do balanço foi, em média, apenas 6,83 % menor do que no tratamento com monocultivo de crotalária, sugerindo uma vantagem na adoção do consórcio para adubação verde, o qual permite uma quantidade de N no solo para o cultivo seguinte muito próxima da proporcionada pelo monocultivo de crotalária e possibilita a obtenção de um produto comercializável ainda na fase de adubação verde. Além disso, é possível que na palhada formada pelo consórcio ocorra uma perda um pouco mais lenta de N em relação à formada apenas por crotalária, por conta da maior relação C/N proporcionada pela fitomassa da gramínea.

Sobre a avaliação da fertilidade do solo, os dados dos níveis de Al não foram submetidos à análise da variância, pois não atendeu às premissas de normalidade e homogeneidade dos erros. No entanto, das 72 observações, apenas em cinco a presença de Al foi registrada, sendo a de maior valor a com 0,15 cmol/dm<sup>3</sup>. Tal valor é considerado baixo para as condições do Estado do Rio de Janeiro (ALMEIDA et al., 1988). O pH e os teores de Ca+Mg e de K, apresentaram efeito no fator época (Tabela 21). Nota-se que os teores de Ca+Mg e de K se mantiveram, respectivamente, 27,27 e 47,99 % mais altos ao final em relação ao início do experimento, indicando um possível efeito residual dos adubos verdes mesmo com a exportação dos mesmos para a couve. Em agosto de 2010, momento em que a exportação de nutrientes pela couve era ainda parcial, os teores desses nutrientes eram ainda mais altos em relação ao início do experimento, sendo 31,82 e 87,08 %, respectivamente para Ca+Mg e K. No entanto, mesmo com o efeito das diferentes épocas, ALMEIDA et al. (1988) inclui os valores encontrados em faixas de quantidades médias, sendo essas de 2,1 a 6,0 cmol/dm<sup>3</sup> para

Ca+Mg e de 81 a 120 mg/dm<sup>3</sup> para o K. As Figuras 10 e 11 ilustram, respectivamente, a variação de Ca+Mg e de K na área experimental em agosto e dezembro de 2010.

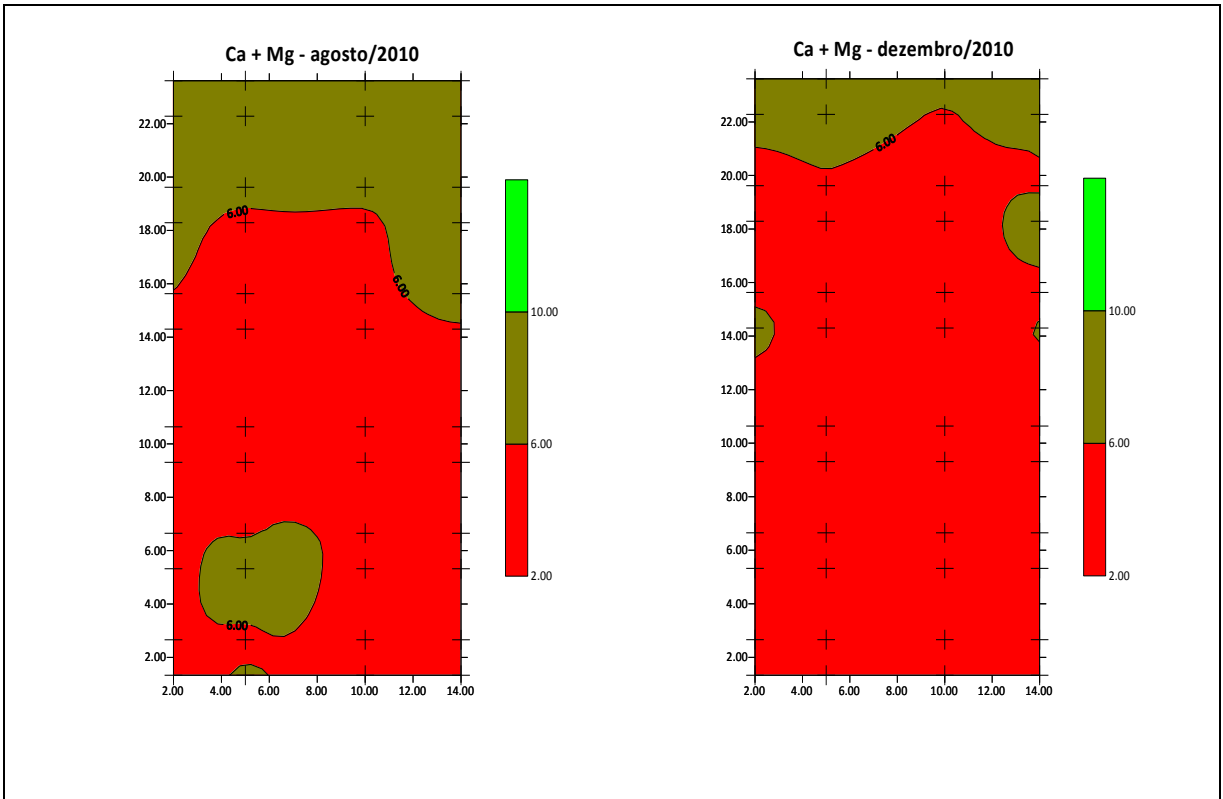
**Tabela 21.** Valores relativos à fertilidade do solo, Experimento 2.

	pH	Ca+Mg cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	K mg/dm <sup>3</sup>	C %
Plantio direto	6,1	5,0	78,0	1,12
Plantio com preparo convencional do solo	6,1	5,5	84,6	1,06
Valor F	0,24 <sup>ns</sup>	3,74 <sup>ns</sup>	2,49 <sup>ns</sup>	1,04 <sup>ns</sup>
CV (%)	3,2	22,6	21,9	18,8
Milho	6,1 a	5,3 a	87,8 a	1,14 a
Milho + crotalária	6,1 a	5,3 a	82,6 a	1,14 a
Crotalária	6,1 a	5,3 a	73,5 a	0,97 a
CV (%)	1,0	7,6	29,7	23,3
Janeiro/2010	6,3 a	4,4 b	54,8 c	1,06 a
Agosto/2010	5,9 c	5,8 a	108,0 a	1,01 a
Dezembro/2010	6,2 b	5,6 a	81,1 b	1,19 a
CV (%)	1,5	6,9	30,9	24,6

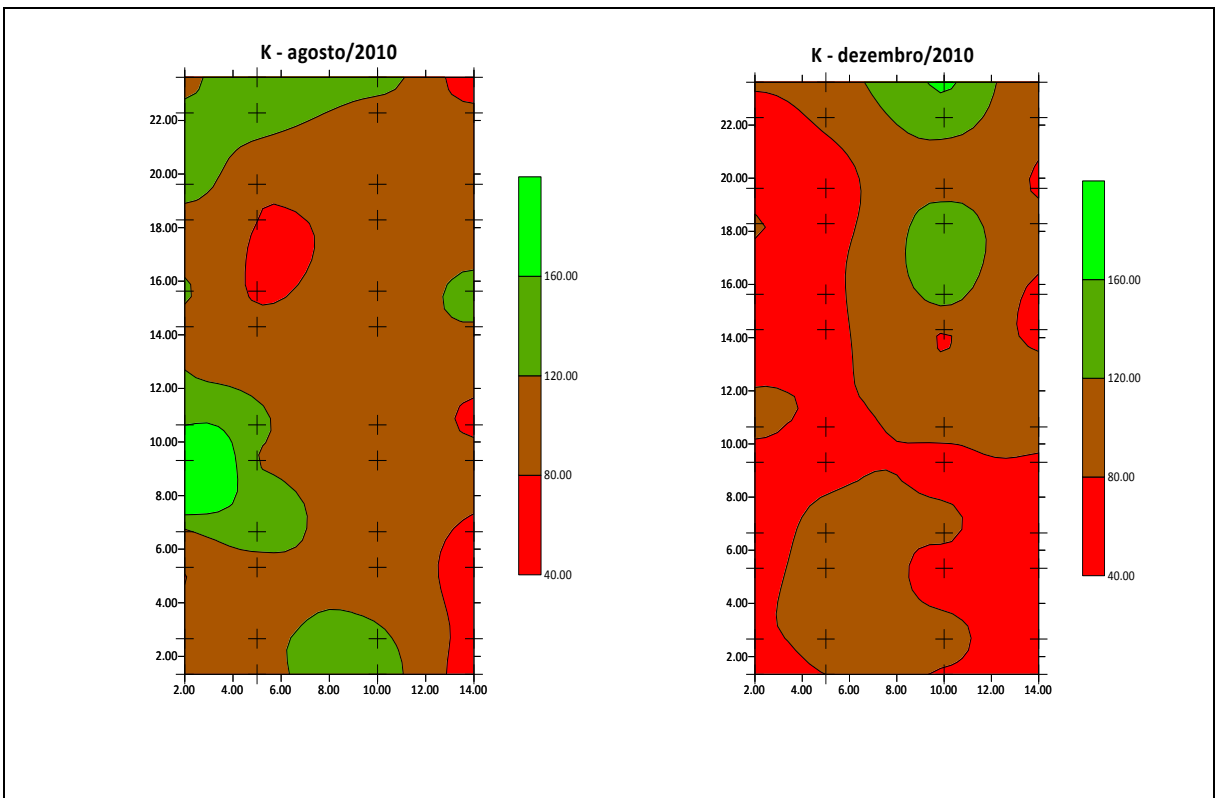
ns: não significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade .

\* Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.





**Figura 10.** Variação de Ca+Mg na área experimental em agosto e dezembro de 2010, Experimento 2.



**Figura 11.** Variação de K na área experimental em agosto e dezembro de 2010, Experimento 2.

Em relação ao pH, houve interação dos fatores plantio e época e também de pré-cultivo com época (Tabelas 22 e 23). No entanto, os valores variaram de 5,9 a 6,5, todos na faixa de acidez moderada, a qual é entre 5,4 e 6,5, segundo ALMEIDA et al. (1988). Não se observou interação entre os três fatores simultaneamente. A Figura 12 ilustra a variação do pH na área experimental em agosto e dezembro de 2010.

**Tabela 22.** Valores de pH do solo com interação entre os fatores plantio e época, Experimento 2.

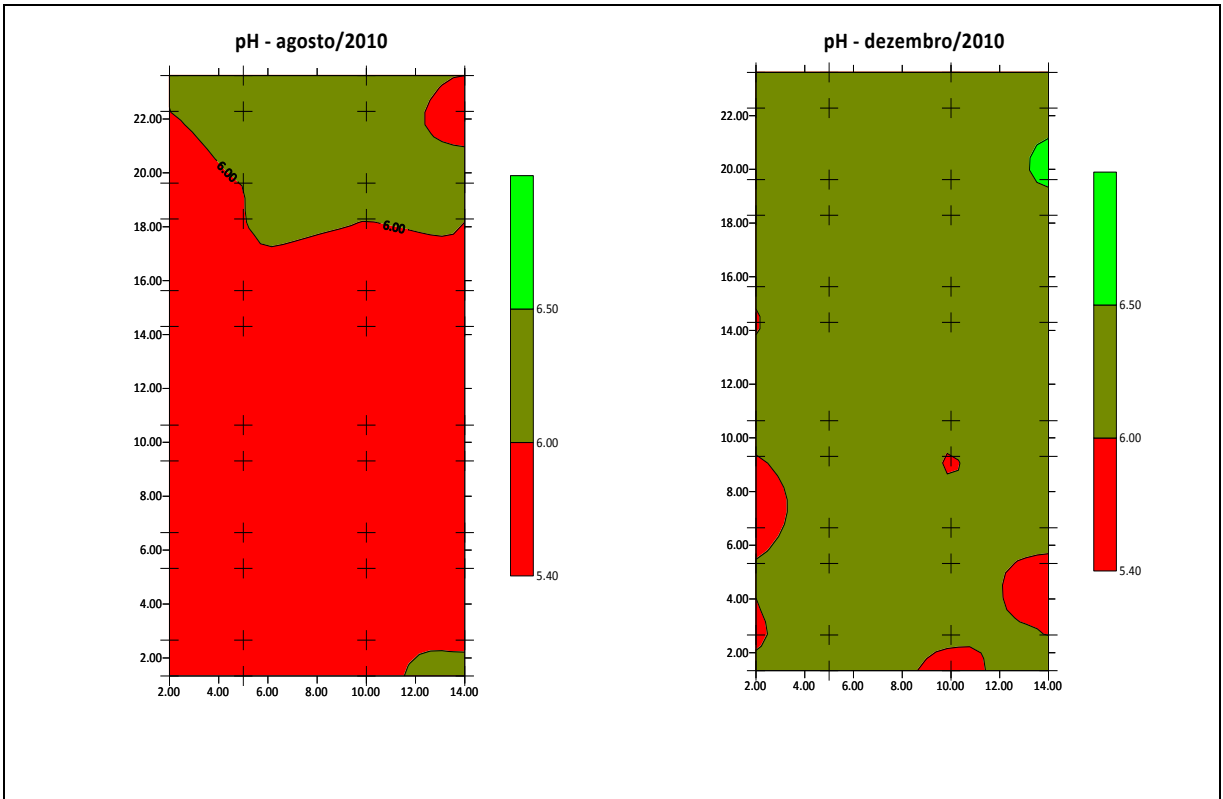
Época	Plantio	
	Direto	Com preparo convencional do solo
Janeiro/2010	6,4 Aa	6,2 Ab
Agosto/2010	5,9 Ca	5,9 Ba
Dezembro/2010	6,1 Ba	6,5 Aa

\* Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 23.** Valores de pH do solo com interação entre os fatores pré-cultivo e época, Experimento 2.

Época	Pré-cultivo		
	Milho	Milho + crotalária	Crotalária
Janeiro/2010	6,3 Aa	6,2 Aa	6,2 Aa
Agosto/2010	5,9 Ca	5,9 Ba	5,9 Ba
Dezembro/2010	6,1 Ba	6,2 Aa	6,2 Aa

\* Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



**Figura 12.** Variação do pH na área experimental em agosto e dezembro de 2010, Experimento 2.

## 7- CONCLUSÕES

O monocultivo de milho proporcionou produtividade e o número de espigas imaturas comerciais superiores, mas não apresentou diferença do consórcio em relação comprimento e o diâmetro das espigas.

A produção de biomassa proporcionada pelo consórcio de crotalária e milho foi superior a do monocultivo de milho e equivalente a do monocultivo de crotalária quando antecedeu a alface e superior a dos monocultivos quando antecedeu a couve-folha.

O acúmulo de nutrientes proporcionado pelo consórcio de crotalária e milho foi equivalente ou superior aos dos monocultivos quando antecedeu a alface e superior aos do monocultivo de milho e superior ou equivalente aos monocultivos de crotalária quando antecedeu a couve-folha.

De forma geral, a exportação de nutrientes para o minimilho foi pequena em relação ao remanescente nos sistemas.

O plantio direto sobre a palhada de crotalária ou de milho consorciado com crotalária proporcionou rendimentos superiores para a alface.

O plantio direto proporcionou rendimentos comparáveis aos do plantio com preparo convencional do solo para a couve.

O plantio direto proporcionou um aumento na emissão de folhas na couve em relação ao plantio com preparo convencional do solo.

Tanto para a alface como para a couve, a opção de adubação verde com o consórcio de milho com crotalária trouxe a vantagem da colheita de minimilho.

O manejo adotado permitiu a permanência da maior parte do nitrogênio aportado nos sistemas.

## 8- CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos apontam a viabilidade do plantio de alface e de couve-folha sem o revolvimento do solo, como se faz convencionalmente; e que a adubação verde com crotalária ou desta consorciada ao milho pode dar mais eficiência ao processo, principalmente com o uso do consórcio, o qual permite a colheita de espigas imaturas de milho, as quais podem ser comercializadas pelo produtor como minimilho, produto com um atraente valor de mercado.

No Experimento 1 o milho foi adubado com esterco de curral curtido, o que não ocorreu no Experimento 2. Cabe observar que a produção de minimilho no Experimento 1 foi bem superior à do Experimento 2. No entanto, tal procedimento não pode se tornar determinante, pois deslocará recursos e tempo do agricultor durante a condução dos pré-cultivos, o que pode desmotivá-lo para a adoção da prática de adubação verde.

Durante a condução dos experimentos, pode-se notar que a colheita do minimilho demandaria uma boa organização do produtor, pois é realizada em intervalos de no máximo três dias, e as espigas imaturas devem ser comercializadas ou processadas o quanto antes, pois perdem qualidade rapidamente após a colheita. Tal fato sugere que a exploração do minimilho pode se adequar mais facilmente à agricultura familiar, a qual pode possibilitar um melhor aproveitamento da mão-de-obra disponível durante o período de colheita e pós-colheita.

Cabe lembrar que, por conta da autonomia na obtenção de sementes preconizada nos sistemas de produção em bases agroecológicas, o milho utilizado foi o Eldorado (Nitrodente), variedade local com boa produtividade, mas que, como outras variedades de milho, não apresenta homogeneidade de estande como os híbridos.

Sobre a palhada gerada pelos adubos verdes, esta não ofereceu dificuldades no momento do preparo de covas e adubação para o plantio, mas cabe ressaltar que, no Experimento 2, nos tratamentos combinados com o preparo convencional do solo, durante o destorroamento com enxada rotativa acoplada a microtrator, os resíduos de crotalária provocaram embuchamento no implemento.

O controle do mato nas parcelas com alface (Experimento 1) foi realizado com apenas uma capina manual com auxílio de enxada e sacho, e nas parcelas com couve-folha (Experimento 2), apesar da exploração das plantas se estender por seis meses, apenas duas capinas foram realizadas, na linha de plantio, constituindo uma faixa com não mais de 20 cm de largura, nas ocasiões das primeira e terceira adubações de

cobertura. Durante todo o ciclo, a vegetação espontânea foi controlada por meio de roçadas quinzenais, realizadas com motorroçadeira lateral ou costal. No entanto, nos meses de novembro e dezembro, com a elevação da temperatura e chuvas mais frequentes, esse controle foi menos eficiente. Apesar de não se observar prejuízos que pudessem ser atribuídos diretamente à competição com a vegetação espontânea, houve uma pronunciada ocorrência de lesmas no último mês do experimento, provavelmente pelo ambiente favorável formado pelas plantas infestantes, de tal forma que esses moluscos causaram danos às folhas de couve. Possivelmente a realização das roçadas em intervalos de dez dias tivesse controlado esse problema. No entanto, apesar do referido fato e das altas temperaturas típicas das condições da baixada fluminense que ocorrem no mês de dezembro, no final do experimento as plantas de couve ainda apresentavam considerável vigor.

No que se refere à ocorrência de fitoparasitos, apenas no Experimento 2, além das lesmas no final do ciclo das plantas, se notou a presença da broca-da-couve (*Hellula phidilealis*), a qual causou danos em mudas de couve logo após o transplântio (as mudas atacadas foram substituídas); e da traça-das-crucíferas (*Plutela xylostella*) e curuquerê-da-couve (*Ascia monuste orseis*), mas essas últimas ocorreram de forma inexpressiva na área experimental. Uma quarta lagarta, provavelmente do gênero *Helicoverpa*, ocorreu durante todo o período de exploração do talhão, se alojava na região apical e se alimentava das folhas mais novas da couve. Pulverizações semanais com inseticida biológico a 0,1 %, a base de *Bacillus thuringiensis*, foram realizadas para o controle das lagartas entre os meses de agosto de setembro de 2010.

Exemplares da quarta lagarta acima relatada foram coletados e mantidos em gaiolas com folhas de couve que eram substituídas frequentemente, com o objetivo de acompanhar o ciclo do inseto e obter indivíduos adultos para a identificação da espécie. No entanto, por se encontrarem moribundas por conta do efeito do inseticida biológico utilizado, as lagartas não sobreviveram e não se obteve indivíduos adultos.

Quanto à utilização de um híbrido de couve (Hi Crop híb. F1) no Experimento 2, tal escolha se deve à melhor formação do estande para fins experimentais por ele proporcionado, fato dificilmente alcançado com as variedades regionais (propagadas vegetativamente, por meio de rebentos laterais que se originam do caule), as quais também não proporcionam colheitas satisfatórias nos meses de temperatura elevada e toleram menos tempo de prateleira que os híbridos. No entanto, as variedades regionais costumam ser mais saborosas e têm preferência no mercado.

## 9- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, S. M. C.; ABOUD, A. C. de S.; RIBEIRO, R. de L. D.; ALMEIDA, D. L. A. Balanço do nitrogênio e fósforo em solo com cultivo orgânico de hortaliças após a incorporação de biomassa de guandu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília. v. 39. n. 11. p. 1111-1117. 2004.
- ABDUL-BAKI, A; TEASDALE, J. R. Snap bean production in conventional tillage in no-till hairy vetch mulch. **Hort Science**, Alexandria, v. 32, p. 1191 – 1193, 1997.
- ALMEIDA, D. L. de; SANTOS, G. de A.; DE-POLLI, H.; CUNHA, L. H.; FREIRE, L. R.; AMARAL SOBRINHO, N. M. B. do; PEREIRA, N. N. C.; EIRA, P. A. da; BLOISE, R. M.; SALEK, R. C. **Manual de adubação para o Estado do Rio de Janeiro**. Itaguaí: Edur/UFRRJ, 1988, 179p.
- ALMEIDA, D. L. de; RIBEIRO, R. L. D.; GUERRA, J. G. M. **Sistema de Produção Agroecológico (“Fazendinha” Agroecológica Km 47)**. Agricultura Ecológica. 2º Simpósio de Agricultura Orgânica e 1º Encontro de Agricultura Orgânica; Edmilso Ambrosano (coord.). Guaíba: Agropecuária, 1999, 398p.
- ALMEIDA, I. P. de C. **Produções de minimilho, espigas verdes e grãos de cultivares de milho**. 2004. 59p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – ESAM, Mossoró.
- ALMEIDA, K. de. **Manejo de espécies de adubo verde na produção de alface e cenoura em sistema orgânico de produção**. 2009. 109p. Tese (Doutorado em Agronomia). UNESP. Botucatu.
- AMADO, T. J. C.; BAYER, C.; ELTZ, F. L. F.; BRUM, A. C. R. Potencial de culturas de cobertura em acumular carbono nitrogênio no solo no plantio direto e a melhoria da qualidade ambiental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 25: 189 – 197, 2001.
- AMADO, T. C. A.; SILVA, E.; TEIXEIRA, L. A. J. Cultivo mínimo da cebola: máquina para o preparo do solo nas pequenas propriedades. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.5, p.25-26, 1992.
- AMADO, T. J. C.; MILENICZUC, J.; FERNANDES, S. B. V. Leguminosas e adubação verde como fontes de nitrogênio para o milho em sistemas de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, p. 179 – 189, 2000.
- ANDREOLA, F.; COSTA, L. M.; OLSZEWSKI, N; JUCKSCH, I. A. A cobertura vegetal de inverno e a adubação orgânica e, ou, mineral influenciando a sucessão milho/feijão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 24: 867 – 874, 2000.
- ANGHINOMI, I. Fertilidade do solo e seu manejo em sistema de plantio direto. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. L. N. (Ed.). **Fertilidade do Solo**. Viçosa: SBCS. 2007. 1017p.

- ASSIS, R. L. de. **Agroecologia no Brasil: análise do processo de difusão e perspectivas**. 2002. 150p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – UNICAMP, Campinas.
- BALBINOT, A. A.; FLECK, N. G. Benefícios e limitações da redução do espaçamento entre linhas. **Revista do Plantio Direto**, Passo Fundo, v. 5, p. 37-41, 2005.
- BATAGLIA, O. G.; FURLANI, A. M. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; GALLO, J. R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: Instituto Agronômico, 1983. n. p. (Instituto Agronômico. Boletim 78).
- BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J.; CERETTA, C.A. Effect of no-till cropping systems on SOM in a sandy clay loam Acrisol from Suthern Brazil monitored by EPR and NMR. **Soil Till. Res.**, 91: 217 – 226, 2000.
- BREMNER, J.M. & MULVANEY, C.S. Nitrogen total, In: PAGE, A.L.; MILLER, R.A. & KEENEY, D.R. (Ed). **Methods of soil analysis**. 2.ed. Madison, American Society of Agronomy, 1982. p. 595-624. (Agronomy, 9).
- BROWER, J. E.; ZAR, J. H.; ENDE, C. N. von. **Field and laboratory methods for general ecology**. 4 ed. WCB McGraw-Hill. 1998, 273p.
- BUNCH, R. **Duas espigas de milho**. Uma proposta de desenvolvimento agrícola participativo. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1995, 220p.
- CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E. A.; COSTA, M. B. B. da; MIYASAKA, S.; AMADO, T. T. J. C. **Adubação verde no sul do Brasil**. 2 ed. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993, 346 p.
- CALEGARI, A. Espécies para cobertura de solo. In: DAROLT, M. R. (org.). **Plantio direto: pequena propriedade sustentável**. Londrina: IAPAR, 1998, p. 65-93.
- CARVALHO, G. S. **Caracterização agrônômica e nutricional de cultivares de milho sob diferentes condições de cultivo para a produção de minimilho**. 2002. 70p. Dissertação (Mestrado) – UFLA, Lavras.
- CASTRO, C. M. de; ALVES, B. J. R.; ALMEIDA, D. L. de; RIBEIRO, R. de L. D. Adubação verde como fonte de nitrogênio para a cultura da berinjela. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 39, n.8, p.779-785. 2004.
- CAZETTA, D. A.; FORNASIERI FILHO, D.; GIROTTO, F. Composição, produção de matéria seca e cobertura do solo em cultivo exclusivo e consorciado de milho e crotalária. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.27, p.575-580. 2005.
- CEZAR, M. N. Z.; RIBEIRO, R. de L. D.; PAULA, P. D.; POLIDORO, J. C.; MANERA, T. C.; GUERRA, J. G. M. Desempenho do pimentão em cultivo orgânico submetido ao desbaste e consórcio. **Horticultura Brasileira**. 25: 322-326. 2007.
- COSTA, E. A.; GOEDERT, W. J.; SOUSA, D. M. G. de. Qualidade de solo submetido a



- sistemas de cultivo com preparo convencional e plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 41, n.7, p.1185-1191. 2006.
- DE-POLLI, H.; PIMENTEL, M. S. Indicadores de qualidade do solo. In: AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L. de (Ed.). **Processos biológicos no sistema solo-planta:ferramentas para uma agricultura sustentável**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 368 p.
- DIAS, P. F. & SOUTO, S. M. **Produção de fitomassa e nitrogênio de adubo verde no município de Paty do Alferes – RJ**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2004, 16p. (EMBRAPA – CNPAB. Documentos, 178).
- DÖBEREINER, J. Biological nitrogen fixation in the tropics: social and economic contributions. **Soil Biology & Biochemistry**. V. 29, n. 516, p. 771 – 774, 1997.
- EKLUND, C. R. B. **Produção de fitomassa para cultivo de minimilho sob sistema de plantio direto**. 2010. 90p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – UENF, Campos dos Goytacazes.
- EMBRAPA / Centro Nacional de Pesquisa em Solos. **Manual de métodos em análises de solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPS. 2.ed. 1997. 212p.
- EPSTEIN, E; BLOOM, A. J. **Mineral nutrition of plants: principles and perspectives**. n2.ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2006. 380p.
- ESPÍNDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. de. Uso de leguminosas herbáceas para adubação verde. In: AQUINO, A. M. de; ASSIS, R. de L. (Ed.). **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 517p.
- FAVERO, C.; JUCKSCH, I.; COSTA, L. M. da; CASALI, V. W. D. Plantas espontâneas e leguminosas introduzidas: adubação verde e interações entre populações. **Revista Ceres**.48(278): 485-499, 2001.
- FEBRAPDP – FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE PLANTIO DIRETO NA PALHA. Evolução da área de plantio direto no Brasil. Disponível em: <http://www.febrepd.org.br>. Acesso em 19 de dezembro de 2010.
- FEITOSA, O. H.; GUERRA, J. G. M.; CARVALHO, C. M.; FEITOSA, E. O.; SANTOS, P. R. Plantio direto da alface após pré-cultivo de aveia e tremoço em sistema orgânico. **Agropecuária Técnica**. Areis, PB. v.31. n.1. 2010.
- FERNANDES, M. S.; SOUZA, S. R. Absorção de nutrientes. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. 432p.
- FONTANÉTTI, A.; CARVALHO, G. J. de; GOMES, L. A. A.; ALMEIDA, K. de; MORAES, S. R. G. DE; TEIXEIRA, C. M. Adubação verde na produção orgânica de alface americana e repolho. **Horticultura Brasileira**.v.24. n.2. 2006.

- GOUVEIA, R. F. de. **Possibilidade de adubação verde no município de Paty do Alferes, RJ.** 1995. 129p. Dissertação (Mestrado em Ciências). UFRRJ, Seropédica.
- HARDOIM, P. R.; SANDRI, E.; MALUF, W. R. **Como fazer minimilho para aumentar a renda no meio rural.** Lavras: UFLA, 2002, 4 p. (UFLA – Boletim Técnico de Hortaliças,72).
- HAMERSCHMIDT, I. **Panorama da agricultura orgânica no Paraná.** Disponível em: [http://www.planetaorganico.com.br/trab\\_iniberto06.htm](http://www.planetaorganico.com.br/trab_iniberto06.htm). Acesso em: 17 de junho de 2009.
- HÖDTKE, M.; ARAÚJO, P. A.; KÖPKE, U.; ALMEIDA, D. L. de. **Nutritional status, grain yield and N-balance of organically grown mayze intercropped with green manure.** International IFOAM Scientific Conference, 12th., 1998, Mar del Plata. Proceedings...Tholey-Theley: IFOAM, 1999, p. 135 – 140.
- KAHMEN, A.; RENKER, C.; UNSICKER, S. B.; BUCHMANN, N. Niche complementarity for nitrogen: an explanation for the biodiversity and ecosystem functioning relationship? **Ecology**. 87:1244–1255, 2006.
- KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos.** Piracicaba: Ceres, 1985, 492p.
- KNAVEL, D. E.; ELLIS, J.; MORRINSON, 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.
- LARA, S. dos S. Compreensão pelos agricultores das necessidades de utilização de adubação verde através do entendimento dos custos de produção. In: **Adubação Verde no Brasil.** Campinas: Fundação Cargil, 1984, p. 282 – 291.
- MACHADO, A. T.; MAGALHÃES, J. R.; MAGNAVACA, R.; SILVA, M. R. Determinação da atividade de enzimas envolvidas no metabolismo do nitrogênio em diferentes genótipos de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Viçosa, v.4, n.1, p.45-47, 1992.
- MACHADO, C. T. de T. **Avaliação da eficiência de utilização de fósforo de variedades locais de milho (*Zea mays* L.).** 1995. 131p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). UFRRJ, Seropédica.
- MCSORLEY, R. Host suitability of potential cover crops for root-knot nematodes. **Journal of Nematology**, 31: 619 – 623, 1999.
- MERTEN, G. H. & FERNANDES, F. F. Manejo de solo de baixa aptidão. In: DAROLT, M. R. **Plantio direto: pequena propriedade sustentável.** Londrina: IAPAR, 1998, p. 46 – 64 (IAPAR. Circular, 101).
- MILES, A. ZENS, L. **Baby Corn.** Washington, 2000. Disponível em: <<http://foodfarm.wsu.edu>>. Acesso em: 22 de dezembro de 2009.

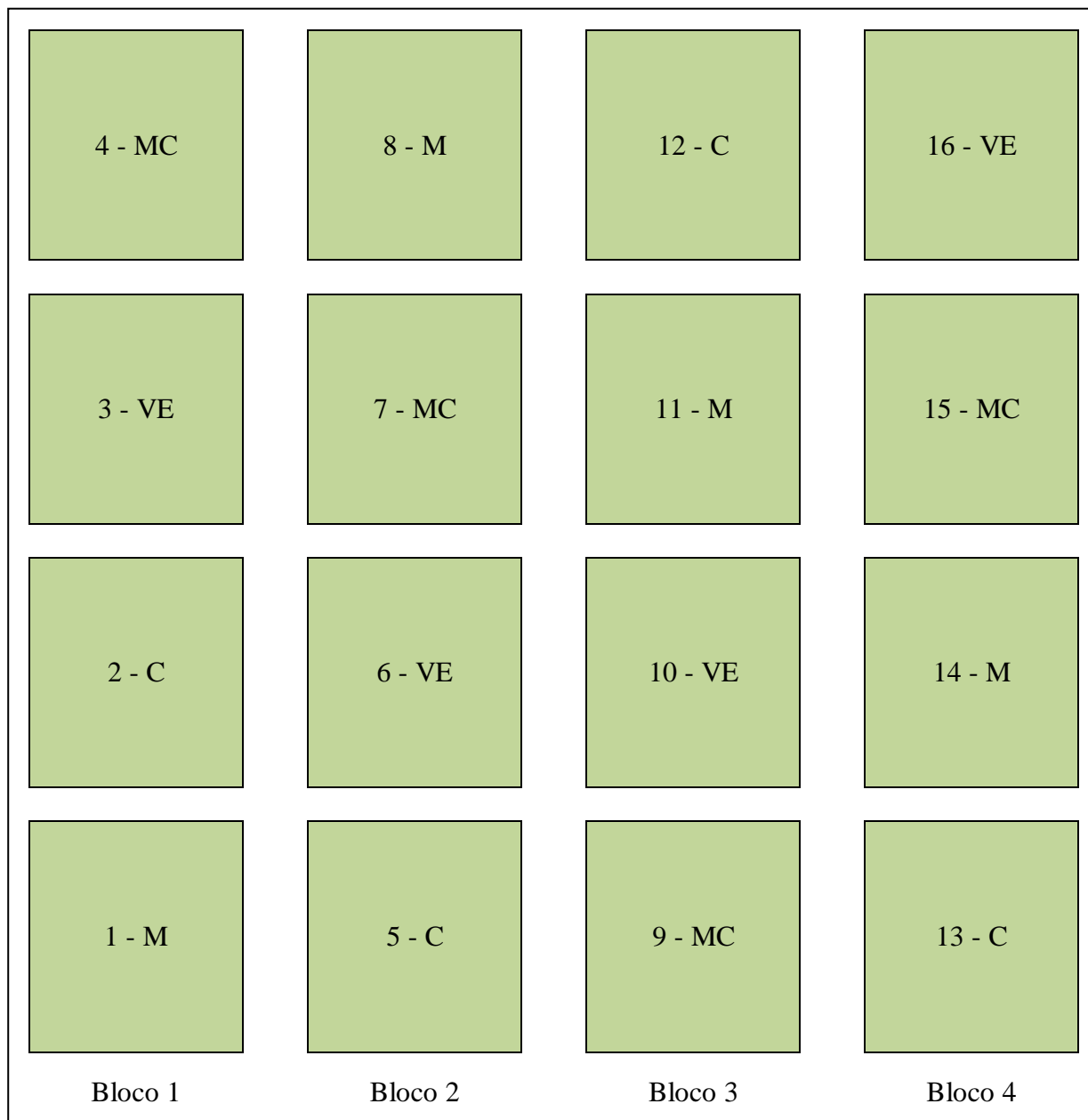
- MIYAZAWA, K.; MURAKAMI, T.; TAKEDA, M.; MURAYAMA, T. Intercropping green manure crops – effects on rooting patterns. **Plant Soil**. 331:231–239, 2010.
- NEGRINI, A. C. A. **Desempenho de alface (*Lactuca sativa* L.) consorciada com diferentes adubos verdes**. 2007. 107p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba.
- NEVES, M. C. P.; GUERRA, J. G. M.; CARVALHO, S. R.; RIBEIRO, R. L. D.; ALMEIDA, D. L. de. Sistema Integrado de produção agroecológica ou fazendinha ecológica do km 47. In: AQUINO, A. & ASSIS, R. L. (org). **Agroecologia; princípios e técnicas para uma agricultura sustentável**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 2005, 147 – 172p.
- OKITO, A.; ALVES, B. R. J.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. Isotopic fractionation during N<sub>2</sub> fixation by four tropical legumes. **Soil Biology & Biochemistry**. v.36, p.1179-1190, 2004.
- OLIVEIRA, E. A. G. **Desenvolvimento de substratos orgânicos, com base na vermicompostagem, para produção de mudas de hortaliças em cultivo protegido**, 2011. 81p. Dissertação (Mestrado em Ciências). UFRRJ, Seropédica.
- OLIVEIRA, F. L. **Manejo orgânico da cultura do repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*): adubação orgânica, adubação verde e consorciação**. 2001. 87p. Dissertação (Mestrado em Ciências). UFRRJ. Seropédica.
- OLIVEIRA, F. L. de.; GUERRA, J. G. M., RIBEIRO, R. de L. D., ALMEIDA, D. L. de, URQUIAGA, S.; ESPÍNDOLA, J. A. A. The use of sunnhemp as green manure intercropped with taro. **Horticultura Brasileira**. 25: 556-560. 2007.
- OLIVEIRA, F. L. de, RIBAS, R. G. T.; JUNQUEIRA, R. M.; PANDOVAN, M. P.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. de; RIBEIRO, R. L. D. Uso de pré-cultivo de *Crotalaria juncea* e de doses crescentes de cama-de-aviário na produção de fitomassa de milho verde em monocultivo e consorciado com leguminosas. **Ciência Agrotécnica**. 27: 223-227.2003.
- PANDEY, A. K.; PRAKESH, V. P.; SINGH, R. D. Effect of rate of nitrogen and time of application on yield in economics of baby corn (*Zea mays* L.) **Indian Journal of Agronomy**, New Delhi, v. 45, n. 2, p. 338 – 343, 2000.
- PEREIRA, A. J. **Produção de biomassa aérea e de sementes de *Crotalaria juncea* a partir de diferentes arranjos populacionais e épocas do ano**. 2004. 68p. Dissertação (Mestrado em Ciências). UFRRJ. Seropédica.
- PEREIRA, A. J. **Caracterização agrônômica de espécies de *Crotalaria* L. em diferentes condições edafoclimáticas e contribuição da adubação verde com *C. juncea* no cultivo orgânico de brássicas em sistema de plantio direto**. 2007. 72p. Tese (Doutorado em Ciências). UFRRJ. Seropédica.

- PEREIRA FILHO, I. A.; GAMA, E. E. G.; CRUZ, J. C. **Minimilho: efeito de densidade de plantio e cultivares na produção e em algumas características da planta de milho.** Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas, 1998, 6p. (EMBRAPA – CNPMS. Pesquisa em Andamento, 23).
- PEREIRA FILHO, I. A.; GAMA, E. E. G.; FURTADO, A. A. L. (b). **A produção do minimilho.** Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas, 1998, 4p. (EMBRAPA – CNPMS. Comunicado Técnico, 7).
- PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C. **Manejo cultural do minimilho.** Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas, 2001, 4p. (EMBRAPA – CNPMS. Circular Técnica, 7).
- PEREIRA FILHO, I. A.; QUEIROZ, V. A. V.; **Processo de produção de conserva caseira de minimilho.** Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas, 2010, 6p. (EMBRAPA – CNPMS. Circular Técnica, 140).
- PERIN, A. **Desempenho de milho e brócolos em sucessão à adubação verde.** 2005. 86. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa.
- PERIN, A.; GUERRA, J. G. M.; TEIXEIRA, M. G.; ZONTA, E. Cobertura do solo e estoque de nutrientes de duas leguminosas perenes, considerando espaçamentos e densidades de plantio. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v. 28, n. 1, p. 207-213, 2004.
- PERIN, A.; SANTOS, R. H. S.; URQUIAGA, S. S.; CECON, P. R.; GUERRA, J. G. M.; FREITAS, G. B. de. Sunnhemp and millet as green manure for tropical maize production. **Scientia Agrícola**. V.63, n.5, p.453-459, 2006.
- PERIN, A.; SANTOS, R. H. S.; URQUIAGA, S. S.; GUERRA, J. G. M.; CECON, P. R. (b). Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.39, n.1, p.35-40, 2004.
- PINHO, R. G. V.; CARVALHO, G. S.; RODRIGUES, V. N.; PEREIRA, J. Características físicas e químicas de cultivares de milho para produção de minimilho. **Ciência e Agrotecnologia**. v.27, n.6, p.1419-1425, 2003.
- PONTES, K.L.M. **Avaliação da produção orgânica de tomateiro rasteiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) em dois sistemas de plantio após pré-cultivo de sorgo consorciado com girassol.** 2001. 165p. Dissertação (Mestrado em Ciências). UFRRJ. Seropédica.
- REIJNTJES, C.; HAVERKORT, B.; WATERS-BAYER, A. **Agricultura para o futuro.** Uma introdução à agricultura sustentável de baixo uso de insumos externos. 2 ed. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1999, 324p.
- RIBAS, R. G. T.; JUNQUEIRA, R. M.; OLIVEIRA, F. L. de, GUERRA, J. G. M., ALMEIDA, D. L. de, ALVES, B. J. R.; RIBEIRO, R. de L. D. Desempenho do quiabeiro (*Albelmoschus esculentus*) consorciado com *Crotalaria juncea* sob manejo orgânico. **Ciência e Agrotecnologia**. 37: 79-83. 2003.

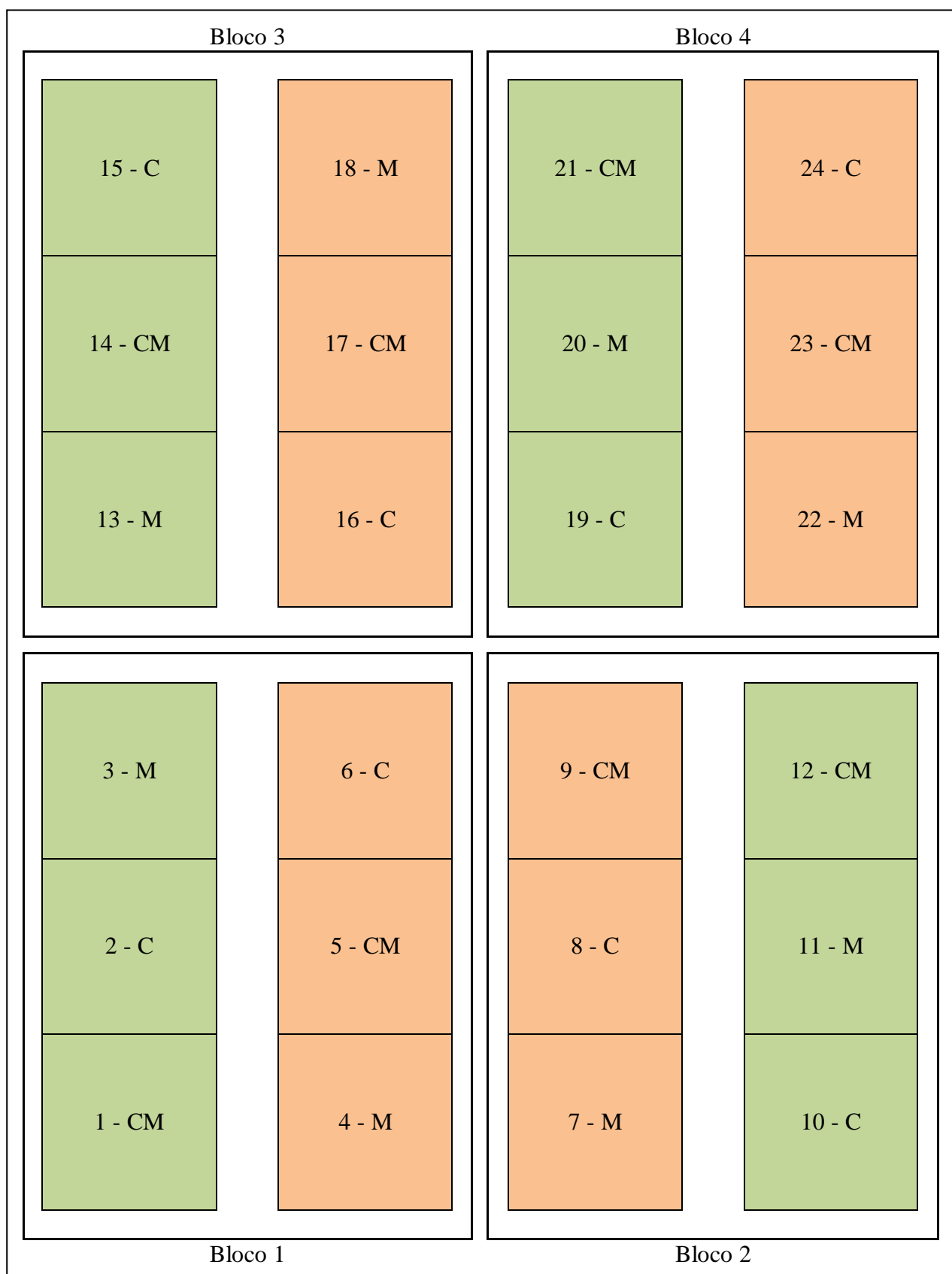
- RISSO, I. A. M.. **Cultivo de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) em sucessão ao milho (*Zea mays* L.) consorciado com leguminosas para adubação verde, sob manejo orgânico.** 2007. 40p. Dissertação (Mestrado em Ciências). UFRRJ, Seropédica.
- RISSO, I. A. M.; GUERRA, J. G. M.; RIBEIRO, R. de L. D.; SOUZA, C. G. de; ESPÍNDOLA, J. A. A.; POLIDORO, J. C. **Cultivo orgânico do milho consorciado com leguminosas para fins de adubação verde.** Embrapa Agrobiologia. Seropédica, 2009, 16p. (EMBRAPA – CNPAB. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 42).
- ROBINSON, A. F. & COOK, C.G. Root-knot and reniforme nematode reproduction on kenaf and sunn hemp compared with that on nematode resistant and susceptible cotton. **Indust. Crops Prod.** 13: 249 – 264, 2001.
- RAUPP, D. da S.; ALMEIDA, F. C. C.; STARON, E. A.; VALLE, J.; BORSATO, A. V.; SANTOS, A. F. Conserva de palmito de pupunha em diferentes salmoras – avaliação sensorial. **Publicativo UEPG Ciências e Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharia.** v.10, n.3, p.27-33, 2004.
- RAUPP, D. da S.; GARDINGO, J. R.; MORENO, R. L.; HOFFMAN, J. P. M.; MATIELLO, R. R.; BORSATO, A. V. Minimilho em conserva: avaliação de híbridos. **Acta Amazônica.** v.38, n.3, p.509-516, 2008.
- SÁ, J. C. M.; CERRI, C. C.; PICCOLO, M. C.; FEIGL, B. E.; BUCKNER, J.; FORNARI, A.; SÁ, M. F. M.; SEGUY, L.; BOUZINAC, S.; VENZKE FILHO, S. P. O plantio direto como base no sistema de produção. **Revista Plantio Direto,** 84: 45-61, 2004.
- SAKAI, R. H. **Dinâmica do nitrogênio e disponibilização de nutrientes no cultivo consorciado de adubos verdes com alfafa.** 2008. 76p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) – IAC, Campinas.
- SANTOS, C. A. B. dos; ZANDONÁ, S. R.; ESPÍNDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; SOUZA, C. G. de; RIBEIRO, R. de L. D. **Cultivo orgânico do milho verde em sistema de plantio direto na palhada de diferentes espécies de plantas de cobertura de solo.** Embrapa Agrobiologia. Seropédica, 2009, 19p. (EMBRAPA – CNPAB. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 46).
- SHEARER, G.; KOHL, D. H. Natural  $^{15}\text{N}$  – abundance a method of estimating the contribution of biological fixed nitrogen to  $\text{N}_2$  – fixing systems: potencial for non-legumes. **Plant and Soil.** Dordrecht, v.110, p.317-327, 1988.
- SILVA, A. C.; HIRATA, E. K.; MONQUERO, P. A. Produção de palha e supressão de plantas daninhas por plantas de cobertura, no plantio direto do tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** v.44. n.1. p. 22-28, 2009.
- SILVA, E. E. da. **Manejo orgânico da cultura da couve em rotação com milho, consorciado com leguminosas para adubação verde intercalar em plantio direto.** 2006, 69p. Dissertação (Mestrado em Ciências). UFRRJ, Seropédica.

- SILVA, E. E. da; DE-POLLI, H.; GUERRA, J. G. M.; AGUIAR-MENEZES, E. L.; RESENDE, A. L. S.; OLIVEIRA, F. L. de, RIBEIRO, R. de D. Sucessão entre cultivos orgânicos de milho e couve consorciados com leguminosas em plantio direto. **Horticultura Brasileira**. v. 29, n.1, 2011.
- SILVA, P. C. G. da.; FOLONI, J. S. S. Fitomassa e relação C/N em consórcios de sorgo e milho com espécies de cobertura. (b). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.44, n.11, p.1504-1512, 2009.
- SILVA, V. V. **Efeito do pré-cultivo de adubos verdes na produção de orgânica de brócolos (*Brassica oleracea L. var. italica*) em sistema de plantio direto**. 2002. 81p. Dissertação (Mestrado em Ciências). UFRRJ, Seropédica.
- TAGLIARI, P. S. T.; FREITAS, A. Pequenas Máquinas Agrícolas: grandes trabalhos na lavoura. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.11, p. 32-43, 1998.
- TEODORO, R. B.; OLIVEIRA, F. L. de; SILVA, D. M. N. da; FÁVERO, C.; QUARESMA, M. A. L. Aspectos agronômicos de leguminosas para adubação verde no cerrado do Alto Vale do Jequitinhonha. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.35, p. 635-643, 2011.
- VEZZANI, F. M.; CONCEIÇÃO, P. C.; MELLO, N. A.; DIECKOW, J. Matéria orgânica e qualidade do solo. In: SANTOS, G. de A.; SILVA, L. S. da; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. (Eds.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2.ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008. 654p.
- WANG, K. H.; MCSORLEY, R.; GALLAHER, R. N. Effect of *Crotalaria juncea* amendment on nematode communities in soil with different agricultural histories. **Journal of Nematology**. Lakeland, v. 35, n. 3, p. 294 – 301, 2003.
- WUTKE, E. B.; AMBROSANO, E. J.; RAZERA, L. F.; MEDINA, P. F.; CARVALHO, L. H.; KIKUTI, H. **Bancos comunitários de sementes de adubos verdes: informações técnicas**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2007, 52p.

## 10- APÊNDICE



**Figura 13.** Croqui do Experimento 1. M - milho, MC - milho consorciado com crotalária, C - crotalária, VE - vegetação espontânea. Campo Experimental de Avelar – CEA, Centro de Pesquisa em Agricultura Orgânica – CEPAGRO – RIO, Paty do Alferes, RJ.



**Figura 14.** Croqui do Experimento 2. M - milho, MC - milho consorciado com crotalária, C - crotalária /  - plantio direto,  - plantio com preparo convencional do solo. Sistema Integrado de Produção Agroecológica – SIPA (“Fazendinha Agroecológica Km 47”), UFRRJ/Embrapa Agrobiologia/PESAGRO-RIO, Seropédica, RJ.



**Tabela 24.** Resumo da análise da variância relativa à produtividade, número e tamanho de espigas de espigas imaturas (minimilho), Experimento 1.

Espigas despalhadas comerciais							
		----- matéria fresca -----			----- matéria seca -----		
FV	GL	QM	F <sub>c</sub>	QM	F <sub>c</sub>	QM	F <sub>c</sub>
Bloco	3	84.218,09	0,91	412,95	0,39	412,95	0,39
Tratamento	1	1.307.183,00	14,07*	10.281,78	9,62 <sup>ns</sup>	10.281,78	9,62 <sup>ns</sup>
Erro	3	92.918,42		1.069,11		1.069,11	
Espigas despalhadas não comerciais							
		----- matéria fresca -----			----- matéria seca -----		
FV	GL	QM	F <sub>c</sub>	QM	F <sub>c</sub>	QM	F <sub>c</sub>
Bloco	3	29.055,25	1,13	239,01	1,06	239,01	1,06
Tratamento	1	1.341,62	0,05 <sup>ns</sup>	9,46	0,04 <sup>ns</sup>	9,46	0,04 <sup>ns</sup>
Erro	3	25.768,12		224,86		224,86	
Palha das espigas colhidas							
		----- matéria fresca -----			----- matéria seca -----		
FV	GL	QM	F <sub>c</sub>	QM	F <sub>c</sub>	QM	F <sub>c</sub>
Bloco	3	1.185.975,00	1,01	15.263,17	0,70	15.263,17	0,70
Tratamento	1	3.246.407,00	2,76 <sup>ns</sup>	80.761,80	3,69 <sup>ns</sup>	80.761,80	3,69 <sup>ns</sup>
Erro	3	1.177.653,00		21.925,11		21.925,11	
Número de espigas							
		----- comerciais -----		--- não comerciais ---		----- por planta -----	
FV	GL	QM	F <sub>c</sub>	QM	F <sub>c</sub>	QM	F <sub>c</sub>
Bloco	3	1,5365 E+9	2,38	1,30208 E+7	0,06	0,091919	1,83
Tratamento	1	3,283 E+10	50,94*	4,88281 E+8	2,27 <sup>ns</sup>	0,014770	0,29 <sup>ns</sup>
Erro	3	6,4453 E+8		2,14844 E+8		0,050252	
Comprimento das espigas despalhadas comerciais				Diâmetro das espigas despalhadas comerciais			
FV	GL	QM	F <sub>c</sub>	QM	F <sub>c</sub>	QM	F <sub>c</sub>
Bloco	3	0,024046	1,23	0,002446	0,70	0,002446	0,70
Tratamento	1	0,021012	1,07 <sup>ns</sup>	0,004512	1,30 <sup>ns</sup>	0,004512	1,30 <sup>ns</sup>
Erro	3	0,019612		0,003479		0,003479	

\* significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade.

ns: não significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade.

**Tabela 25.** Resumo da análise da variância relativa ao acúmulo de macronutrientes nas espigas imaturas despalhadas, Experimento 1.

FV	GL	----- N -----		----- P -----		----- K -----		----- Ca -----		----- Mg -----	
		QM	F <sub>C</sub>	QM	F <sub>C</sub>	QM	F <sub>C</sub>	QM	F <sub>C</sub>	QM	F <sub>C</sub>
Bloco	3	0,814533	0,54	0,041150	0,72	1,024033	1,16	0,000850	0,24	0,005350	0,88
Tratamento	1	8,201250	5,41 <sup>ns</sup>	0,130050	2,28 <sup>ns</sup>	3,302450	3,73 <sup>ns</sup>	0,020000	5,77 <sup>ns</sup>	0,048050	7,90 <sup>ns</sup>
Erro	3	1,515783		0,057083		0,884150		0,003467		0,006083	

ns: não significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade.

**Tabela 26.** Resumo da análise da variância relativa ao acúmulo de macronutrientes na palha das espigas imaturas, Experimento 1.

FV	GL	----- N -----		----- P -----		----- K -----		----- Ca -----		----- Mg -----	
		QM	F <sub>C</sub>	QM	F <sub>C</sub>	QM	F <sub>C</sub>	QM	F <sub>C</sub>	QM	F <sub>C</sub>
Bloco	3	1,743783	0,24	0,216417	0,71	3,786800	0,62	0,020850	0,52	0,032550	0,64
Tratamento	1	15,961250	2,16 <sup>ns</sup>	0,897800	2,93 <sup>ns</sup>	16,994450	2,78 <sup>ns</sup>	0,057800	1,44 <sup>ns</sup>	0,130050	2,54 <sup>ns</sup>
Erro	3	7,382183		0,306567		6,122183		0,040133		0,0512117	

ns: não significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade.

**Tabela 27.** Resumo da análise da variância relativa à produção de matéria seca dos pré-cultivos, Experimento 1.

FV	GL	----- Matéria seca -----	
		QM <sup>(1)</sup>	F <sub>C</sub> <sup>(1)</sup>
Bloco	3	0,036994	1,89
Tratamento	3	0,230473	11,78*
Erro	9	0,019568	

<sup>(1)</sup>a partir de dados transformados em log(x).

\* significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade.

ns: não significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade.

**Tabela 28.** Resumo da análise da variância relativa ao acúmulo de macronutrientes na parte aérea dos pré-cultivos, Experimento 1.

FV	GL	----- N -----		----- P -----		----- K -----		----- Ca -----		----- Mg -----	
		QM	F <sub>C</sub>	QM	F <sub>C</sub>	QM	F <sub>C</sub>	QM	F <sub>C</sub>	QM	F <sub>C</sub>
Bloco	3	5.154,785	1,78	68,4002	3,90	3.476,685	0,897	1.025,190	2,06	25,33791	0,86
Tratamento	3	33.010,150	11,37*	949,6041	54,12*	11.601,930	2,994 <sup>ns</sup>	1.121,928	2,25 <sup>ns</sup>	64,75952	2,21 <sup>ns</sup>
Erro	9	2.903,113		17,5449		3.875,421		497,503		29,31230	

\* significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade.

ns: não significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade.

**Tabela 29.** Resumo da análise da variância relativa à produtividade, matéria seca, peso médio por planta (cabeça) e diâmetro de parte aérea de alface, Experimento 1.

FV	GL	---Produtividade ---		---- Matéria seca ----		---- Peso médio ----		----- Diâmetro -----	
		QM	F <sub>C</sub>	QM <sup>(1)</sup>	F <sub>C</sub> <sup>(1)</sup>	QM	F <sub>C</sub>	QM	F <sub>C</sub>
Bloco	3	6,90032	0,62	14,03242	1,66	1.140,666	0,62	10,002500	1,55
Tratamento	3	110,90280	10,00*	24,27697	2,87 <sup>ns</sup>	18.332,910	10,00*	106,149200	16,48*
Erro	9	11,09282		8,46168		1.833,711		6,440278	

<sup>(1)</sup>a partir de dados transformados em log(x).

\* significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade.

ns: não significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade.

**Tabela 30.** Resumo da análise da variância relativa ao acúmulo de N da alface, Experimento 1.

FV	GL	----- N -----	
		QM	F <sub>C</sub>
Bloco	3	36,986350	1,16
Tratamento	3	116,287100	3,64 <sup>ns</sup>
Erro	9	31,984130	

ns: não significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade.

**Tabela 31.** Resumo da análise da variância relativa à produtividade, número e tamanho de espigas de espigas imaturas (minimilho), Experimento 2.

Espigas despalhadas comerciais							
----- matéria fresca -----				----- matéria seca -----			
FV	GL	QM	F <sub>c</sub>	QM	F <sub>c</sub>	QM	F <sub>c</sub>
Bloco	7	14.668,36	1,29	75,09821	0,63	75,09821	0,63
Tratamento	1	308.385,90	27,16*	2.025,00000	16,97*	2.025,00000	16,97*
Erro	7	11.353,66		119,35000		119,35000	
Espigas despalhadas não comerciais							
----- matéria fresca -----				----- matéria seca -----			
FV	GL	QM	F <sub>c</sub>	QM	F <sub>c</sub>	QM	F <sub>c</sub>
Bloco	7	1.678,61000	0,30	13,71205	0,30	13,71205	0,30
Tratamento	1	44,89000	0,01 <sup>ns</sup>	0,52562	0,01 <sup>ns</sup>	0,52562	0,01 <sup>ns</sup>
Erro	7	5.673,63100		45,88134		45,88134	
Palha das espigas colhidas							
----- matéria fresca -----				----- matéria seca -----			
FV	GL	QM	F <sub>c</sub>	QM	F <sub>c</sub>	QM	F <sub>c</sub>
Bloco	7	46.189,77	1,18	1.527,061	1,49	1.527,061	1,49
Tratamento	1	1.034.442,00	26,43*	16.403,210	16,05*	16.403,210	16,05*
Erro	7	39.128,16		1.021,783		1.021,783	
Número de espigas							
		----- comerciais -----		--- não comerciais ---		----- por planta -----	
FV	GL	QM	F <sub>c</sub>	QM	F <sub>c</sub>	QM	F <sub>c</sub>
Bloco	7	0,259319 E+9	1,21	0,473417 E+8	1,53	0,242718 E-1	1,74
Tratamento	1	0,101394 E+11	47,37*	0,459266 E+9	14,89*	0,907937 E-1	6,52*
Erro	7	0,214055 E+9		0,308434 E+8		0,139260 E-1	
Comprimento das espigas despalhadas comerciais				Diâmetro das espigas despalhadas comerciais			
FV	GL	QM <sup>(1)</sup>	F <sub>c</sub> <sup>(1)</sup>	QM <sup>(1)</sup>	F <sub>c</sub> <sup>(1)</sup>	QM <sup>(1)</sup>	F <sub>c</sub> <sup>(1)</sup>
Bloco	7	0,7720880 E-3	1,11	0,6011841 E-3	0,61	0,6011841 E-3	0,61
Tratamento	1	0,2182185 E-2	2,99 <sup>ns</sup>	0,8451503 E-3	0,87 <sup>ns</sup>	0,8451503 E-3	0,87 <sup>ns</sup>
Erro	7	0,6965770 E-3		0,9938023 E-3		0,9938023 E-3	

<sup>(1)</sup>a partir de dados transformados em log(x).

\* significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade.

ns: não significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade.

**Tabela 32.** Resumo da análise da variância relativa ao acúmulo de macronutrientes nas espigas imaturas despalhadas, Experimento 2.

FV	GL	----- N -----		----- P -----		----- K -----		----- Ca -----		----- Mg -----	
		QM	F <sub>C</sub>	QM	F <sub>C</sub>	QM	F <sub>C</sub>	QM	F <sub>C</sub>	QM	F <sub>C</sub>
Bloco	7	0,260143	1,77	0,009542	1,16	0,392806	0,99	0,002035	15,94	0,001535	1,10
Tratamento	1	1,729225	11,75*	0,085556	10,40*	1,339806	3,38 <sup>ns</sup>	0,007656	59,96*	0,013806	9,92*
Erro	7	0,147211		0,008228		0,396078		0,000128		0,001392	

ns: não significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade.

**Tabela 33.** Resumo da análise da variância relativa ao acúmulo de macronutrientes na palha das espigas imaturas, Experimento 2.

FV	GL	----- N -----		----- P -----		----- K -----		----- Ca -----		----- Mg -----	
		QM	F <sub>C</sub>	QM	F <sub>C</sub>	QM	F <sub>C</sub>	QM	F <sub>C</sub>	QM	F <sub>C</sub>
Bloco	7	0,608549	1,33	0,220900	0,96	1,065885	1,13	0,001829	0,78	0,006928	0,93
Tratamento	1	5,990256	1,07*	0,220900	5,23 <sup>ns</sup>	5,772006	6,14*	0,032400	13,83*	0,035156	4,73 <sup>ns</sup>
Erro	7	0,458299		0,042214		0,940449		0,002343		0,007428	

ns: não significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade.

**Tabela 34.** Resumo da análise da variância relativa à produção de matéria seca dos pré-cultivos, Experimento 2.

FV	GL	----- Matéria seca -----	
		QM <sup>(1)</sup>	F <sub>C</sub> <sup>(1)</sup>
Bloco	7	0,1485637 E-2	2,11
Tratamento	2	0,6476881 E-1	92,18*
Erro	14	0,7026337 E-3	

<sup>(1)</sup>a partir de dados transformados em log(x).

\* significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade.

ns: não significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade.

**Tabela 35.** Resumo da análise da variância relativa ao acúmulo de macronutrientes na parte aérea dos pré-cultivos, Experimento 2.

FV	GL	----- N -----		----- P -----		----- K -----		----- Ca -----		----- Mg -----	
		QM	F <sub>C</sub>	QM	F <sub>C</sub>	QM	F <sub>C</sub>	QM	F <sub>C</sub>	QM	F <sub>C</sub>
Bloco	7	850,810952	1,88	6,704066	2,99	42,480104	0,96	35,516257	2,17	5,251476	0,75
Tratamento	2	51.102,902579	112,84*	83,595538	37,23*	819,354429	18,54*	2.990,814079	182,56*	111,254054	15,82*
Erro	14	452,895927		2,245280		44,195001		16,382184		7,031164	

\* significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade.

ns: não significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade.

**Tabela 36.** Resumo da análise da variância relativa à produtividade, matéria seca, número de folhas e área foliar da couve-folha, Experimento 2.

FV	GL	---Produtividade---		---- Matéria seca ----		-- Número de folhas--		---- Área foliar ----	
		QM	F <sub>C</sub>	QM	F <sub>C</sub>	QM	F <sub>C</sub>	QM	F <sub>C</sub>
Bloco	3	8,400460	0,74	0,070738	0,80	5,55694444 E+9	10,47	10,720383	0,39
Fator 1 (preparo do solo)	1	88,512004	7,81 <sup>ns</sup>	0,242004	2,74 <sup>ns</sup>	1,50000000 E+10	28,27*	243,843750	8,84 <sup>ns</sup>
Erro 1	3	11,327460		0,088160		530.555.555,555555		27,589606	
Fator 2 (pré-cultivo)	2	19,688750	1,80 <sup>ns</sup>	0,162079	1,62 <sup>ns</sup>	1,01354166 E+9	0,27 <sup>ns</sup>	54,905617	1,75 <sup>ns</sup>
Fator 1 x fator 2	2	0,840417	0,08 <sup>ns</sup>	0,055829	0,56 <sup>ns</sup>	2,64687500 E+9	0,72 <sup>ns</sup>	5,220650	0,17 <sup>ns</sup>
Erro 2	12	10,907389		0,100299		3,68854167 E+9		31,337628	

\* significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade.

ns: não significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade.

**Tabela 37.** Resumo da análise da variância relativa à produtividade de couve-folha em colheitas em que se identificou diferença significativa entre os tratamentos, Experimento 2.

FV	GL	---- 5ª colheita ----		---- 6ª colheita ----		---- 10ª colheita ----		---- 16ª colheita ----		---- 17ª colheita ----	
		QM	F <sub>C</sub>	QM	F <sub>C</sub>	QM	F <sub>C</sub>	QM	F <sub>C</sub>	QM	F <sub>C</sub>
Bloco	3	0,004749	0,28	0,040100	0,44	0,717894	18,54	0,027917	5,08	0,371072	9,73
Fator 1 (preparo do solo)	1	0,001204	0,07 <sup>ns</sup>	0,008817	0,10 <sup>ns</sup>	0,836267	21,60*	0,355267	64,60*	1,100817	28,88*
Erro 1	3	0,016649		0,090339		0,038722		0,005500		0,038117	
Fator2 (pré-cultivo)	2	0,168304	5,54*	0,168279	4,27*	0,094617	0,69 <sup>ns</sup>	0,022587	0,15 <sup>ns</sup>	0,061717	0,33 <sup>ns</sup>
Fator1 x fator 2	2	0,066829	2,20 <sup>ns</sup>	0,038879	0,99 <sup>ns</sup>	0,377867	2,78 <sup>ns</sup>	0,056279	0,37 <sup>ns</sup>	0,095317	0,51 <sup>ns</sup>
Erro 2	12	0,030378		0,039374		0,136042		0,149983		0,188428	

\* significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade.

ns: não significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade.

**Tabela 38.** Resumo da análise da variância relativa à área foliar específica da couve-folha em colheitas em que se identificou diferença significativa entre os tratamentos, Experimento 2.

FV	GL	---- 1ª colheita ----		---- 7ª colheita ----		---- 15ª colheita ----		---- 19ª colheita ----		---- 21ª colheita ----	
		QM	F <sub>C</sub>	QM	F <sub>C</sub>	QM	F <sub>C</sub>	QM	F <sub>C</sub>	QM	F <sub>C</sub>
Bloco	3	0,000058	5,84	0,000009	2,0	0,000007	9,07	0,000002	3,09	0,000016	20,72
Fator 1 (preparo do solo)	1	2,2620417 E-7	0,02 <sup>ns</sup>	8,36266667 E-7	0,19 <sup>ns</sup>	0,000022	29,38*	0,000017	23,35*	0,000016	21,35*
Erro 1	3	0,000010		0,000004		7,47037500 E-7		7,14548611 E-7		7,68848611 E-7	
Fator2 (pré-cultivo)	2	0,000054	4,21*	0,000004	7,31*	1,21537500 E-7	0,04	0,000001	0,34	0,000008	1,87
Fator1 x fator 2	2	0,000002	0,14 <sup>ns</sup>	3,16954167 E-7	0,61 <sup>ns</sup>	0,000009	2,54 <sup>ns</sup>	0,000005	1,24 <sup>ns</sup>	0,000006	1,60 <sup>ns</sup>
Erro 2	12	0,000013		5,17655556 E-7		0,000003		0,000004		0,000004	

\* significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade.

ns: não significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade.

**Tabela 39.** Resumo da análise da variância relativa ao acúmulo estimado de N na couve-folha, Experimento 2.

FV	GL	----- N -----	
		QM	F <sub>C</sub>
Bloco	3	125,894415	0,97
Fator 1 (preparo do solo)	1	1.217,662604	9,35*
Erro 1	3	130,163138	
Fator2 (pré-cultivo)	2	608,154017	2,82 <sup>ns</sup>
Fator1 x Fator 2	2	121,537617	0,56 <sup>ns</sup>
Erro 2	12	215,568222	

\* significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade.

ns: não significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade.

**Tabela 40.** Resumo da análise da variância relativa à fertilidade do solo, Experimento2.

FV	GL	-----pH -----		----- Ca+M -----		----- K -----		----- C -----	
		QM	F <sub>C</sub>	QM	F <sub>C</sub>	QM	F <sub>C</sub>	QM	F <sub>C</sub>
Bloco	3	0,040894	1,06	0,114861	0,08	1.047,375000	3,29	0,073626	1,78
Fator 1 (preparo do solo)	1	0,009113	0,24 <sup>ns</sup>	5,335556	3,74 <sup>ns</sup>	793,347222	2,49 <sup>ns</sup>	0,043022	1,04 <sup>ns</sup>
Erro 1	3	0,038453		1,425648		318,134259		0,041367	
Fator2 (pré-cultivo)	2	0,004039	1,12 <sup>ns</sup>	0,003229	0,02 <sup>ns</sup>	1.264,666667	2,17 <sup>ns</sup>	0,237476	3,73 <sup>ns</sup>
Erro 2	6	0,003598		0,159340		583,611111		0,063608	
Fator1 x fator 2	2	0,006817	0,84	0,255868	1,95	508,722222	0,80	0,203751	2,85
Fator 3 (época)	2	0,798610	98,71*	13,661250	103,95*	16.934,375000	26,80*	0,208289	2,91 <sup>ns</sup>
Fator 1 x fator 3	2	0,103738	12,82*	0,282222	2,15 <sup>ns</sup>	932,930556	1,48 <sup>ns</sup>	0,165756	2,32 <sup>ns</sup>
Fator 2 x fator 3	4	0,021831	2,7*	0,086354	0,66 <sup>ns</sup>	504,041667	0,80 <sup>ns</sup>	0,045706	0,64 <sup>ns</sup>
Fator 1 x fator 2 x fator 3	4	0,011567	1,43 <sup>ns</sup>	0,082535	0,63 <sup>ns</sup>	85,805556	0,14 <sup>ns</sup>	0,016010	0,22 <sup>ns</sup>
Erro 3	42	0,008090		0,131427		631,941799		0,071460	

\* significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade.

ns: não significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade.

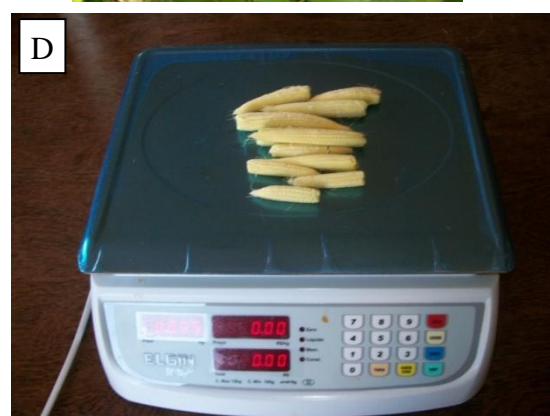
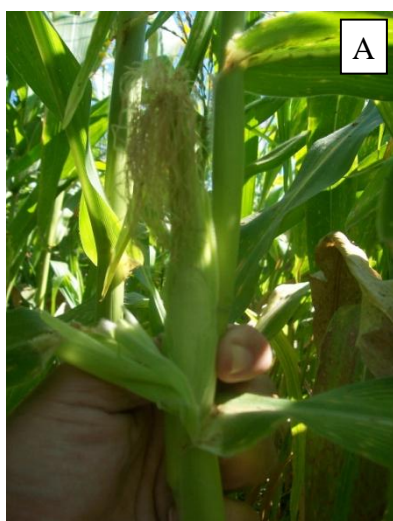


**Tabela 41.** Resultado de análise química de substratos utilizados na produção de mudas.

	pH	N	P	K	Ca	Mg
		----- g kg <sup>-1</sup> -----				
Substrato utilizado na produção de mudas de alface	6,98	17,80	3,54	4,00	12,20	4,60
Substrato utilizado na produção de mudas de couve-folha	6,86	17,50	4,56	2,63	14,35	5,75

**Tabela 42.** Resultado de análise química de esterco de curral utilizados na adubação de plantio.

	pH	N	P	K	Ca	Mg
		----- g kg <sup>-1</sup> -----				
Esterco utilizado na adubação de plantio da alface	6,02	11,00	2,16	7,00	6,90	2,40
Esterco utilizado na adubação de plantio da couve-folha	7,24	15,40	3,05	13,00	10,70	4,70



**Figura 15.** Espigas de minimilho: ponto de colheita (A e B) e pesagem com palha (C) e despalhadas (D).



**Figura 16.** Experimento 1: visão geral na fase de pré-cultivo (A), adubação de plantio com esterco de curral em covas abertas da palhada (B), transplântio das mudas de alface (C) e visão geral na fase de produção de alface (D).



**Figura 17.** Experimento 2: visão geral na fase de pré-cultivo (A), abertura de covas na palhada para plantio direto (B) e preparo do solo com enxada rotativa acoplada em microtrator para plantio convencional (C), adubação de plantio (D), visão geral da área preparada para o transplante das mudas (E), mudas de couve recém-transplantadas (F), visão geral na fase de produção de couve (G) e momento de colheita (H).