

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

**TESE**

**Utilização de *Flemingia macrophylla* como  
adubo verde na produção orgânica de hortaliças  
em sistema de aléias.**

**Alexandre Porto Salmi**

**2012**



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

**UTILIZAÇÃO DE *Flemingia macrophylla* COMO ADUBO  
VERDE NA PRODUÇÃO ORGÂNICA DE HORTALIÇAS EM  
SISTEMA DE ALÉIAS.**

**ALEXANDRE PORTO SALMI**

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

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

Tese submetida como requisito parcial para  
obtenção do grau de **Doutor em Ciências**, no  
curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, Área  
de Concentração em Agroecologia.

Seropédica, RJ  
Julho de 2012

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

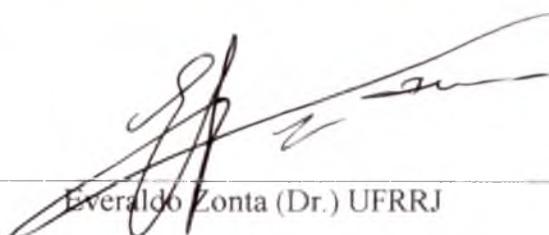
**ALEXANDRE PORTO SALMI**

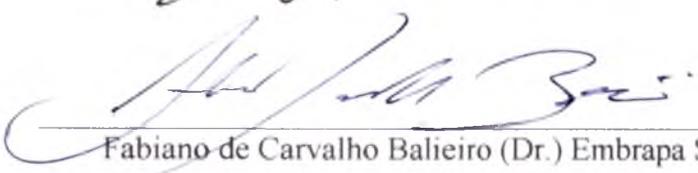
Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Ciências** no Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia.

TESE APROVADA EM 15/08/2012

  
Antônio Carlos de Souza Abboud (Ph.D.) UFRRJ  
(Orientador)

  
Ednaldo da Silva Araújo (Dr.) Embrapa Agrobiologia

  
Everaldo Zonta (Dr.) UFRRJ

  
Fabiano de Carvalho Balieiro (Dr.) Embrapa Solos

  
Raul de Lucena Duarte Ribeiro (Ph.D.) UFRRJ

631.874

S171u

T

Salmi, Alexandre Porto, 1981-

Utilização de *Flemingia macrophylla* como adubo verde na produção orgânica de hortaliças em sistema de aléias / Alexandre Porto Salmi - 2012.

86 f. : il.

Orientador: Antônio Carlos de Souza Abboud.

Tese(doutorado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia.

Bibliografia: f. 74-83.

1. Adubação verde - Teses. 2. Hortaliças - Adubos e fertilizantes - Teses. 3. Cultivos de cobertura - Teses. 4. 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.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, ao meu grande pai Carlos Augusto Salmi e minha super mãe Mercedes Guimarães Porto Salmi pelo apoio incondicional, ao meu querido irmão Gustavo Porto Salmi por ter colaborado com minha inserção no meio científico e por nossa amizade.

À CAPES pela concessão de bolsa de Doutorado.

Ao Dr. Antônio Carlos de Souza Abboud, pela confiança, amizade e orientação a mim dedicada.

Ao Dr. José Guilherme Marinho Guerra, por sempre incentivar e apoiar, a realização das atividades conduzidas durante toda essa caminhada.

Aos doutores: Segundo Urquiaga, Ednaldo da Silva Araújo, Maria Elisabeth Faria Correia, Janaína Rows, Raul de Lucena Duarte Ribeiro, por todo apoio prestado.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e ao Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, pelos mestres e suas contribuições ao conhecimento científico.

Aos técnicos e funcionários da Embrapa Agrobiologia, pelo auxílio na execução dos trabalhos experimentais, tanto de campo quanto laboratoriais, em especial ao pessoal da “Fazendinha Agroecológica do KM 47” e do “Terraço”.

Aos amigos Rafael Fiúza de Moraes e Diego Campana Loureiro, pelo apoio prestado no decorrer dos trabalhos.

A todas as amizades sinceras que fiz e a todas as pessoas que me fortaleceram em todos esses anos de garra na UFRRJ.

E a todos que, de alguma forma me ajudaram a conduzir com sucesso este trabalho de tese, conquistando o título de Doutor em Ciências.

## **BIOGRAFIA DO AUTOR**

**Alexandre Porto Salmi**, nascido em 10 de novembro de 1981 na cidade de Lorena - São Paulo, filho de Carlos Augusto Salmi e Mercedes Guimarães Porto Salmi, irmão de Gustavo Porto Salmi, iniciou e concluiu o primeiro grau no Colégio Fênix, e concluiu o segundo grau em 1999, no mesmo Colégio, em Guaratinguetá-SP.

Ingressou na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro em abril de 2000, onde se graduou em Engenharia Agrônômica em maio de 2006.

Concluiu o Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, em nível de Mestrado, na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro em julho de 2008, na área de concentração em Agroecologia, sendo bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Iniciou o Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, em nível de Doutorado, na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro em agosto de 2008, vindo a concluí-lo no presente ano.

Efetivou-se por meio de concurso público, como Engenheiro Agrônomo da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, desde o ano de 2011, sendo lotado no Jardim Botânico da UFRRJ.

*“Filhotinho pequenininho  
que não vai além do ninho.  
Filhotinho pequenininho  
vai agora e vai sozinho.  
Vai rompendo a escuridão,  
com amor no pensamento,  
sem medo no coração...”*

## RESUMO GERAL

SALMI, Alexandre Porto. **Utilização de *Flemingia macrophylla* para adubação verde no cultivo orgânico de hortaliças em sistema de aléias**. 2012. 86p. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2012.

Atualmente, devido ao aumento da pressão sobre os recursos naturais, sobretudo o solo e sua cobertura vegetal, o desafio à produção de alimentos é a busca por sistemas de produção agrícola adaptados localmente, de tal forma que a dependência de insumos externos e de recursos naturais não-renováveis seja mínima. As técnicas utilizadas em agricultura alternativa buscam mobilizar harmoniosamente todos os recursos disponíveis na unidade de produção, com base na ciclagem de nutrientes e maximização do uso de insumos gerados *in loco*. Dentre as diversas práticas, merece destaque a adubação verde, que consiste na utilização de plantas em rotação ou consórcio com as culturas de interesse econômico. Tais plantas podem ser incorporadas ao solo ou roçadas e mantidas na superfície, proporcionando, em geral, uma melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo. Nessa ótica é que se pensou em utilizar a espécie *Flemingia macrophylla* em sistema de cultivo em aléias consorciadas com hortaliças, neste caso alface, chicória e rúcula. Foram avaliados vários aspectos agronômicos da espécie, a fim de, possibilitar a adequação de seu manejo fitotécnico ao ser consorciada com essas culturas. Para tanto uma das ações experimentais realizadas foi à avaliação da capacidade da rebrota de flemingia, por meio da implantação de diferentes alturas de corte (0,0 m; 0,3 m; 0,6 m; 1,2 m do nível do solo). Os tratamentos foram impostos em plantas que se encontravam com um ano de desenvolvimento no campo. O tempo de avaliação foi de dois anos, possibilitando realização de oito cortes, onde quantificou-se a matéria seca e os teores de nitrogênio da parte aérea de flemingia e parâmetros biométricos como altura, diâmetro do caule e número de ramificações. O corte mais alto favoreceu a produção de biomassa, que reduziu à medida que altura de corte diminuiu, para todas as épocas de corte. Essa mesma tendência foi observada para acumulação de nitrogênio na parte aérea da rebrota. Outra ação experimental realizada foi à avaliação da dinâmica de decomposição e liberação de nutrientes da parte aérea de flemingia, associada à atividade da fauna edáfica. Para essa quantificação, utilizou-se bolsas *litter bags* contendo, os três diferentes tratamentos adotados: folha, caule e caule+folha. Tais bolsas foram inseridas no campo simultaneamente e, ao longo do tempo foram retiradas para pesagem e, após secas e moídas, encaminhadas para avaliação dos teores dos nutrientes N, P, K, Ca e Mg. Por meio de *Funis de Berleese* instalados em um armário com lâmpadas dispostas acima dos mesmos, coletaram-se em frascos localizados abaixo dos funis, os invertebrados que colonizavam o material remanescente que, posteriormente foi triado no Laboratório de Fauna do Solo da Embrapa Agrobiologia. Observou-se uma correlação positiva entre a presença desses animais na biomassa remanescente e o processo de decomposição e liberação de nutrientes da parte aérea de flemingia. A ação experimental que utiliza flemingia em um sistema de cultivo em aléias foi realizada na “Fazendinha Agroecológica do KM 47” no

ano de 2010, onde aléias constituídas por flemingia pré-estabelecidas foram consorciadas com alface, chicória e rúcula. Aplicaram-se diferentes tratamentos nas aléias de flemingia, a saber: testemunha (ausência de aléias); corte a 1,2 m com deposição da palhada sobre os canteiros; ausência de corte ( $\pm 3,5$  m de altura) e avaliou-se parâmetros de produção como diâmetro, matéria fresca, matéria seca e número de folhas. Neste mesmo experimento avaliou-se a transferência de nitrogênio da palhada de flemingia para as hortaliças por meio da técnica da diluição isotópica de  $^{15}\text{N}$ . Avaliou-se a incidência de plantas espontâneas para os diferentes tratamentos adotados. A contribuição da palhada de flemingia na nutrição nitrogenada das hortaliças foi observada desde o plantio até a colheita e complementa as necessidades nutricionais das hortaliças avaliadas. Em relação aos parâmetros de produção, observou-se que na testemunha foram superiores aos demais tratamentos, sendo seguido do corte a 1,2 m com deposição da palhada sobre os canteiros e posteriormente pela ausência de corte. Esse comportamento reflete a limitação da incidência luminosa sobre o dossel das hortaliças, sendo que à medida que se sombreou mais o dossel, os parâmetros de produção foram reduzidos. A palhada de flemingia forma uma excelente cobertura morta, o que evita o surgimento de plantas indesejadas nos canteiros cultivados com hortaliças. Desta forma, no ano de 2011 novamente foi realizado o cultivo em aléias de flemingia, porém, substituiu-se o tratamento com corte 1,2 m nas faixas para um corte mais baixo, correspondente a 0,6 m de altura, possibilitando maior entrada de luz no dossel das hortaliças. Tal adequação no manejo fitotécnico, resultou em ganhos nos parâmetros de produção, e em alguns casos onde não houve adubação de cobertura o corte a 0,6 m de altura superou o tratamento testemunha. Os dados do presente trabalho demonstram que a espécie *Flemingia macrophylla* mostra-se como uma excelente alternativa de adubo verde para ser incluída em sistema orgânico de cultivo em aléias na produção de hortaliças.

## GENERAL ABSTRACT

SALMI, Alexandre. **Use of *Flemingia macrophylla* as a green manure for vegetable production under alley cropping**. 2012. 86p. Thesis (PhD in plant science). Institute of Agronomy, plant science Department, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2012.

The recent increased pressure on natural resources, especially soil and vegetation cover, calls for locally based food production systems. The dependence on external inputs and non-renewable natural resources is then diminished. The practices used in alternative agricultural systems pursue the harmonious combination of all available resources such as nutrient cycling and maximal use of *in situ* generated inputs. Among various practices available, green manuring, which is defined by the use of legumes or other plant species in rotation or intercropped, deserves attention. Such plants may be incorporated into the soil or mowed and kept on the soil surface, providing improvement on the physical, chemical and biological characteristics of soils. Hence, the objective of this research was to use the legume *Flemingia macrophylla* under an alley cropping system to grow lettuce, chicory and arugula. The experiments dealt with various agronomic aspects of flemingia to facilitate its inclusion on the crop system proposed. First, the evaluation of flemingia regrowth capacity was studied after cutting at different heights from ground level (0.0 m; 0.3 m; 0.6 m; 1.2 m). The treatments were imposed on one year old plants. This trial lasted for two years, enough time to accomplish eight cuttings. Dry matter and nitrogen content of the shoots of flemingia, as well as biometric variables such as height, stem diameter, and number of branches were determined. The highest cutting height (1.2 m) maximized biomass production, at all cutting dates. This same trend was observed for nitrogen accumulation. Decomposition dynamics and nutrient release from the shoots of flemingia were also studied along with the composition of invertebrates present during the process. Litter bags containing three different flemingia parts were used: leaves, stems and stems + leaves. Bags were set in the field and collected over time to determine moisture and levels of N, P, K, Ca and Mg. Invertebrate composition was determined by placing plant biomass in Berlese funnels installed in a closet set with lamps placed above, collected in jars located below the funnels and sorted under stereoscopic microscope. Subsequently, an alley cropping system was designed to test the production of lettuce, chicory and arugula. The system consisted of a control without flemingia, rows of flemingia cut at 1.2 m followed by mowing and rows of flemingia with no cutting. Nitrogen transfer from flemingia to the vegetables was estimated by isotopic dilution technique of <sup>15</sup>. The incidence of spontaneous plants was also assessed. Contribution of N from flemingia to the vegetables was verified. Generally, yield components in vegetables were superior on the control plots. Cutting flemingia at 1.2 m and depositing its biomass was better for vegetable yields than not cutting flemingia. This trend reflects the limitation of light incidence on the canopy of vegetables. Flemingia formed excellent mulch, which prevented the emergence of unwanted plants on the vegetable crops. The following year, the experiment was repeated at the same area, but replacing the cutting at 1.2 m to

0.6 m, so allowing more light into the canopy. Such adjustment resulted in gains in vegetable production. The data shows that the *Flemingia macrophylla* as a promising green manure to be included in vegetable organic systems.

## SUMÁRIO

1. OBJETIVO GERAL.....	17
2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	18
3. INTRODUÇÃO GERAL .....	19
4. CAPÍTULO I - AVALIAÇÃO AGRONÔMICA DA REBROTA, DINÂMICA DE DECOMPOSIÇÃO ASSOCIADA À FAUNA EDÁFICA E LIBERAÇÃO DE NUTRIENTES DA PARTE AÉREA DE <i>Flemingia macrophylla</i> .....	20
5. Resumo .....	21
6. Abstract.....	22
7. Introdução .....	23
8. MATERIAL E MÉTODOS.....	25
8.1 Caracterização e delineamento experimental .....	25
8.1.1 Avaliação agronômica da capacidade de rebrota de flemingia .....	25
8.1.2 Dinâmica de decomposição e liberação dos nutrientes: N, P, K, Ca e Mg .....	27
8.1.3 Avaliação da fauna edáfica na dinâmica de decomposição.....	28
9. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	30
9.1 Quantificação da biomassa da rebrota da parte aérea de flemingia.....	30
9.1.1 Acumulação de Nitrogênio na parte aérea de flemingia.....	35
9.2 Dinâmica de decomposição e liberação de nutrientes de flemingia.....	37
9.2.1 Nitrogênio .....	39
9.2.2 Fósforo.....	40
9.2.3 Potássio .....	41
9.2.4 Cálcio.....	41
9.2.5 Magnésio .....	41
9.3 Influência da comunidade da fauna edáfica na dinâmica de decomposição .....	44
9.4 Utilização de flemingia como lenha em pequena escala .....	46

10. CAPÍTULO II - CONTRIBUIÇÃO DE <i>Flemingia macrophylla</i> COMO ADUBO VERDE NA PRODUÇÃO DE ALFACE, CHICÓRIA E RÚCULA SOB MANEJO ORGÂNICO EM SISTEMA DE CULTIVO EM ALÉIAS.....	48
11. Resumo .....	49
12. Abstract.....	50
13. Introdução.....	51
14. MATERIAIS E MÉTODOS.....	53
14.1 Caracterização geral da área de estudo.....	53
14.2 Variáveis agronômicas avaliadas nas hortaliças.....	54
14.3 Estudo sobre a transferência de nitrogênio (N) (diluição isotópica de <sup>15</sup> N).....	55
15. Resultados e Discussão.....	56
15.1 Desempenho agronômico das hortaliças: alface, chicória e rúcula .....	56
15.1.1 Cultivo no ano de 2010.....	56
15.1.3 Cultivo no ano de 2011.....	63
15.2 Influência da flemingia na comunidade de plantas de ocorrência espontânea .....	69
16. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	72
17. CONCLUSÕES .....	73
18. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	74
19. ANEXOS .....	84

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Análise da fertilidade do solo da área experimental nas camadas de 0-20 e 20-40 cm de profundidade. Terraço, Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ, 2006.....	25
Tabela 2. Atributos mensurados antes dos oito cortes realizados para as três alturas de corte aplicadas durante a condução do experimento.....	34
Tabela 3. Teores de nitrogênio da parte aérea de flemingia nas oito épocas para as três alturas de corte, aplicadas durante a condução do experimento.....	36
Tabela 4. Quantidade de matéria seca e nitrogênio, acumulados em diferentes épocas e alturas de corte.....	37

Tabela 5. Parâmetros da função $C=C_0e^{-kt}$ , tempo de meia vida ( $T_{1/2}$ ) da taxa de liberação de C contido nos resíduos vegetais de flemingia, e equação de decomposição, em função dos tratamentos adotados.....	38
Tabela 6. Concentração inicial de nutrientes na folha, caule e caule+folha da parte aérea de flemingia inseridos nas bolsas “litter bags”.....	39
Tabela 7. Caracterização química da parte aérea de flemingia.....	39
Tabela 8. Parâmetros da função $C=C_0e^{-kt}$ , tempo de meia vida ( $T_{1/2}$ ) da taxa de liberação de N, P, K, Ca e Mg contidos nos resíduos vegetais de flemingia.....	43
Tabela 9. Índices ecológicos da fauna epígea associada à dinâmica de decomposição da parte aérea de flemingia durante a condução do experimento. Seropédica/RJ - 2010....	46
Tabela 10. Caracterização e composição do terço inferior do caule de flemingia.....	47
Tabela 11. Caracterização química do substrato utilizado na produção das mudas das hortaliças avaliadas.....	53
Tabela 12. Produção de matéria seca das hortaliças, quantidade de átomos de $^{15}\text{N}$ em excesso e percentagem de nitrogênio derivado da adubação verde (% <i>NdAV</i> ).....	63

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista geral do experimento com 150 dias após início dos cortes. ....	26
Figura 2. Variação anual da precipitação pluviométrica (mm) e temperatura média do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ), durante o período do experimento. (Fonte: <a href="http://www.inmet.gov.br/sonabra/maps/automaticas.php">www.inmet.gov.br/sonabra/maps/automaticas.php</a> : Seropédica KM 47). ....	27
Figura 3. Detalhe das bolsas de decomposição “litter bags” na superfície do solo e o croqui experimental. ....	28
Figura 4. Detalhe do funil de <i>Berlese-Tullgren</i> e um armário com uma série de funis. ....	29
Figura 5. Evolução da produção de matéria seca aérea de <i>Flemingia macrophylla</i> a partir do corte inicial em diferentes épocas e alturas de corte.....	33
Figura 6. Quantificação da biomassa de folha e caule de <i>Flemingia macrophylla</i> em diferentes épocas e alturas de corte. ....	36

Figura 7. Evolução da acumulação de nitrogênio da parte aérea de <i>Flemingia macrophylla</i> em diferentes épocas e alturas de corte. ....	38
Figura 8. Taxa média de decomposição da biomassa de caule, folha e caule+folha de <i>Flemingia macrophylla</i> , depois de depositada na superfície do solo .....	38
Figura 9. Taxa de mineralização dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg da biomassa aérea de <i>Flemingia macrophylla</i> ao longo de cinco meses de condução do experimento. ....	42
Figura 10. Distribuição relativa das comunidades de fauna epígea associada à decomposição da parte aérea da espécie <i>Flemingia macrophylla</i> nas diferentes épocas de avaliação. ....	45
Figura 11. Irradiação média interceptada ao nível do solo no ciclo de 2010, em função dos tratamentos adotados nas faixas de flemingia.....	56
Figura 12. Temperatura média detectada ao nível do solo (A) e a 20 cm de profundidade (B), em função dos tratamentos adotados nas faixas de flemingia.....	60
Figura 13. Quantificação das variáveis de produtividade: matéria seca (g); número de folhas; diâmetro (cm) e matéria fresca em alface, avaliadas após a colheita.. ....	61
Figura 14. Quantificação das variáveis de produtividade: matéria seca (g); número de folhas; diâmetro (cm) e matéria fresca em chicória, avaliadas após a colheita.....	61
Figura 15. Quantificação das variáveis de produtividade: matéria seca (g); número de folhas; diâmetro (cm) e matéria fresca em rúcula, avaliadas após a colheita.....	64
Figura 16. Irradiação média interceptada ao nível do solo no ciclo de 2011, em função dos tratamentos adotados nas faixas de flemingia.....	68
Figura 17. Quantificação das variáveis de produtividade: matéria seca (g); número de folhas; diâmetro (cm) e matéria fresca em alface, avaliadas após a colheita.. ....	61
Figura 18. Quantificação das variáveis de produtividade: matéria seca (g); número de folhas; diâmetro (cm) e matéria fresca em chicória, avaliadas após a colheita.....	61
Figura 19. Quantificação das variáveis de produtividade: matéria seca (g); número de folhas; diâmetro (cm) e matéria fresca em rúcula, avaliadas após a colheita.....	69
Figura 20. Biomassa das plantas de ocorrência espontânea associadas aos tratamentos das aléias de flemingia aos 15 dias após plantio das hortaliças. (A) Matéria seca em gramas; (B) Matéria seca em kg ha <sup>-1</sup> .....	71

Figura 21. Croqui do experimento realizado para avaliação da capacidade de rebrota de flemingia.....	84
Figura 22. Croqui do experimento realizado na “Fazendinha Agroecológica do KM 47” em sistema de cultivo em aléias de flemingia. Seropédica-RJ, 2010.....	85
Figura 23. A esquerda detalhe da rebrota do corte a 0,0 m e ao fundo o corte a 0,3 m de altura. À direita detalhe da rebrota do corte a 0,6 m e ao fundo o corte a 1,2 m de altura. Seropédica - RJ, 2008.....	85
Figura 24. À esquerda cultivo em aléias de flemingia em consórcio com hortaliças cultivadas no ano de 2010. À direita cultivo em aléias de flemingia em consórcio com hortaliças cultivadas no ano de 2011. Seropédica - RJ.....	86

## **1. OBJETIVO GERAL**

O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de *Flemingia macrophylla* como adubo verde no desempenho agronômico da alface (*Lactuca sativa* L.), chicória (*Chicorium indivia* L.) e rúcula (*Eruca vesicaria sativa* (Mill) Thell) no sistema de cultivo em aléias sob manejo orgânico.

## 2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Avaliar a capacidade de produção de biomassa proveniente da rebrota de *Flemingia macrophylla*, submetida a diferentes alturas de corte em épocas distintas;
2. Avaliar a dinâmica de decomposição e liberação de nutrientes pelos resíduos de parte aérea de *Flemingia macrophylla*;
3. Avaliar o efeito do sistema de cultivo em aléias de *Flemingia macrophylla* na produtividade de alface (*Lactuca sativa* L.), chicória (*Chicorium indivia* L.) e rúcula (*Eruca vesicaria sativa* (Mill) Thell) em manejo orgânico de produção;
4. Avaliar aspectos relacionados à transferência de nitrogênio que *Flemingia macrophylla* é capaz de realizar neste tipo de consórcio.

### 3. INTRODUÇÃO GERAL

Nas últimas décadas observa-se um aumento na procura de alimentos isentos de resíduos agroquímicos por consumidores de todo o mundo. A busca de uma dieta saudável faz aumentar o consumo *per capita* de alimentos orgânicos. A área mundial sob cultivo orgânico é de 31 milhões de hectares, sendo o Brasil um dos principais produtores. A agricultura orgânica no Brasil apresenta um crescimento estimado de 30% ao ano e potencial para atingir mais de 3 milhões de hectares em 2012. Diante deste cenário destaca-se a produção de hortaliças orgânicas. Em geral o cultivo de hortaliças é feito, em pequenos estabelecimentos rurais com características de produção familiar, mas com nível avançado de utilização de tecnologias industrializadas, notadamente fertilizantes sintéticos concentrados e agrotóxicos. Na medida em que cresce o nível de consciência do consumidor, o mercado torna-se mais exigente, ampliando as oportunidades para os agricultores. Neste contexto, a demanda de alimentos produzidos sem uso de agrotóxicos faz da olericultura orgânica uma atraente opção econômica e ecológica.

O incentivo a um modelo de atividade agrícola que respeite os preceitos ecológicos pode conferir sustentabilidade às unidades de produção, com impacto direto nas migrações internas, redução de riscos de intoxicação de trabalhadores rurais e da contaminação dos mananciais hídricos, contribuindo para conservação da fertilidade natural dos solos e ofertando produtos mais saudáveis para a sociedade. Resultados experimentais têm demonstrado os benefícios de adubos verdes no cultivo orgânico de diversas hortaliças. As técnicas de adubação verde são fundamentais para o manejo da fertilidade do solo nas unidades de produção orgânica, porém, ainda de uso restrito nas unidades familiares dedicadas a produção de hortaliças. O cultivo de plantas para adubação verde confere certa autonomia ao agricultor em relação à disponibilidade de matéria orgânica. Destacam-se para esse fim o uso de plantas da família das leguminosas. Tais plantas formam associações simbióticas com bactérias diazotróficas fixadoras de N<sub>2</sub> atmosférico, elemento limitante nas unidades de produção orgânica, haja vista, a não permissividade do uso de fertilizantes sintéticos, segundo a lei federal n. 23831/2003, a chamada “lei dos orgânicos”, promulgada pelo Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (IN n° 64/2008 e IN n° 17/2009).

A leguminosa *Flemingia macrophylla* é uma planta pouco conhecida e estudada no Brasil, carecendo de informações técnico-científicas. É uma espécie que exhibe certo grau de tolerância a seca, apresentando potencial para ser utilizada em diversos sistemas de produção agrícola como adubo verde, formadora de faixas para o cultivo em aléias, fonte de cobertura morta e ainda na alimentação animal. Face ao reportado, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de *Flemingia macrophylla* como adubo verde no desempenho agrônômico da alface, chicória e rúcula no sistema de cultivo em aléias sob manejo orgânico.

#### 4. CAPÍTULO I

AVALIAÇÃO AGRONÔMICA DA REBROTA, DINÂMICA DE DECOMPOSIÇÃO ASSOCIADA À FAUNA EDÁFICA E LIBERAÇÃO DE NUTRIENTES DA PARTE AÉREA DE *Flemingia macrophylla*.

## 5. RESUMO

*Flemingia macrophylla* é uma leguminosa arbustiva de origem asiática, pouco explorada e utilizada no Brasil. A literatura destaca seu elevado potencial em diferentes sistemas agroflorestais em várias regiões tropicais do mundo. Este potencial tem sido demonstrado em nossas condições, tendo sido por isso escolhida esta espécie para estudo. Dentre os objetivos deste estudo, destaca-se a avaliação da rebrota de flemíngia cultivada em faixas, a quantificação da acumulação de nitrogênio na parte aérea, bem como a avaliação da dinâmica de decomposição de liberação de nutrientes da folha, do caule e da combinação de caule+folha. Para tanto, foi avaliada a capacidade da rebrota de flemíngia após cortes em diferentes alturas (0,0 m; 0,3 m; 0,6 m; 1,2 m do nível do solo em plantas de um ano de idade. O tempo de avaliação foi de dois anos, com a realização de nove cortes, onde quantificou-se a matéria seca e os teores de nitrogênio da parte aérea de flemíngia e parâmetros biométricos como altura, diâmetro do caule e número de ramificações. Observou-se que a flemíngia apresenta excelente capacidade em rebrotar: o corte a 1,2 m chegou a produzir 34 Mg MS ha<sup>-1</sup>, equivalendo a 804 kg N ha<sup>-1</sup> e superando os demais tratamentos como o corte a 0,6 m de altura que chegou a produzir 29 Mg MS ha<sup>-1</sup> e acumulou 691 kg N ha<sup>-1</sup>; o corte a 0,3 m que produziu 18 Mg MS ha<sup>-1</sup> acumulando cerca de 329 kg N ha<sup>-1</sup> e por fim, o corte ao nível do solo que produziu 16 Mg MS ha<sup>-1</sup> com acúmulo de 211 kg N ha<sup>-1</sup>. O tempo de meia vida (T<sub>1/2</sub>) da decomposição foi de 91, 95 e 97 dias para folha, caule e caule+folha, respectivamente. Quanto à liberação de nutrientes, observou-se tempo de meia vida (T<sub>1/2</sub>) para liberação de nitrogênio nas folhas de 116 dias, no caule de 102 dias e na relação caule+folha, de 99 dias. A liberação de N ocorreu de forma mais pronunciada até os primeiros 15 dias. O T<sub>1/2</sub> para liberação de fósforo na folha foi de 81 dias, para caule de 80 dias e para caule+folha de 67 dias. Os três tratamentos apresentaram comportamento semelhante na liberação de potássio, sendo que o T<sub>1/2</sub> na liberação de K para folha foi de 21 dias, de 40 dias para o caule e de 19 dias para caule+folha. Para cálcio o T<sub>1/2</sub> para folha foi de 235 dias, para o caule de 163 dias e para caule+folha de 168 dias. Para o magnésio o T<sub>1/2</sub> foi de 136 dias para folha, de 159 dias para caule e de 152 dias para caule+folha. A abundância da fauna edáfica mostrou-se intensa nas primeiras avaliações, onde o número total de indivíduos por metro quadrado passou de 500, declinando nas coletas posteriores, provavelmente devido à escassez de alimento e nutrientes, diminuindo a possibilidade de habitat aos invertebrados.

**Palavras-chave:** leguminosa, rebrota, liberação de nutriente.

## 6. ABSTRACT

*Flemingia macrophylla* is an underexploited shrubby legume of Asian origin. The literature highlights its high potential for different agroforestry systems in many tropical regions of the world. This potential has been shown under Brazilian conditions which led this study to be conducted. The present study focuses on the evaluation of the regrowth after nine sequential cuttings on flemingia. Biomass production and nitrogen accumulation was evaluated. The dynamics of nutrient release from decomposing leaves stems and stems + leaves were assessed. The evaluation of flemingia regrowth was performed after cutting at different heights from ground level (0.0 m; 0.3 m; 0.6 m; 1.2 m). The treatments were imposed on one year old plants. This trial lasted for two years, enough time to accomplish nine cuttings. Dry matter and nitrogen content of the shoots of flemingia, as well as biometric variables such as height, stem diameter, and number of branches were determined. The highest cutting height (1.2 m) maximized biomass production, at all cutting dates. This same trend was observed for nitrogen accumulation. Up to 34 Mg DM ha<sup>-1</sup> were measured in eight cuttings, at 1.2 m cutting height, the equivalent to 804 kg N ha<sup>-1</sup>, outperforming the 0.6 m cutting which yielded 29 Mg DM ha<sup>-1</sup> and 691 kg N ha<sup>-1</sup>; the 0.3 m cutting treatment yielded 18 Mg DM ha<sup>-1</sup> and accumulated 329 kg N ha<sup>-1</sup>; finally, cutting at ground level, yielded 16 Mg DM ha<sup>-1</sup> with accumulation of 211 kg N ha<sup>-1</sup>. Decomposition dynamics and nutrient release from the shoots of flemingia were also studied along with the composition of invertebrates present during the process. Litter bags containing three different flemingia parts were used: leaves, stems and stems + leaves. Bags were set in the field and collected over time to determine moisture and levels of N, P, K, Ca and Mg. Invertebrate composition was determined by placing plant biomass in Berlese funnels installed in a closet set with lamps placed above, collected in jars located below the funnels and sorted under stereoscopic microscope. The half-life time ( $T_{1/2}$ ) of the decomposition was 91, 95 and 97 days for leaves, stems and stems + leaves, respectively. The nutrient release study indicated half-life ( $T_{1/2}$ ) of 116 days for release of nitrogen for leaves, 102 days for stems and 99 days for stems + leaves. The release of N was more pronounced on the first 15 days. The  $T_{1/2}$  for phosphorus was 81 days for leaves, 80 days for stems and 67 days for stems + leaves. The three cutting treatments showed similar behavior in potassium release, and  $T_{1/2}$  on the release of K for 21 days for leaves, 40 days for stems and 19 days to stems + leaves. For calcium,  $T_{1/2}$  was 235 days for leaves, 163 days for stems and 168 days for stems + leaves. For magnesium  $T_{1/2}$  was 136 days for leaves, 159 days for stems and 152 days for stems + leaves. Arthropod abundance was high in early evaluations, with total number of individuals per square meter of 500, declining in later samplings, probably due to the scarcity of food and nutrients, decreasing the possibility of habitat for invertebrates.

**Keywords:** legumes, regrowth, nutrient release

## 7. INTRODUÇÃO

A espécie *Flemingia macrophylla*, leguminosa fixadora de  $N_2$ , tem se mostrado uma excelente alternativa de leguminosa para inclusão em diversos sistemas de cultivo. Apresenta porte arbustivo e é uma planta perene com excelente capacidade de produção de biomassa (ANDERSSON et al., 2006). Essas características são desejáveis nos sistemas de consórcio em aléias, ou seja, onde o plantio em faixas intercalares da leguminosa são podadas periodicamente, com o intuito de favorecer o desempenho das culturas consorciadas pela decomposição da biomassa podada (YAMOA et al., 1986b; LAMÔNICA, 2008). Essa prática de adubação verde tende a minimizar o uso de insumos provenientes de fora da propriedade, resultando vantagem econômica, especialmente para agricultores com menos recursos. A leguminosa flemingia é capaz de produzir anualmente mais de  $15 \text{ Mg ha}^{-1}$  de matéria seca, incorporando ao sistema algo em torno de  $320 \text{ kg ha}^{-1}$  de N (BRASIL, 1992; SALMI, 2008). Com a crescente demanda de tecnologias que utilizam insumos biológicos com recursos locais, passou a ser ainda mais importante conhecer a produtividade de biomassa e os seus teores de N, P, K, Ca, Mg, entre outros elementos, bem como a dinâmica de decomposição e a liberação desses nutrientes ao solo, de diversas espécies de leguminosas. Dessa forma é possível adequar o manejo da leguminosa, a fim de sincronizar a disponibilidade de nutrientes com a necessidade da cultura consorciada. Já se conhece a dinâmica de decomposição de nutrientes de muitas leguminosas usadas como adubo verde, sobretudo as anuais. Essas podem ter taxas de decomposição muito altas e tempo de meia vida curtos (COELHO et al., 2006; MOREIRA, 2008; COSTA et al., 2012). É possível que espécies perenes e arbustivas como a flemingia tenham taxas mais lentas de decomposição, o que poderia favorecer o sincronismo de forma mais eficiente com a demanda de nutrientes de várias culturas. Este processo dinâmico é também relacionado à fauna edáfica presente no sistema. Sabe-se que os animais detritívoros desempenham um papel chave na fragmentação da serrapilheira (GILLER, 1996). O solo é o habitat natural para uma grande variedade de organismos, tanto microrganismos, quanto animais invertebrados. Estes pequenos animais compreendem diversas ordens de insetos e outros artrópodos que atuam de maneira indireta na ciclagem de nutrientes através da ingestão de bactérias e fungos. A fauna do solo e os processos de decomposição têm impacto sobre a distribuição, redistribuição e disponibilização de muitos nutrientes e, portanto, sobre os estímulos às respostas dos vegetais (BARDGETT et al., 1999). Este conjunto de organismos, apesar de extremamente dependente da umidade do solo, são terrestres e as atividades tróficas destes animais incluem tanto o consumo de microrganismos, como também a fragmentação do material vegetal em decomposição (FÖRSTER et al., 2009; CORREIA, 2002). Face ao exposto, o presente trabalho tem como objetivo quantificar a biomassa da rebrota e o acúmulo de nitrogênio em diferentes alturas de corte em podas sucessivas, avaliar a dinâmica de decomposição e

liberação de nutrientes do resíduo vegetal da parte aérea da espécie *Flemingia macrophylla* e sua relação com a atividade da fauna edáfica.

## 8. MATERIAL E MÉTODOS

### 8.1 Caracterização e delineamento experimental

#### 8.1.1 Avaliação agrônômica da capacidade de rebrota de flemingia

O experimento foi realizado na Embrapa Agrobiologia, em uma área experimental denominada de “Terraço” (Anexo-Figura 23). Antes do semeio realizou-se uma seleção, onde sementes defeituosas ou com injúrias, foram retiradas do lote semeado em bandejas de isopor. O semeio foi realizado em outubro de 2006, no “Terraço”, sob casa de vegetação, em bandejas de isopor de 72 células com duas sementes por célula. Procedeu-se a irrigação por microaspersores, e as mudas irrigadas duas vezes ao dia. Devido à falta de homogeneidade na germinação, se efetuou um ressemeio após vinte dias da primeira semeadura, adicionando duas sementes nas células onde não houve emergência das plântulas. Neste caso o tratamento pré-germinativo realizado, foi imersão por 20 minutos em ácido sulfúrico (95%), com objetivo de buscar uma maior germinação (SALMI et al., 2008). As mudas foram plantadas no dia 12 de dezembro de 2006, espaçadas 2,0m x 0,5m, formando um talhão de 34 m x 32 m, em uma área total de 1088 m<sup>2</sup> e área útil de 630 m<sup>2</sup> (Figura 21) em um Planossolo Háptico. Com base na análise da terra (Tabela 1) a adubação realizada no plantio foi de 60 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> e 40 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>, como fontes foram utilizados o fosfato de rocha (17,5% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total) e sulfato de potássio (50% de K<sub>2</sub>O), respectivamente.

**Tabela 2.** Análise da fertilidade do solo da área experimental nas camadas de 0-20 e 20-40 cm de profundidade. Terraço, Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ, 2006.

Profund.	Na	Ca	Mg	H+Al	Al	pH <sub>água</sub>	Corg	P	K
(cm)	-----		Cmol <sub>c</sub> / dm <sup>3</sup>	-----		1:2,5	%	----- mg/L -----	
0-20	0,008	1,3	1	2,6	0,0	5,6	1,29	5	37
20-40	0	0,9	0,7	1,8	0,3	5,3	0,79	3	7

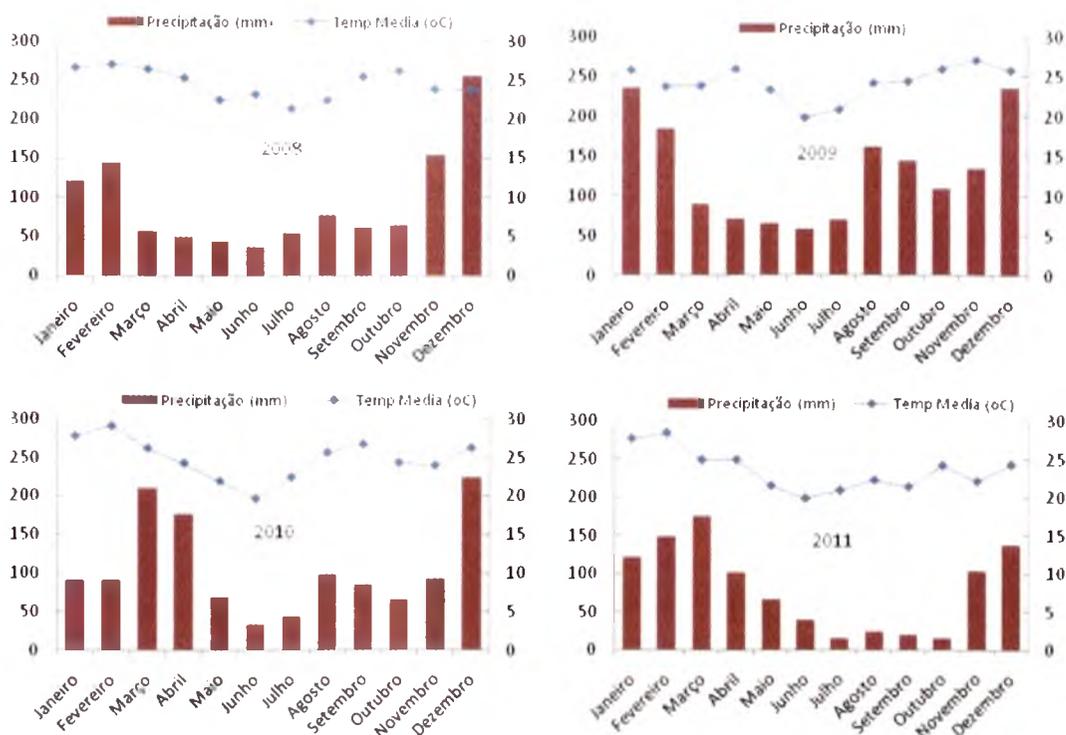
Para a avaliação do potencial da rebrota, realizou-se um corte inicial das plantas no campo após completos 365 dias de desenvolvimento, ou seja, em janeiro de 2008. Os tratamentos constaram nas seguintes alturas de corte: corte a 0,0 m (T1), 0,30 m (T2), 0,60 m (T3) e 1,20 metros (T4) da superfície do solo. O corte foi realizado com facão (“catana”). Avaliou-se a rebrota por meio da quantificação da biomassa da parte aérea de oito plantas de cada bloco, nos meses de março, maio e setembro de 2008, janeiro, março, maio e setembro de 2009, sendo a última determinação, realizada em janeiro de 2010. Adicionalmente, realizaram-se análises dos teores de nitrogênio do tecido vegetal seco e moído das amostras. Separou-se a biomassa aérea em folhas e caules para determinação da produção de matéria seca, para tanto o material foi levado para estufa a 65 °C, por 48 horas. Avaliou-se altura a partir do plano de corte das plantas, número de ramificações e diâmetro médio do caule. A análise de nitrogênio do material moído

seguiu a metodologia de TEDESCO et al., (1995). O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados com quatro repetições. Os resultados obtidos foram analisados através de procedimentos estatísticos que consistem na análise de variância, aplicando o teste F de Fisher. Nas fontes de variação onde houve diferença significativa, foi aplicado o teste de Tukey a 5% para comparação de médias.



**Figura 1.** Vista geral do experimento com 150 dias após início dos cortes.

Como mostra a Figura 2, os anos de 2008 e 2009 foram de verão chuvoso, ao passo que 2010 e 2011, mais secos. Em 2009 as chuvas iniciaram mais cedo, em agosto.



**Figura 2.** Variação anual da precipitação pluviométrica (mm) e temperatura média do ar (°C), durante o período do experimento. (Fonte: [www.inmet.gov.br/sonabra/maps/automaticas.php](http://www.inmet.gov.br/sonabra/maps/automaticas.php); Seropédica KM 47).

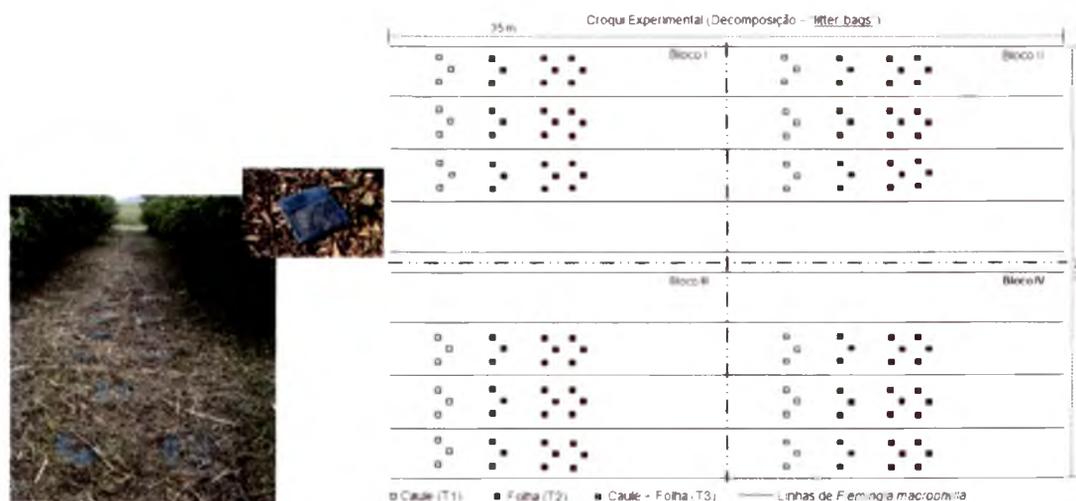
### 8.1.2 Dinâmica de decomposição e liberação dos nutrientes: N, P, K, Ca e Mg

Na mesma área de estudo descrita anteriormente, foi instalado experimento para avaliar a decomposição e liberação de nutrientes da parte aérea de flemingia. Colocou-se bolsas de decomposição, chamadas também de “litter bags” sobre a superfície do solo no dia 27 de janeiro de 2010, a partir de quando se iniciaram coletas das bolsas de decomposição seguindo o croqui experimental (Figura 3). Adotando-se três tratamentos sendo: caule (T1), folha (T2) e caule+folha (T3) em uma razão de 1:1, tal proporção foi observada nas oito épocas de corte, esses resíduos da parte aérea foram inseridos dentro das bolsas de decomposição ou “litter bags”, com dimensão de 25 cm x 25 cm (ANDERSON & INGRAM, 1993), onde as amostras foram acondicionadas. Estas bolsas foram confeccionadas de tela de nylon com abertura de malha de 4 mm para permitir acesso da mesofauna edáfica ao material vegetal acondicionado no interior das bolsas. O caule foi seccionado em fragmentos de 5 cm, onde cada “litter bag” continha 50 g do material vegetal, equivalente em média a 3,0 Mg MS.ha<sup>-1</sup>. Essas bolsas foram distribuídas na superfície do solo entre faixas de flemingia e fixadas com um grampo de arame, evitando sua movimentação. O monitoramento da decomposição e liberação de nutrientes foi realizado por meio de coletas realizadas aos 2, 5, 10, 15, 30, 60, 90, 120 e 150 dias após inclusão dos resíduos vegetais nos “litter bags”, retirando essas bolsas do campo nas diferentes épocas. Uma subamostra foi seca em estufa, até massa constante,

para se determinar a massa do tecido vegetal no início da decomposição ( $T_0$ ). Em cada uma dessas coletas, os resíduos foram manualmente separados de materiais de outra origem, determinando-se o peso seco e os teores dos nutrientes: N, P, K, Ca e Mg.

Para a avaliação do terço inferior de plantas adultas, realizou-se análises de fibra em detergente neutro (FDN), ácido (FDA), Celulose (Cel) e Lignina (Lig) e proteína bruta, de acordo com os procedimentos de VAN SOEST et al., (1991). A análise de N foi baseada no método recomendado por TEDESCO et al., (1995), enquanto P, K, Ca e Mg foram analisados a partir de digestão nítrica-perclórica (BATAGLIA et al., 1983). A determinação do P foi realizada por colorimetria, através da cor azul do complexo fosfato-molibdato em presença de ácido ascórbico. Por sua vez, K, Ca e Mg foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica (EMBRAPA, 1997). Os valores obtidos foram transformados em porcentagem relativa à massa e aos teores de nutrientes do início da decomposição ( $T_0$ ).

Com esses dados, determinou-se as taxas de decomposição da biomassa e de liberação de nutrientes, para cada um dos tratamentos, utilizando-se o modelo matemático exponencial, descrito por THOMAS & ASAKAWA (1993):  $C = Coe^{-kt}$ , em que C é a quantidade de biomassa seca, ou nutrientes remanescentes, depois de um período de tempo t, em dias;  $Co$  refere-se à quantidade de matéria seca no início da decomposição; k é a constante de decomposição. O tempo de meia vida ( $T_{1/2}$ ), ou seja, o tempo necessário para ser liberada à metade dos nutrientes da biomassa vegetal existente no tempo inicial calculado a partir dos valores de k do modelo matemático, em que:  $T_{1/2} = \text{Ln } 0,5k^{-1}$ .

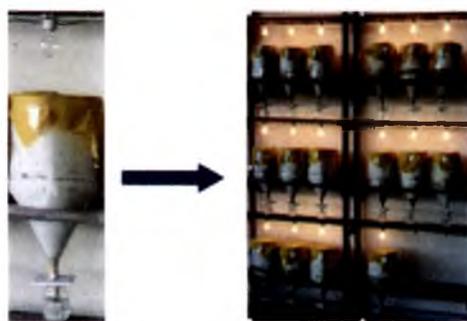


**Figura 3.** Detalhe das bolsas de decomposição “litter bags” na superfície do solo e o croqui experimental.

### 8.1.3 Avaliação da fauna edáfica na dinâmica de decomposição

O método de extração da mesofauna serrapilheira de flemingia utilizado foi o chamado Funil de Berlese-Tullgren (LASEBIKAN, 1974), onde a amostra do material vegetal, ainda dentro dos “litter bags”, foi levada a um funil que direciona para dentro

de um frasco coletor os invertebrados (Figura 4). Acima dos funis, lâmpadas de 40 watts fornecem a fonte de calor à amostra, submetida por 15 dias a extração, no intuito de criar um gradiente de temperatura e umidade. Os animais reagem ao calor movendo-se para baixo caindo no frasco contendo solução preservativa, neste caso, formaldeído 1%. Passados quinze dias os frascos contendo os animais extraídos do material vegetal de cada coleta, foram levados ao Laboratório de Fauna do Solo da Embrapa Agrobiologia. A triagem e quantificação dos animais constaram na avaliação do conteúdo de cada frasco provenientes dos extratores e analisado individualmente em Placa de Petri, sob lupa binocular. Foi registrada então, a quantidade de animais presentes em cada amostra do frasco coletor e classificados ao nível de grandes grupos taxonômicos, visando registrar as respectivas densidades. Calculou-se o número de indivíduos por metro quadrado e de acordo com ODUM (1988), calculou-se os índices ecológicos riqueza total (S), a riqueza média, o índice de diversidade de Shannon-Weaner (H) e o de equitabilidade de Pielou (e), seguindo as seguintes fórmulas: riqueza total (S) = número de grupos encontrado, riqueza média = S/número de repetições, Shannon (H) =  $-\sum p_i \log p_i$ , em que  $p_i = n_i/N$ , onde  $n_i$  = abundância de cada grupo e  $N$  = abundância total e Pielou (e) =  $H / \log S$ , onde H = índice de Shannon e S = riqueza total.



**Figura 4.** Detalhe do funil de *Berlese-Tullgren* e um armário com uma série de funis.

## 9. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 9.1 Quantificação da biomassa da rebrota da parte aérea de flemingia

A espécie apresentou alta produção de biomassa aérea após realização de cortes. A evolução da produção de biomassa ao longo das diferentes épocas, a partir do corte inicial realizado em janeiro de 2008, para o estabelecimento das alturas de corte, pode ser observada na Figura 5, onde se destacam as épocas chuvosas com maiores produções de biomassa aérea de flemingia.

A avaliação da rebrota de flemingia revelou uma produção de biomassa seca pouco maior que 15 Mg MS ha<sup>-1</sup> em três cortes realizados no ano de 2008, somando um acúmulo de 365 kg de nitrogênio para o corte a 1,2 m do nível do solo, tratamento este que apresentou melhor desempenho na produção de biomassa (Figura 6A, 6B, 6C e 6D). Para este mesmo tratamento, os quatro cortes realizados no segundo ano de avaliação, ou seja, em 2009, o mesmo padrão na produção de biomassa foi observado, todavia, superou a produção do primeiro ano de cortes, chegando a 18 Mg MS (Figura 6E, 6F, 6G e 6H). Com somente um corte realizado em 2010, a produção de biomassa chegou a 6 Mg MS. Observou-se que a relação caule/folha de flemingia se estreita após realização de cortes, uma vez que os caules se apresentam tenros e com pouca massa, diminuindo esta relação. Essa característica torna-se importante na sincronização entre a decomposição do adubo verde e a capacidade de absorção e nutrição das culturas em seqüência ou consorciada, uma vez que, adubos verdes mais tenros e com relação C:N mais estreita, aceleram a decomposição e liberação de nutrientes (SALMI et al., 2006).

A primeira avaliação da rebrota, após aplicação dos tratamentos, revelou uma alta produção de biomassa no corte a 1,2 m. O rendimento chegou próximo de 1,5 Mg ha<sup>-1</sup> para caule e 2,4 Mg ha<sup>-1</sup> para folha, superando o tratamento de corte a 0,6 m onde a soma de matéria seca de caule e folha chegou a 1,5 Mg ha<sup>-1</sup>, seguido do tratamento de corte a 0,3 m (1,0 Mg ha<sup>-1</sup>) e corte a 0,0 m (0,47 Mg ha<sup>-1</sup>) (Figura 6A). Evidenciando o vigor da primeira rebrota de flemingia após ser cortada, a qual emitiu grande número de brotações ao longo do caule, sendo essa uma característica intrínseca ao genótipo da espécie (SALMI, 2008). Torna-se interessante destacar que o corte da parte aérea na maior altura, estimulou a formação de grande número de brotações e, conseqüentemente aumentou o número de folhas e caules, elevando a massa desses órgãos, o qual foi detectado na quantificação da biomassa (Tabela 2).

Para a avaliação da segunda rebrota observou-se rendimento de biomassa aérea total (caule e folha) de 2,8 Mg ha<sup>-1</sup> para o corte a 1,2 m (Figura 6B). Evidenciou-se que, na medida em que o corte foi realizado mais próximo à superfície do solo, menor foi a produção de biomassa da rebrota, revelando o baixo estoque de reservas, principalmente no tratamento em que o corte é drástico, bem ao nível do solo, eliminando toda a parte aérea da planta. O corte realizado a 0,0 m mostrou um menor desempenho na produção de biomassa, principalmente devido a um menor número de ramificações, o que

acarretou em menor número de folíolos, refletindo assim em uma menor produção de biomassa em relação aos demais tratamentos (Tabela 2).

Para a terceira rebrota, a mesma tendência foi observada em relação à produção de biomassa, onde a maior altura de corte (1,2 m) proporcionou maior produção, seguida dos demais tratamentos que diferiram entre si, exceto o corte realizado a 0,3 metros em relação ao corte a 0,0 metros do nível do solo (Figura 6C). O corte a 0,6 m apresentou uma produção de biomassa de 2,6 Mg ha<sup>-1</sup>, próxima ao corte mais alto que chegou a 3,4 Mg ha<sup>-1</sup>. Para todos os tratamentos observou-se que o intervalo de corte imposto neste estudo, proporcionou crescimento da biomassa aérea constituída por caules e folhas tenras e verdes, essa característica pode influenciar a taxa de decomposição e disponibilidade de elementos as culturas em consórcio.

Para a quarta avaliação, o corte a 1,2 m produziu 6,0 Mg ha<sup>-1</sup> de biomassa aérea seca, mostrando-se superior aos demais tratamentos (Figura 6D). Para o tratamento 0,6 m próximo de 4,8 Mg ha<sup>-1</sup>, o corte a 0,3 m proporcionou 2,8 Mg ha<sup>-1</sup> seguido do corte a 0,0 m que se aproximou de 1,0 Mg ha<sup>-1</sup>. Para todos os tratamentos observou-se um estreitamento da relação caule/folha. A elevada produção de biomassa foi favorecida devido à retomada das águas pluviais na região, caracterizando um período chuvoso na região (Figura 4).

No quinto corte, realizado em março de 2009, encontrou-se valores próximos ao ocorrido no corte anterior realizado no mês de janeiro do mesmo ano. Para o corte a 1,2 m a produção de biomassa foi de 6,0 Mg MS ha<sup>-1</sup>, para o corte a 0,6 m a produção foi de 4,5 Mg MS ha<sup>-1</sup>, no corte a 0,3 m o valor foi de 3,6 Mg MS ha<sup>-1</sup> e para o corte a 0,0 m a produção foi de 2,5 Mg MS ha<sup>-1</sup>. Houve uma elevação da relação folha/caule em relação ao observado no corte anterior (Figura 6E), mostrando alto vigor nas ramificações, favorecendo a produção de folhas novas. Esta relação mostra-se elevada, devido a um período de rápido crescimento vegetativo das plantas no campo, provavelmente devido à estação chuvosa que favoreceu o crescimento vegetativo da rebrota após realização do corte. Essa característica pode favorecer e aumentar a velocidade de ciclagem de nutrientes e decomposição dos resíduos do material vegetal ao solo (HENROT & BRUSSARD, 1997).

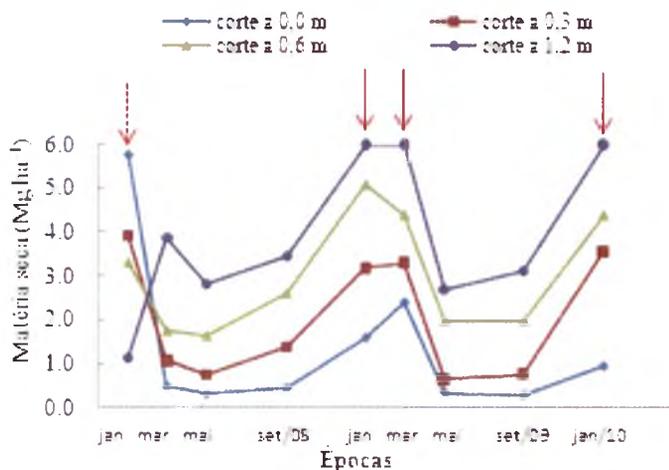
Houve uma queda na produção de matéria seca no sexto corte, esse fato pode ser entendido principalmente pela baixa precipitação pluviométrica que se estabeleceu a partir do mês de abril, caracterizando o início do período mais seco do ano (Figura 2). Para maior altura de corte a produção de biomassa aérea foi de 3,0 Mg MS ha<sup>-1</sup>, para o corte a 0,6 m valor próximo de 2,0 Mg MS ha<sup>-1</sup>, no corte a 0,3 m a biomassa produzida foi de 1,0 Mg MS ha<sup>-1</sup>, seguido de 0,3 Mg MS ha<sup>-1</sup> para o corte a 0,0 metros do nível do solo (Figura 6F).

Observa-se que os valores de produção de biomassa seca diferem pouco do sexto para o sétimo corte, realizado nas plantas de flemingia. Destaca-se os valores encontrados para o corte a 1,2 m biomassa de 3,1 Mg MS ha<sup>-1</sup>, seguido de 2,0 Mg MS ha<sup>-1</sup> no corte a 0,6 m, no tratamento 0,3 m o valor foi de 0,7 Mg MS ha<sup>-1</sup> e para o corte a 0,0 m o valor chegou a 0,3 Mg MS ha<sup>-1</sup>, próximo ao corte anterior (Figura 6G). Nota-se que os cortes realizados nos períodos mais secos, a produção de biomassa é diminuída, quando comparado aos períodos com maior disponibilidade hídrica, todavia, as plantas

permanecem verdes até mesmo nos períodos secos do ano, mostrando sua capacidade de adaptação a ambientes com baixa disponibilidade hídrica (SALMI, 2008; ASARE, 1985).

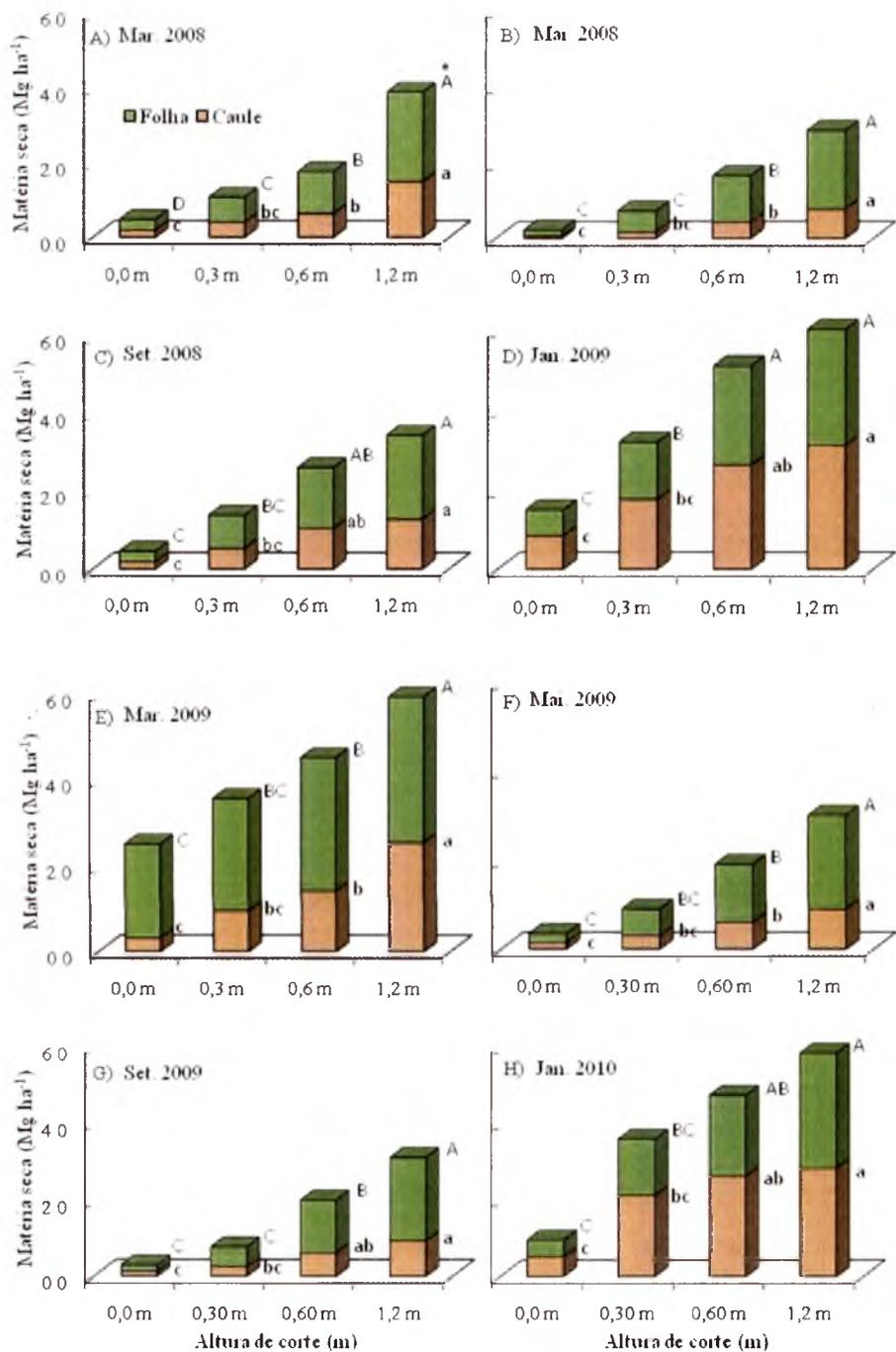
A retomada da elevada produção de biomassa da espécie pode ser observada novamente na realização do oitavo e último corte avaliado no experimento, e refere-se ao mês de janeiro de 2010. Aonde a produção chegou a 5,8 Mg MS ha<sup>-1</sup> no corte a 1,2 m, com elevado número de ramificações (Tabela 2), com boa produção de folhas e apresentando caules tenros. Para o corte a 0,6 m valor de 4,7 Mg MS ha<sup>-1</sup>. Quantificou-se uma elevada produção de matéria seca para o corte a 0,3 m (3,6 Mg MS ha<sup>-1</sup>), seguido de 1,1 Mg MS ha<sup>-1</sup> no corte ao nível do solo (Figura 6H).

Podemos observar que a altura da rebrota é afetada conforme os diferentes cortes são aplicados bem como o número de ramificações (Tabela 2). Há uma tendência de aumento do número de ramificações, quando se aumenta a altura de corte. Assim, o corte a 1,2 m do nível do solo apresenta-se com uma tendência de desenvolver maior número dessa variável, sempre seguido do corte a 0,6 m, posteriormente do corte a 0,3 m e, apresentando menor número de ramificações, o corte a 0,0 m, ao nível do solo (Tabela 2). O diâmetro médio do caule pouco diferiu entre os tratamentos, apresentando pouca amplitude entre os valores encontrados, que variaram de 3 mm a 6 mm (Tabela 2). Notadamente, a espécie apresenta excelente capacidade em se ramificar (SALMI, 2008), e alto vigor de rebrota, com elevada produção de biomassa seca em cortes sucessivos (De COSTA & ATAPUTTU, 2001), corroborando com GOMES & LUNZ, (1997), que afirmam sobre a excelente capacidade de recuperação da espécie após o corte. Essa característica é de fundamental importância nos sistemas de cultivos que utilizam espécies arbustivas, como por exemplo, o cultivo em aléias (KANG et al., 1981; KANG et al., 1984; SALMI et al., 2004), pois possibilita que essas plantas, sejam podadas freqüentemente, a fim de, aportar grande quantidade de material orgânico, rico em nutrientes, favorecendo o desenvolvimento das culturas consorciadas.



**Figura 5.** Evolução da produção de matéria seca aérea de *Flemingia macrophylla* a partir do corte inicial em diferentes épocas e alturas de corte.

\*Setas destacam corte inicial e épocas chuvosas.



**Figura 6.** Quantificação da biomassa de folha e caule de *Flemingia macrophylla* em diferentes épocas e alturas de corte.

\*valores seguidos de mesma letra minúscula para caule e maiúscula para folha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

**Tabela 2.** Atributos mensurados antes dos oito cortes realizados para as três alturas de corte aplicadas durante a condução do experimento.

Épocas	Tratamentos	Altura (cm)	Nº de ramificação	Diâmetro (mm)
mar/08	0,0 m	35 b*	15 d	4 a
	0,3 m	41 a	20 c	4 a
	0,6 m	40 a	33 b	5 a
	1,2 m	44 a	45 a	6 a
mai/08	0,0 m	38 b	11 d	4 a
	0,3 m	60 a	34 c	4 a
	0,6 m	62 a	62 b	5 a
	1,2 m	64 a	117 a	5 a
set/08	0,0 m	32 c	13 c	5 a
	0,3 m	42 b	29 b	6 a
	0,6 m	49 a	50 ab	6 a
	1,2 m	56 a	67 a	6 a
jan/09	0,0 m	34 c	13 d	4 a
	0,3 m	45 b	20 c	6 a
	0,6 m	47 b	39 b	5 a
	1,2 m	58 a	64 a	6 a
mar/09	0,0 m	47 b	17 d	4 a
	0,3 m	49 a	38 c	4 a
	0,6 m	41 c	71 b	5 a
	1,2 m	56 a	108 a	5 a
mai/09	0,0 m	43 ab	14 d	3 a
	0,3 m	49 a	34 c	3 a
	0,6 m	44 a	78 b	4 a
	1,2 m	50 a	110 a	4 a
set/09	0,0 m	39	16 c	3 a
	0,3 m	49	41 b	3 a
	0,6 m	56	82 a	4 a
	1,2 m	53	87 a	4 a
jan/10	0,0 m	38 b	29 cd	4 a
	0,3 m	44 ab	37 c	5 a
	0,6 m	52 a	48 b	6 a
	1,2 m	53 a	77 a	6 a

\*valores seguidos de mesma letra minúscula não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tuckey.

### 9.1.1 Acumulação de Nitrogênio na parte aérea de flemingia

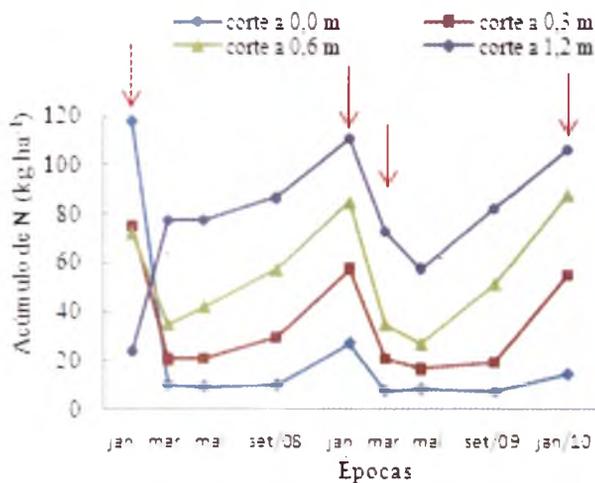
Quanto à acumulação de nitrogênio observou-se uma proporcionalidade com a produção de biomassa, onde os valores mais elevados são detectados nos tratamentos que apresentaram maior produção de biomassa na parte aérea de flemingia. Todavia, os teores mais elevados de nitrogênio encontrados foram nos meses de maio de 2008, maio de 2009 e setembro de 2009 (Tabela 3). Tais épocas caracterizaram-se por um período de precipitação baixa, coincidindo com o final do período chuvoso da região, embora no mês de setembro de 2009 houvesse um volume maior de chuvas, indicando o reinício do período chuvoso na região (Figura 2). SALMI, (2008) quantificou a capacidade de FBN de flemingia em épocas diferentes (setembro, novembro e dezembro de 2007) e não observou diferença significativa entre as épocas, sendo que a FBN média foi de 77%, evidenciando a alta eficiência da espécie na FBN. Assim como a produção de biomassa foi mais elevada quando as plantas foram submetidas ao corte a 1,2 m do nível do solo seguido do corte a 0,6 m, depois 0,3 m e enfim, corte a 0,0 m que produziu menor quantidade de biomassa nas diferentes épocas avaliadas. A quantidade acumulada de nitrogênio seguiu o mesmo padrão, uma vez que a acumulação desse nutriente é obtido pelo produto do teor de N pela quantidade de matéria seca da parte aérea.

A espécie apresentou alta acumulação de nitrogênio na biomassa aérea após realização de cortes. A evolução desse acúmulo de N ao longo das diferentes épocas de corte, isentando o corte inicial realizado em janeiro de 2008 para o estabelecimento das alturas de corte, pode ser observado na Figura 7, onde se destacam as épocas chuvosas com maior acúmulo de N na biomassa aérea de flemingia. A acumulação total de nitrogênio somando o corte inicial para estabelecimento das alturas de corte mais os oito cortes realizados durante dois anos de avaliação chegou a 211 kg N ha para o T1 (corte a 0,0 m), 329 kg N ha para o T2 (corte a 0,3 m), 691 kg N ha para o T3 (corte a 0,6 m) e 804 kg N ha para o T4 (corte a 1,2 m) (Tabela 4). SALMI, 2008 encontrou valor de 81 kg N ha em apenas um corte realizado aos 360 dias após transplante. Segundo BRASIL (1992), em três experimentos localizados no município de Igarapé-Açú, PA, valores de N acumulado em função do número de semanas após semeadura, atingiram valores de 74 kg N ha<sup>-1</sup>. A produção de biomassa aérea foi maior nas épocas mais chuvosas, para todos os tratamentos, sendo que em janeiro de 2009 não houve diferença significativa entre o corte a 1,2 m e o corte a 0,6 m, essa elevada produção de biomassa refletiu em maior acúmulo de nitrogênio principalmente nos meses de setembro de 2008, janeiro de 2009, setembro de 2009 e janeiro 2010 (Figura 7). Isso demonstra a excelente capacidade de recuperação na produção de biomassa da espécie, apresentando altos teores de nitrogênio em sua biomassa, proporcionando elevado acúmulo desse nutriente na parte aérea de flemingia. Destaca-se, então, o alto potencial dessa leguminosa perene, como estratégia de fonte nutricional para o fornecimento de nutrientes na forma de adubo verde, mostrando-se como uma interessante fonte de matéria orgânica rica em nitrogênio (SALMI et al., 2008).

**Tabela 3.** Teores de nitrogênio da parte aérea de flemingia nas oito épocas para as três alturas de corte, aplicadas durante a condução do experimento.

Trat	Épocas de corte							
	mar/08	mai/08	set/08	jan/09	mar/09	mai/09	set/09	jan/10
	teor de nitrogênio (g.kg <sup>-1</sup> )							
0,0 m	20,5 aC*	28,5 aA	21,6 aC	18,1 aD	21,7 aC	23,7 bB	24,7 aB	15,6 aE
0,3 m	19,2 aB	27,6 aA	21,0 aB	18,2 aB	21,9 aB	25,3 bA	25,1 aA	15,8 aC
0,6 m	19,9 aB	25,7 abA	21,7 aB	17,6 aC	23,3 aB	27,1 aA	26,0 aA	16,3 aC
1,2 m	19,9 aC	25,0 ba	20,6 aC	18,1 aD	22,7 aC	25,4 bA	26,7 aA	17,8 aD

\*valores seguidos de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si e mesma letras maiúsculas na linha não diferem entre as épocas ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.



**Figura 7.** Evolução da acumulação de nitrogênio da parte aérea de *Flemingia macrophylla* em diferentes épocas e alturas de corte.

\*Setas destacam corte inicial e épocas chuvosas.

**Tabela 4.** Quantidade de matéria seca e nitrogênio, acumulados em diferentes épocas e alturas de corte.

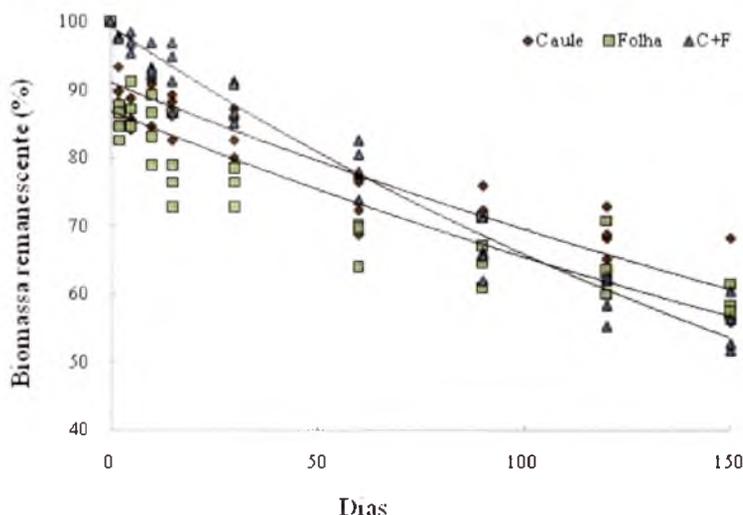
Anos	Acumulação	Altura de corte			
		0,0 m	0,3 m	0,6 m	1,2 m
Corte inicial	Matéria Seca (MS)	5,76	3,91	3,31	1,14
	Nitrogênio (N)	118,08	90,05	72,16	23,83
2008	Matéria Seca (MS)	1,59	3,18	5,99	10,13
	Nitrogênio (N)	28,98	70,13	133,88	351,76
2009	Matéria Seca	7,71	7,94	14,89	17,43
	Nitrogênio	50,10	114,17	397,75	323,08
2010*	Matéria Seca	0,95	3,56	5,56	5,95
	Nitrogênio	14,44	55,04	87,71	105,88
Total MS (Mg)		16,01	18,59	29,75	34,65
Total N (kg)		211,60	329,39	691,50	804,55

\* somente um corte realizado.

## 9.2 Dinâmica de decomposição e liberação de nutrientes de flemingia

A constante de decomposição ( $k$ ) e o tempo de meia vida ( $T_{1/2}$ ) da matéria seca da parte aérea de flemingia variaram em decorrência dos diferentes tratamentos (Tabela 4). A decomposição do caule segue o mesmo padrão da folha e da combinação caule+folha na proporção de 1:1. Os três tratamentos foram mais bem representados com uma curva exponencial, que ajustou de maneira adequada os dados coletados ao longo do tempo (Figura 8). O tempo de meia vida ( $T_{1/2}$ ) da decomposição foi de 91, 95 e 97 dias para folha, caule e caule+folha, respectivamente (Tabela 5). Nota-se uma ligeira redução do tempo de meia vida de folha em quatro e seis dias em relação a caule e caule+folha. HENROT & BRUSSARD, 1997 encontraram um tempo de meia vida pouco menor para flemingia, sendo de 78 dias quando a quantidade de biomassa foi de 2 Mg MS ha<sup>-1</sup> em “litter bags”, demonstrando uma decomposição ligeiramente mais rápida em relação ao presente estudo. Porém, De COSTA & ATAPUTTO, (2001) relatam que flemingia após 84 dias apresentava 69% de biomassa remanescente, sendo que a decomposição de caule é mais lenta que a de folha, apresentando um  $T_{1/2}$  médio de 20,7 semanas, correspondente a 145 dias. LUIZÃO, (1982) registrou um  $T_{1/2}$  de 216 dias na estação seca e de 37 dias na estação chuvosa em uma floresta de platô, sobre um Latossolo na Amazônia. Observou-se que após 30 dias do início do estudo da decomposição da biomassa, o material remanescente de flemingia era de 76,5% para folha, 86,5% para caule e 88,5% para caule+folha. Embora com uma decomposição inicial mais lenta em relação à folha e caule, a relação caule+folha apresentou menor quantidade de material nos “litter bags” por ocasião da última coleta, aos 150 dias com 55,4% de biomassa remanescente. Para folha a biomassa remanescente foi de 58,6% e para caule 60,5% neste mesmo período de tempo. Segundo LOPES, (1999) em estudos de decomposição em Rondônia observou que, aos 140 dias, flemingia apresentavam 50% de material remanescente de folhas na época chuvosa e de 51% na época seca.

Os  $T_{1/2}$  encontrados são bem superiores ao de outros adubos verdes estudados no mesmo local: *Crotalaria juncea* 40 dias, *Mucuna cinerea* 38 dias, *Glicidida sepium* 21 dias (SILVA et al., 2007; COSTA et al., 2012). Da mesma forma, as quantidades de N para flemingia são muito maiores se considerarmos cortes múltiplos.



**Figura 8.** Taxa média de decomposição da biomassa de caule, folha e caule+folha de *Flemingia macrophylla*, depois de depositada na superfície do solo.

**Tabela 5.** Parâmetros da função  $C=C_0e^{-kt}$ , tempo de meia vida ( $T_{1/2}$ ) da taxa de liberação de C contido nos resíduos vegetais de flemingia, e equação de decomposição, em função dos tratamentos adotados.

Tratamentos	Parâmetros da equação <sup>(1)</sup> de decomposição			Coef. de determ. ( $R^2$ )
	$k^{(2)}$ ( $g \cdot g^{-1} \cdot dia^{-1}$ )	$T_{1/2}^{(3)}$ (dias)	Equação	
Caule	0,0073	95	$y=91,137e^{-0,0027x}$	0,85
Folha	0,0078	91	$y=86,907e^{-0,003x}$	0,80
Caule + Folha	0,0072	97	$y=99,370e^{-0,004x}$	0,96

(1) Equação:  $C=C_0e^{-kt}$ ; (2) Constante de decaimento; (3) Tempo de meia vida

As concentrações iniciais de nutrientes na biomassa são apresentadas na Tabela 6, e na Tabela 7 a caracterização química da parte aérea de flemingia. A dinâmica de mineralização de N, P, K, Ca e Mg para caule, folha e caule+folha são similares (Figura 9). A decomposição foi relativamente lenta, quando comparada a outras espécies, o que pode ser causado pela concentração alta de taninos e ligninas presentes no tecido vegetal desta espécie (HESS et al., 2007). A Tabela 7 mostra os teores de lignina na parte aérea de flemingia, onde na folha o teor inicial foi de  $11,3 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$  que não diferiu estatisticamente do caule que foi de  $13,2 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$  nem da combinação caule+folha que foi

de 12,3 g.kg<sup>-1</sup>. ZINGORE et al., (2003) encontrou 13,9% de lignina em flemingia no Zimbabwe, África. Conforme WIDER & LANG, (1982) os componentes solúveis e compostos relativamente fáceis de degradação são rapidamente utilizados por decompositores, enquanto materiais mais resistentes têm taxas de perdas relativamente menores. Segundo TIAN et al., (1992) altos teores de lignina e polifenóis nos resíduos poderia aumentar a imobilização, especialmente de nitrogênio. Segundo MAFANGOYA et al., (1996), essa molécula interage com a parede celular fornecendo proteção mecânica a celulose contra a degradação, acarretando em um efeito retardante na decomposição. Neste estudo observamos maior conteúdo de nitrogênio (N) nas folhas seguido da combinação caule+folha (1:1) e depois no caule. O fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) apresentaram esse mesmo comportamento quanto ao conteúdo: folha>caule+folha>caule (Tabela 6).

**Tabela 6.** Concentração inicial de nutrientes na folha, caule e caule+folha da parte aérea de flemingia inseridos nas bolsas “litter bags”.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg
g/kg de matéria seca					
Folha	27,3 a*	2,23 a	7,81 a	8,50 a	2,90 a
Caule	8,7 b	1,76 b	5,13 c	6,96 b	2,26 b
Caule+Folha	22,0 ab	2,09 ab	6,81 b	8,24 ab	2,64 ab

\*valores seguidos de mesma letra minúscula não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tuckey.

**Tabela 7.** Caracterização química da parte aérea de flemingia.

	Lignina	Celulose	Hemicel.	FDA	FDN	Cinzas	PB
g/kg de matéria seca							
Folha	11,3 a*	13,7 b	15,2 a	27,8 b	42,9 b	2,7 a	23,9 a
Caule	13,2 a	27,9 a	14,9 a	43,2 a	58,2 a	2,1 a	8,8 b
Caule+Folha	12,3 a	21,1 ab	15,1 a	35,5 ab	50,3 ab	2,4 a	16,3 ab

\*valores seguidos de mesma letra minúscula não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tuckey.

### 9.2.1 Nitrogênio

O nitrogênio (N) remanescente expresso como porcentagem do N inicial, seguiu mesmo comportamento observado para a biomassa remanescente, apresentando no início da decomposição uma liberação mais acelerada, detectada nas primeiras coletas, seguido de uma fase de liberação mais lenta, fato este que ocorreu em todos os tratamentos. Para tanto o ajuste dos dados se adequou ao modelo exponencial (Figura 9). O tempo de meia vida ( $T_{1/2}$ ) para liberação deste elemento nas folhas foi de 116 dias, no caule foi de 102 dias e na relação caule+folha de 99 dias. O que não corrobora com HENROT & BRUSSARD, (1997) que encontraram um  $T_{1/2}$  de 75 dias para flemingia.

A liberação de N ocorreu de forma mais pronunciada até os 15 dias após inclusão das bolsas “litter bags” no campo, atingindo 26,2 kg N ha<sup>-1</sup>, equivalente a 32% do N acumulado nas folhas. No caule a liberação foi ligeiramente mais lenta, para esta mesma

data, chegando a 14%, equivalente a  $3,65 \text{ kg N ha}^{-1}$  e para a combinação de caule+folha, este valor chegou a  $14,5 \text{ kg N ha}^{-1}$ , equivalendo a 22% da decomposição. Aos 60 dias o nitrogênio remanescente de folha foi de 67%, seguido de 63% tanto para caule quanto para relação caule+folha. Ao final do presente estudo, portanto aos 150 dias, folhas apresentavam 36% de nitrogênio remanescente, caule 42% e caule+folha 28% (Figura 9). ZINGORE et al., (2003) verificou um incremento de  $1,8 \text{ mg.kg}^{-1}$  de N após dez semanas da incorporação de  $5 \text{ Mg ha}^{-1}$  de flemingia em um solo arenoso do Zimbábue. Segundo LOPES, 1999 o nitrogênio remanescente em folhas de flemingia, encontrado na época chuvosa foi de 40% e de 55% na época seca aos 140 dias. AITA & GIACOMINI, (2003), relatam que aos 15 dias a ervilhaca, leguminosa estudada, liberou maior quantidade de N no sistema. SALMI et al., (2006) verificou estudando a dinâmica de decomposição em feijão guandu, que ao final do primeiro mês de avaliação 40% do N contido na biomassa havia sido liberado.

Essa liberação lenta desse nutriente acompanhado de uma decomposição retardada pode minimizar processos de lixiviação, assegurando um incremento considerável de matéria orgânica rica em N em longo prazo, trazendo melhorias na fertilidade dos solos (De COSTA & ATAPUTTU, 2001). FÖRSTER et al., (2009) encontrou aumento na biomassa microbiana e nos teores de nitrato em solos com palhada de flemingia. KANG et al., (1981), ao estudar o efeito do cultivo em aléias de leucena na fertilidade de um entissolo arenoso na Nigéria, obtiveram um aumento significativo na reserva de N no solo (camada de 0-15 cm de profundidade), após quatro anos de implantação, em comparação ao monocultivo.

### 9.2.2 Fósforo

A liberação de fósforo nos três tratamentos ocorreu numa taxa ligeiramente mais elevada que a perda de peso da biomassa (Figura 9). Aos 15 dias os três tratamentos apresentaram liberação de fósforo semelhante, onde para folha a quantidade remanescente desse elemento foi de 71%, para caule+folha de 72% e no caule de 76%. Na última coleta, realizada aos 150 dias, observou-se que para folha havia 35% deste nutriente remanescente na biomassa, para caule 41% e para relação caule+folha foi de 33%. Dados coletados em Rondônia por LOPES, 1999 mostram que aos 142 dias a percentagem remanescente de fósforo foi 25% em folhas de flemingia na época úmida, valor próximo ao encontrado no presente estudo. O  $T_{1/2}$  de P na folha foi de 81 dias, para caule de 80 dias e menor para caule+folha que foi de 67 dias (Tabela 8). De COSTA & ATAPUTTU, (2001) encontrou para folha um  $T_{1/2}$  de 25,5 dias e para caule um  $T_{1/2}$  de 33 dias, valores mais baixos que o encontrado no presente estudo, onde os dados se adequaram a uma curva exponencial. A liberação de fósforo na folha foi mais lenta no início da decomposição em relação aos demais tratamentos, que seguiram um mesmo padrão que a liberação de nitrogênio (Figura 9). Para RAIJ, (1991) o único fósforo imediatamente disponível para as plantas é aquele que se encontra na solução do solo e que geralmente, encontra-se em baixos teores. A espécie flemingia apresenta um sistema radicular profundo e profuso (HARTLEY, 1979; SALMI, 2008) mostrando-se altamente capaz de absorver e ciclar esse elemento.

### 9.2.3 Potássio

Nos três tratamentos houve comportamento semelhante quanto à liberação de potássio, que ocorreu de maneira mais rápida que a decomposição da biomassa (Figura 9). A liberação de potássio na folha foi a mais lenta entre os tratamentos até os 15 dias, contendo 75% deste elemento remanescente na biomassa, para o caule 60% e para caule+folha de 58%. O  $T_{1/2}$  na liberação de K para folha foi de 21 dias, de 40 dias para o caule e de 19 dias para caule+folha. Estudos de De COSTA & ATAPUTTU, (2001) relatam um  $T_{1/2}$  de 17,1 dias para folha e de 40,4 dias para caule, no Sri Lanka, valores que corroboram com o presente estudo. SALMI, (2006) avaliando a liberação de nutrientes em guandu encontrou um  $T_{1/2}$  para potássio de 33 dias para o genótipo ICP 8518. A liberação de potássio foi mais rápida no caule seguido de caule+folha e depois nas folhas até o 60 dias. Embora aos 150 dias a diferença do percentual remanescente de K entre os tratamentos tenha sido pequena, sendo 15% na folha, 12% no caule e 10% para caule+folha (Figura 9). TIAN et al., (1992) estudando *Gliricidia* e *Leucena* constataram uma rápida liberação de potássio ao sistema, o que vai de encontro com os resultados obtidos neste estudo. O potássio está presente como cátion que se move livremente no fluido celular, quando as membranas se desintegram, o potássio é facilmente lavado do material orgânico. Este nutriente não faz parte de nenhum composto orgânico (FAQUIN, 1994) e, portanto é mais facilmente lavado por ocasião da decomposição da matéria orgânica.

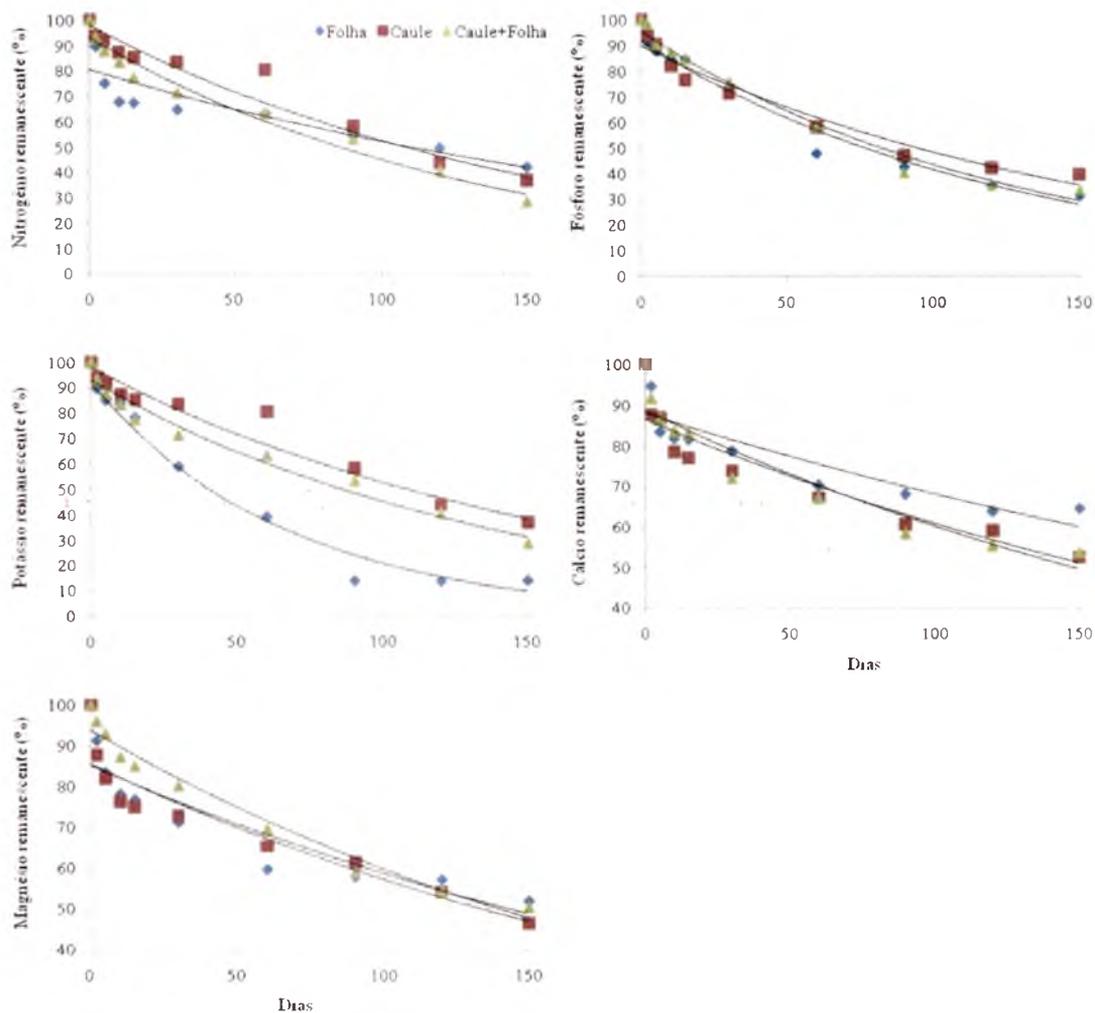
### 9.2.4 Cálcio

A liberação de cálcio na folha mostra-se ligeiramente mais lenta em relação ao caule e caule+folha, embora o teor inicial de cálcio na biomassa aérea de *flemingia* diferiu estatisticamente seguindo a seguinte ordem: folha ( $8,5 \text{ g kg}^{-1}$ ) > caule+folha ( $8,2 \text{ g kg}^{-1}$ ) > caule ( $6,9 \text{ g kg}^{-1}$ ) (Tabela 6). O  $T_{1/2}$  na liberação de Ca para folha foi de 235 dias, para o caule foi de 163 dias e para caule+folha foi de 168 dias (Tabela 8). Aos 30 dias após iniciado o experimento a percentagem de material remanescente nas folhas foi de 80,3%, enquanto que para o caule foi de 73,9% e para caule+folha foi de 72,2%. Podemos observar que ao final do experimento, portanto, aos 150 dias a combinação caule+folha havia liberado maior quantidade desse elemento no sistema, com 46,2%, seguido do caule com 45,5% seguido de folha com 37,4% de cálcio liberado (Figura 9). LOPES, (1999) relata uma imobilização de cálcio na ordem de 9% na primeira semana de avaliação na época seca do ano. Esse fenômeno pode se relacionar à baixa mobilidade deste nutriente, que fica retido nas folhas sob forma de pectato de cálcio ou oxalato de cálcio. Dentre os macronutrientes o comportamento desse elemento é o menos entendido (BULDEMAN, 1988).

### 9.2.5 Magnésio

A liberação de magnésio mostra-se em um mesmo padrão para os três tratamentos, embora nas primeiras tenha sido mais lenta na combinação de caule+folha. Apresentando um comportamento similar a liberação de cálcio. O  $T_{1/2}$  na liberação de magnésio foi de 136 dias para folha, de 159 dias para o caule e de 152 dias para a combinação caule+folha (Tabela 8). Aos 15 dias havia 75% de magnésio remanescente

na folha, para o caule foi de 76,8% e para caule+folha de 85% (Figura 9). As quantidades remanescentes se aproximaram nos diferentes tratamentos aos 120 dias, apresentando valores de 54,2% para folha, para caule valor pouco mais alto com 57,3% e para caule+folha de 54,3%. Este elemento tem um comportamento similar ao do cálcio (RAIJ, 1991). Uma das funções desse elemento é a participação na fotossíntese, como elemento central da molécula de clorofila.



**Figura 9.** Taxa de mineralização dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg da biomassa aérea de *Flemingia macrophylla* ao longo de cinco meses de condução do experimento.

**Tabela 8.** Parâmetros da função  $C=Coe^{-kt}$ , tempo de meia vida ( $T_{1/2}$ ) da taxa de liberação de N, P, K, Ca e Mg contidos nos resíduos vegetais de flemingia.

Tratamentos	Parâmetros da equação <sup>(1)</sup> de liberação de nutrientes			
	Nitrogênio (N)			
	$k^{(2)}$ ( $g \cdot g^{-1} \cdot dia^{-1}$ )	$T_{1/2}^{(3)}$ (dias)	Equação	Coef. de determ. ( $R^2$ )
Caule	0,0068	102	$y=92,707e^{-0,073x}$	0,94
Folha	0,0060	116	$y=75,870e^{-0,015x}$	0,94
Caule + Folha	0,7000	99	$y=93,061e^{-0,007x}$	0,98
	Fósforo (P)			
	$k$ ( $g \cdot g^{-1} \cdot dia^{-1}$ )	$T_{1/2}$ (dias)	Equação	Coef. de determ. ( $R^2$ )
Caule	0,0091	80	$y=141,630e^{-0,257x}$	0,84
Folha	0,0090	81	$y=89,784e^{-0,006x}$	0,95
Caule + Folha	0,0110	67	$y=91,578e^{-0,008x}$	0,97
	Potássio (K)			
	$k$ ( $g \cdot g^{-1} \cdot dia^{-1}$ )	$T_{1/2}$ (dias)	Equação	Coef. de determ. ( $R^2$ )
Caule	0,0178	40	$y=120,210e^{-0,136x}$	0,89
Folha	0,0340	21	$y=97,954e^{-0,006x}$	0,96
Caule + Folha	0,0400	19	$y=73,092e^{-0,016x}$	0,92
	Cálcio (Ca)			
	$k$ ( $g \cdot g^{-1} \cdot dia^{-1}$ )	$T_{1/2}$ (dias)	Equação	Coef. de determ. ( $R^2$ )
Caule	0,0030	235	$y=88,053e^{-0,003x}$	0,81
Folha	0,0040	163	$y=85,507e^{-0,004x}$	0,91
Caule + Folha	0,0040	168	$y=93,840e^{-0,005x}$	0,97
	Magnésio (Mg)			
	$k$ ( $g \cdot g^{-1} \cdot dia^{-1}$ )	$T_{1/2}$ (dias)	Equação	Coef. de determ. ( $R^2$ )
Caule	0,0400	159	$y=85,193e^{-0,004x}$	0,84
Folha	0,0050	136	$y=86,498e^{-0,003x}$	0,89
Caule + Folha	0,0050	152	$y=88,822e^{-0,004x}$	0,91

<sup>(1)</sup> Equação:  $C=Coe^{-kt}$ , <sup>(2)</sup> Constante de decaimento; <sup>(3)</sup> Tempo de meia vida

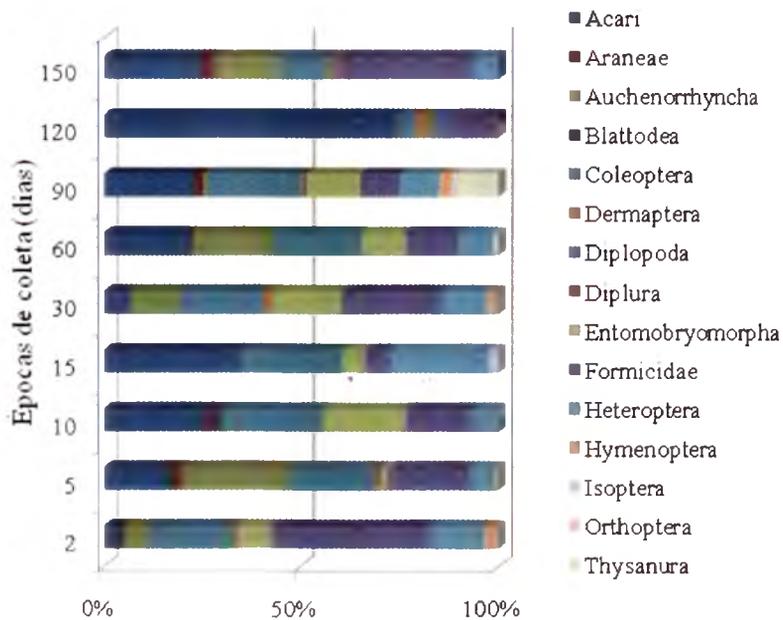
### 9.3 Influência da comunidade da fauna edáfica na dinâmica de decomposição

O número total de indivíduos por metro quadrado foi maior na primeira coleta: 500 indivíduos, declinando nas coletas posteriores (Tabela 9). Todavia, é perceptível um ligeiro aumento no número de indivíduos aos 30 dias (T5), 60 dias (T6) e tornando a cair aos 90 dias (T7), que coincidiu com um período de ocorrência de chuvas, nos meses de março, abril e maio de 2010, respectivamente o que pode ter favorecido atividade de invertebrados. Seguido de uma diminuição nas últimas coletas, reduzindo o número de indivíduos da fauna edáfica.

Na primeira avaliação, ou seja, após dois dias das bolsas “litter bag” serem inseridas no campo, observou-se maior número de indivíduos da fauna agindo sobre o material recentemente depositado na superfície do solo, havendo uma ligeira queda nas coletas seguintes e, seguido de um aumento no número de indivíduos na 5<sup>a</sup>, 6<sup>a</sup> e 7<sup>a</sup> coletas, aos 30, 60 e 90 dias após inclusão das bolsas no campo, respectivamente. HENROT & BRUSSARD, (1997) demonstram que malhas de 2 mm a 7 mm não restringem atividade da fauna na decomposição de *Flemingia* e *Dactiladenia*. O grupo mais representativo presente na maior parte das coletas Acari, Auchenorrhynca e Coleoptera (Figura 10). ROSSI et al., (2009) em um levantamento realizado em Seropédica avaliando efeitos de diferentes coberturas vegetais, incluindo flemingia, observaram um predomínio de ácaros nos diferentes sistemas. SOUTO et al., (2008) demonstra a presença marcante de ácaros em solos da caatinga. Estudos de HENROT & BRUSSARD, (1997) demonstram que abaixo de aléias formadas com *Flemingia macrophylla* houve um aumento de cerca de 30% no desenvolvimento de minhocas da família Eudrilidea, as maiores eram *Pontoscolex corethurus*, *Hyperiodrilus africanus* e *Buttneriodrilus* sp., em relação ao desenvolvimento desses animais onde havia o cultivo com *Dactiladenia*.

Observou-se menor riqueza total e riqueza média, com redução dos índices de Shannon (equitabilidade) e Pielou (diversidade) ao longo das épocas avaliadas (Tabela 9). A destruição de habitat e a fragmentação da serrapilheira são as causas principais de extinção de populações e espécies, o que pode gerar o isolamento e a separação de comunidades da fauna do solo (ANDRÉN et al., 2002). Para as últimas coletas houve dominância de ácaros e formigas, alcançando 40 e 60% da população da fauna edáfica (Figura 10), que na época seca podem aparecer em grande quantidade de indivíduos, pois atuam na redistribuição de partículas do solo, nutrientes e matéria orgânica, segundo BIANCHI, (2009) em uma área revegetada com leguminosas o grupo Formicidae chegou a 82% do número total de indivíduos avaliados na época seca do ano. O aporte de um material foliar rico em nitrogênio pode favorecer o estabelecimento de comunidades de fauna do solo mais abundantes e diversas (TIAN et al., 1992). Além disso, um material com maiores concentrações de outros nutrientes e matéria orgânica também influencia positivamente o estabelecimento de comunidades com maior diversidade (CORREIA, 1997). MOÇO et al., (2005), afirma que quanto maior o número de indivíduos de uma espécie encontrado na amostra, menor a diversidade de espécies, uma vez que a diversidade está associada à relação entre número de espécies e a distribuição relativa das mesmas. Percebe-se uma redução da atividade da fauna para as duas últimas avaliações, apresentando menores valores de riqueza total (Tabela 9).

Para ODUM (1988) em ambientes homogêneos, a densidade tende a ser alta e a diversidade tende a diminuir. Tais coletas coincidem com épocas de menor incidência de chuvas correspondendo aos meses de abril e maio (Figura 2), bem como pouco material remanescente encontrado nas bolsas, diminuindo assim a disponibilidade de alimento aos invertebrados. Épocas secas do ano refletem diretamente na atividade da fauna, estudos têm demonstrando que esses organismos da meso e macrofauna buscam camadas mais profundas do solo, a procura de condições mais amenas e favoráveis ao seu desenvolvimento (DIDDEN, 1993). Podendo ser afetados de forma indireta, por meio da alteração da comunidade de organismos da microfauna, que oscila durante períodos de falta de umidade (HÅGVAR, 1998).



**Figura 5.** Distribuição relativa das comunidades de fauna epígea associada à decomposição da parte aérea da espécie *Flemingia macrophylla* nas diferentes épocas de avaliação.

Os maiores valores de índices de diversidade observados nas demais coletas certamente estão associados ao maior equilíbrio da comunidade de fauna, tanto em relação ao número de grupos quanto ao número de indivíduos por grupo, acarretando aumento nos índices de diversidade e, conseqüentemente de equitabilidade (Tabela 9). Os maiores valores dos dois índices calculados ocorreram aos 30 dias após deposição das bolsas “litter bags” a campo. Possivelmente, devido à fragmentação prévia por outros animais da fauna como coleópteros, que se apresentam em maior quantidade nas primeiras avaliações, o que pode ter proporcionado aumentos da diversidade de microhabitat favorecendo o equilíbrio da diversidade de fauna do solo (LOASSI et al., 2008). Segundo ROSSI et al., (2009) a flemingia foi a leguminosa com maior riqueza

média, quando comparada a outras coberturas vegetais, tais como: crotalária, mucuna e milho.

A qualidade do aporte orgânico tem uma ação regulatória sob a biota do solo (BRIONES et al., 1997), sendo que a fauna do solo e os processos de decomposição têm impacto sobre a distribuição, redistribuição e disponibilização de muitos nutrientes (BARDGETT et al., 1999), e que os resíduos orgânicos ao serem depositados, sofrem inicialmente decomposição parcial pela mesofauna e, posteriormente, ação decompositora dos microorganismos (BAYER & MIELNICZUCK, 2008). Sendo que elevados conteúdos de polifenóis influenciam negativamente a decomposição de aportes orgânicos, uma vez que tal grupo de substâncias tem capacidade de complexarem com as formas de N, tornando esse elemento menos disponível para a comunidade decompositora (TIAN et al., 1992). A espécie flemingia possui teores elevados de taninos (SCHULTZE-KRAFT, 1989; JACKSON et al., 1996; BARAHONA et al., 1997) o que pode desacelerar a taxa de decomposição e liberação de alguns nutrientes. Esta relação com esses materiais, pressupõe interações entre esses animais e as características físico-químicas da palhada, o que influencia a taxa de decomposição em um determinado local. A transformação desses polifenóis pode gerar produtos tóxicos ou antagônicos a determinados tipos de invertebrados, limitando sua atuação sobre o material depositado na superfície do solo (YANG & CHEN, 2008).

**Tabela 9.** Índices ecológicos da fauna epígea associada à dinâmica de decomposição da parte aérea de flemingia durante a condução do experimento. Seropédica/RJ - 2010.

Tratamentos	Total de ind.m <sup>-2</sup>	Erro padrão	Índice de Shanon	Riqueza Média	Densidade Total	Índice de Pielou
2 dias *	508 a <sup>1</sup>	±56,5	2,54	5,75 <sup>ns</sup>	38,00	0,72
5 dias	282 ab	±83,5	2,55	4,38	27,13	0,80
10 dias	242 ab	±64,4	2,45	4,13	29,50	0,82
15 dias	172 bc	±38,7	2,15	3,25	30,63	0,83
30 dias	338 ab	±70,0	2,75	4,75	55,25	0,87
60 dias	288 ab	±72,0	2,68	4,13	82,25	0,85
90 dias	356 a	±81,5	2,95	5,88	116,75	0,77
120 dias	144 bc	±62,4	1,26	2,25	133,50	0,54
150 dias	98 c	±22,3	2,37	2,63	160,63	0,84

\*dias após deposição dos "litterbags" na superfície do solo.

<sup>1</sup>valores seguidos de mesma letra minúscula não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tuckey.

<sup>ns</sup> não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

#### 9.4 Utilização de flemingia como lenha em pequena escala

Avaliou-se o terço inferior da planta, local onde se encontram caules mais espessos e lignificados, podendo ser destinados como lenha, em uma escala diminuta. O valor médio de lignina encontrado foi de 16,8%. O teor médio de celulose foi de 23,6%, pouco abaixo do encontrado por AVIZ et al., (2009) que foi de 39% para o teor de hemicelulose o valor foi de 15,56%. A composição química da madeira pode variar em

função de uma série de fatores relacionados ao crescimento do vegetal, como por exemplo, a idade e a posição dos ramos (SILVA et al., 2005). O diâmetro médio da base do caule chegou a 16 mm e com número médio de ramificações igual a 22, proporcionando uma produção de matéria seca de caule de 3,2 Mg ha<sup>-1</sup> (Tabela 10). Devido à espessura que o caule alcança com o desenvolvimento das plantas e a excelente capacidade de se ramificar, desde a base do caule (SALMI, 2008), apresentando assim promissor potencial para fornecimento de madeira para combustão ou lenha em pequena escala (ANDERSSON et al., 2006). As características da composição química do terço inferior do caule apresentada, demonstram a possibilidade de utilização de flemingia como lenha em pequena escala, em fogão a lenha e até mesmo na produção de cinzas que pode ser reutilizada na lavoura novamente.

**Tabela 10.** Caracterização e composição do terço inferior do caule de flemingia.

	N	Lignina	Celulose	Hemicelulose	Cinzas	MS caule	Ø do Caule	Nº de ramificações
		(% )				(Mg ha <sup>-1</sup> )	(mm)	
Média	1,74	16,87	23,67	15,56	1,25	3,2	16	12

## 10. CAPÍTULO II

CONTRIBUIÇÃO DE *Flemingia macrophylla* COMO ADUBO VERDE NA PRODUÇÃO DE ALFACE, CHICÓRIA E RÚCULA SOB MANEJO ORGÂNICO EM SISTEMA DE CULTIVO EM ALÉIAS.

## 11. RESUMO

Cultivo em aléias é um sistema que integra um ou mais plantios comerciais entre faixas cultivadas com espécies arbustivas ou arbóreas. As faixas são periodicamente podadas durante o ciclo da cultura servindo como adubo verde. A flemingia é uma espécie arbustiva, pertencente à família das leguminosas e, apresenta alto potencial para ser utilizada nesse sistema de consórcio. O estudo foi realizado em condições de campo e constou de dois experimentos em dois anos de avaliação. No primeiro ano, em junho de 2010, onde se avaliou variáveis agrônômicas de produtividade (produção de matéria fresca, matéria seca, diâmetro e número de folhas) em três hortaliças: alface, chicória e rúcula, sob três tratamentos, a saber: (1) ausência de aléias, (2) corte a 1,2 m de altura e deposição da palhada sobre os canteiros e (3) ausência de corte, com dois níveis de adubação de cobertura, 0 kg N ha<sup>-1</sup> e 50 kg N ha<sup>-1</sup> com torta de mamona. Nesse mesmo experimento avaliou-se a capacidade de transferência de nitrogênio da flemingia para as hortaliças avaliadas, por meio da técnica da diluição isotópica de <sup>15</sup>N, marcando plantas das três hortaliças com N-uréia enriquecida com 10% de átomos em excesso de <sup>15</sup>N. No segundo ano, as mesmas variáveis agrônômicas foram avaliadas para as mesmas hortaliças, todavia a altura de corte da flemingia alterou-se, a saber: ausência de aléias, corte a 0,6 m de altura e deposição da palhada sobre os canteiros e ausência de corte. O rebaixamento da altura de corte permite maior entrada de luz no dossel das hortaliças avaliadas. As variáveis avaliadas para as hortaliças mostram melhor desempenho agrônômico, quando a altura de corte foi de 0,6 m com deposição da palhada sobre os canteiros, o que permite entrada de luz no dossel, embora a testemunha não tenha diferido significativamente deste tratamento, ambos superaram o tratamento onde não se cortou a aléia de flemingia. A palhada de flemingia além de suprimir o surgimento de plantas espontâneas, transfere 12% do nitrogênio oriunda da FBN para alface, 8% para chicória e 14% para rúcula complementando a nutrição nitrogenada dessas hortaliças herbáceas.

**Palavras-chave:** aléias, palhada, excesso de <sup>15</sup>N

## 12. ABSTRACT

Alley cropping is a system which integrates commercial crops grown between rows of a shrub or tree. The rows are periodically pruned serving as green manure for the crop. *Flemingia macrophylla* is shrubby legume with potential to be used in this system. The study, conducted under field conditions, consisted of two experiments in two years. In the first year the effect of alley cropping was tested in lettuce, chicory and arugula, under three treatments: (1) absence of flemingia; (2) cutting flemingia at 1.2 m and depositing biomass on the soil surface and (3). Two fertilization levels 0 kg N ha<sup>-1</sup> and 50 kg N ha<sup>-1</sup> with pie castor bean were imposed. In this experiment the ability of flemingia to transfer nitrogen to vegetables were evaluated by the isotopic dilution technique of <sup>15</sup>N. Vegetable plants were marked with N-enriched with 10% urea atoms in excess <sup>15</sup>N. In the second year, the same variables were evaluated for the same vegetables, however the cutting height of flemingia was 0.6 m of height (instead of 1.2m used before) with deposition of biomass, and uncut flemingia. Lowering cutting height allowed for more light in the canopy. Generally better performance was verifies on the vegetables, when the cutting height was 0.6 m with deposition of biomass, although the control plots did not significantly differ from that treatment, both overcoming the treatment with uncut flemingia. Biomass of flemingia suppressed the emergence of spontaneous plants and transferred 12% of nitrogen from BNF to lettuce, 8% to 14% for chicory and endive complementing the nitrogen nutrition of these crops.

**Keywords:** alleys, chaff, excess <sup>15</sup>N

### 13. INTRODUÇÃO

Por ocasião do crescente consumo de alimentos saudáveis e isentos de resíduos no Brasil, torna-se interessante a geração de conhecimentos e tecnologias sustentáveis e adaptadas, dando suporte à produção de alimentos saudáveis sob manejo orgânico, que pode ser agregada às pequenas propriedades, consistindo em uma fonte de renda diferenciada. Uma das técnicas capazes de possibilitar substancial economia de fertilizantes, principalmente nitrogenados e proteger o solo contra os efeitos da erosão, é a adubação verde, que consiste na utilização de plantas em rotação ou consórcio com as culturas de interesse econômico. Tais plantas podem ser incorporadas ao solo ou roçadas e mantidas na superfície, proporcionando, em geral, uma melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo (ESPÍNDOLA et al., 1997; DE-POLLI et al., 1996). O uso da adubação verde nas unidades de produção orgânica é uma estratégia importante com elevado potencial de impacto na produtividade das culturas e na conservação do solo. A utilização de plantas de cobertura contribui para o controle da erosão, proporciona proteção ao solo, ciclagem de nutrientes, evita perdas causadas principalmente por lixiviação (ROEL, 2002), conferindo ao agricultor certa autonomia em relação à disponibilidade de matéria orgânica, ampliando a biodiversidade funcional dentro da propriedade (GUERRA et al., 2003). No Brasil, assim como na maioria dos países tropicais, a baixa disponibilidade de nitrogênio dos solos é limitante, devido à rápida decomposição da matéria orgânica e ocorrência de fortes chuvas (DÖBEREINER, 1997). Plantas da família das leguminosas aportam elevadas quantidades de nitrogênio fixado aos sistemas de produção (ESPÍNDOLA et al., 2005; PEREIRA, 2007; SALMI, 2008). O uso de plantas dessa família traz autonomia de nitrogênio ao sistema, tornando-o menos dependente quando comparado ao uso de fertilizantes nitrogenados sintéticos, produzidos a partir de combustíveis fósseis não-renováveis. Uma das maneiras de consórcio que vem se mostrando uma interessante forma de manejo, na produção de olerícolas é o cultivo em aléias (SALMI et al. 2004), onde arbustos de crescimento rápido são implantados em fileiras espaçadas de quatro a seis metros, intercaladas com culturas agrícolas (SALMI, 2003). O sucesso desse sistema depende, sobretudo, da escolha das espécies que constituem as faixas. Essa prática de adubação verde tende a minimizar o uso de insumos provenientes de fora da propriedade, resultando vantagem econômica, especialmente para agricultores com menos recursos. Há no Brasil carência de informações sobre a adaptabilidade do sistema de cultivo em aléias e da adubação verde para produção de diversas culturas hortícolas econômicas. Atualmente, pouco se conhece a respeito da eficiência de adubos verdes na nutrição nitrogenada das culturas. Assim, estudos que utilizam técnicas isotópicas por meio da utilização de  $^{15}\text{N}$ , tornam-se relevantes para se determinar o destino do N nos sistemas agrícolas (URQUIAGA & ZAPATA, 2000), permitindo indicar um manejo apropriado para os adubos verdes após o corte. A utilização da leguminosa arbustiva *Flemingia macrophylla* como alternativa de adubo verde no sistema de cultivo em

aléias, visa basicamente, o fornecimento de biomassa com teores elevados de nitrogênio, à vista da comprovada simbiose estabelecida com rizóbios (BUDELMAN & SIREGAR, 1997; SALMI, 2008).

Frente ao reportado, os objetivos do presente estudo é avaliar o desempenho agrônômico da alface (*Lactuca sativa* L.), chicória (*Chicorium indivia* L.) e rúcula (*Eruca vesicaria sativa* (Mill) Thell em sistema de cultivo em aléias de flemingia sob manejo orgânico de produção.

## 14. MATERIAIS E MÉTODOS

### 14.1 Caracterização geral da área de estudo

O experimento foi conduzido no S.I.P.A. (Sistema Integrado de Produção Agroecológica), uma área de pesquisa e produção em Agricultura Orgânica, criada por meio de um convênio entre a UFFRJ, EMBRAPA/CNPAB, EMBRAPA/SOLOS e a PESAGRO-RIO, desde 1993. O S.I.P.A. está implantado numa área de aproximadamente 70 ha, na baixada Fluminense, km 47 da antiga Rio-São Paulo, Município de Seropédica ( $22^{\circ} 45'S$  e  $43^{\circ} 42'W$  e altitude de 33 m), Rio de Janeiro. O clima da região pertence à classe Aw, segundo Köppen, apresentando inverno pouco rigoroso e seco, com chuvas frequentes e temperaturas muito elevadas durante o verão.

Antes da instalação do experimento, amostragens de solo foram realizadas na camada de 0-20 cm:  $7,67 \text{ g kg}^{-1}$  de C, pH em água 5,9,  $2,3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  de Ca,  $0,7 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  de Mg,  $0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  de Al,  $0,76 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  de K,  $7 \text{ mg dm}^{-3}$  de P disponível.

As faixas de flemingia plantadas em dezembro de 2008 se encontravam estabelecidas na área experimental, constituindo quatro faixas com 4 metros de espaçamento entre as linhas e de 0,5 metros entre plantas, totalizando 72 metros de comprimento, formando um talhão de 12 m x 72 m. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema de parcela subdividida. Os tratamentos adotados nas faixas de flemingia foram: T1: ausência de faixas, T2: corte a 1,2 metros de altura, em relação ao nível do solo, com deposição da biomassa aérea na superfície dos canteiros e T3: plantas inteiras ( $\pm 3,5 \text{ m}$ ) que receberam um leve desbaste ou poda de “esqueletamento”, cortando alguns ramos pendentes, deixando as plantas mais eretas (Anexo-Figura 24). A quantificação da biomassa depositada foi realizada por meio de amostragens de plantas, que após serem coletadas foram levadas a estufa de secagem para posterior pesagem da matéria seca. As parcelas tiveram 6 metros de comprimento (Figura 22). As hortaliças se localizavam nos 4 metros centrais de cada parcela dos diferentes tratamentos da leguminosa e foram transplantadas para ambos os anos de cultivo na segunda quinzena do mês de maio. As mudas das hortaliças avaliadas neste estudo foram produzidas no S.I.P.A. sob estufa em bandejas de isopor de 200 células, o substrato utilizado foi uma mistura composta por 83% de vermicomposto, 15% de fino de carvão vegetal e 2% de torta de mamona. A caracterização do substrato utilizado na produção das mudas encontra-se na Tabela 11.

**Tabela 11.** Caracterização química do substrato utilizado na produção das mudas das hortaliças avaliadas.

pH (1:25)	Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H+Al	Na	K	P	C
$\text{C}_{\text{mol}}/\text{dm}^3$							ppm		
6,6	23,5	12	11,5	0	2,5	0,142	113	18	5,46

O delineamento experimental adotado foi de blocos casualizados em esquema de parcela subdividida, onde as parcelas foram representadas pelas faixas de flemingia (ausência de aléia, corte a 1,2 m com deposição da palhada e sem corte na aléia) e a subparcela representadas pelos dois níveis de adubação de cobertura ( $0 \text{ kg N ha}^{-1}$  e  $50 \text{ kg N ha}^{-1}$  na forma de torta de mamona com 5% de N).

O preparo do solo nas ruas entre as faixas da leguminosa foi realizado de maneira convencional, com uma aração, seguido de uma gradagem, a fim de preparar o leito de plantio. Com auxílio de um encanteirador acoplado a um trator, dois canteiros paralelos foram levantados entre as faixas da leguminosa. As mudas das hortaliças foram transplantadas de bandejas de isopor de 200 células, onde foram produzidas. O espaçamento adotado para todas as hortaliças foi de 0,3 m x 0,3 m, ou seja, aproximadamente 111.111 plantas  $\text{ha}^{-1}$ , sendo que cada parcela possuía 56 plantas. Realizou-se uma limpeza de plantas espontâneas nos canteiros aos 15 dias após transplante das mudas. Sequencialmente realizou-se a adubação de cobertura aos 18 dias após transplante, com torta de mamona que possui 5% de nitrogênio em sua constituição, sendo que a quantidade aplicada foi equivalente a  $50 \text{ kg N ha}^{-1}$  em metade da parcela de todos os tratamentos da aléia e para todas as culturas estudadas. Avaliou-se alguns parâmetros de produtividade, propostos por FILGUEIRA (2003), das hortaliças alface (*Lactuca sativa*) crespa “Vera”, chicória (*Cichorium endivia*) “Lisa Mariana Gigante” e rúcula (*Eruca sativa*) “Gigante Folha Larga”.

#### **14.2 Variáveis agronômicas avaliadas nas hortaliças**

- a) Para a alface: diâmetro, número de folhas, produção de matéria fresca, produção de matéria seca e produtividade.
- b) Para chicória: diâmetro, número de folhas, produção de matéria fresca, produção de matéria seca e produtividade.
- c) Para a rúcula: diâmetro, número de folhas, produção de matéria fresca, produção de matéria seca e produtividade.

Para a determinação dos parâmetros avaliados nas hortaliças foram adotados os critérios de comercialização descritos por FILGUEIRA (2003). O diâmetro foi medido com auxílio de uma régua. A contagem do número de folhas foi realizada com o desmembramento das plantas e a determinação da matéria seca da parte aérea das hortaliças avaliadas foi realizada através da secagem das folhas em estufa de ventilação forçada de ar à  $65^{\circ}\text{C}$ , até o material alcançar massa constante.

Quantificou-se com auxílio de um radiômetro de barra tipo Li-250A/Light Meter da LI-COR Biosciences (Quantum/Radiometer/Photometer) a incidência luminosa que chega ao dossel das hortaliças em função dos diferentes tratamentos adotados nas faixas de flemingia. Com objetivo de monitorar a oscilação de temperatura dos canteiros em função dos diferentes tratamentos, realizaram-se medições da temperatura ao nível do solo e na profundidade de 20 cm, utilizando um geotermômetro tipo K – TH 1300 da Instrutemp® do Laboratório de Agricultura Orgânica da Embrapa Agrobiologia. Avaliou-se a incidência de plantas espontâneas nos canteiros das hortaliças sob os diferentes tratamentos da aléia de flemingia. Para tanto se utilizou um quadrado com dimensão de 30 cm x 30 cm, o qual foi lançado ao acaso sobre os canteiros nas parcelas

do experimento, contemplando os três tratamentos da aléia de flemingia nos quatro blocos. As plantas invasoras que se encontravam dentro da área do quadrado foram coletadas e colocadas em um saco de papel, obteve-se o peso fresco e o peso seco, onde o material passou por uma estufa de ventilação forçada a 65 °C, até o material alcançar massa constante.

Os resultados obtidos foram analisados através de procedimentos estatísticos que consistem na análise de variância, aplicando o teste F de Fisher. Nas fontes de variação onde houve diferença significativa foi aplicado o teste de Tukey a 5% para comparação de médias.

### 14.3 Estudo sobre a transferência de nitrogênio (N) (diluição isotópica de $^{15}\text{N}$ )

O estudo de transferência de nitrogênio da leguminosa flemingia para as hortaliças avaliadas foi realizado, simultaneamente com a avaliação do sistema de cultivo em aléias com as hortaliças testadas. O delineamento experimental adotado foi de blocos casualizados, com quatro repetições. A quantificação da transferência de nitrogênio contido na palhada formada pelo adubo verde foi realizada por meio do uso da técnica avançada de pesquisa utilizando isótopos de nitrogênio, tal técnica é conhecida como diluição isotópica de  $^{15}\text{N}$  (URQUIAGA & ZAPATA, 2000), para a quantificação dos átomos em excesso de  $^{15}\text{N}$  utilizou-se um espectrômetro de massa de fluxo contínuo (Finnigan MAT, modelo DeltaPlus - Bremen, Alemanha) da Embrapa Agrobiologia. Para tanto, após transplante das mudas das hortaliças avaliadas (alface, chicória e rúcula), em quatro plantas úteis da subparcela, foi acondicionada imediatamente ao lado da muda, uréia altamente enriquecida com  $^{15}\text{N}$  (10% de átomos de  $^{15}\text{N}$ ), em um pequeno orifício a uma profundidade de aproximadamente 1 cm, em dose baixa (15 kg ha<sup>-1</sup> de N-uréia). Aplicou-se o adubo marcado no tratamento testemunha, ou seja, onde não havia faixa e, portanto, sem aplicação de palhada de flemingia sobre os canteiros cultivados e também na parcela onde a aléia recebeu corte a 1,2 m de altura com deposição da palhada sobre os canteiros, esse aporte correspondeu a 2,8 kg MS de flemingia m<sup>-2</sup>. A aplicação do adubo marcado foi realizada em quatro plantas de cada parcela nos quatro blocos do experimento.

A contribuição da adubação verde com a leguminosa flemingia foi obtida pela equação:

$$\%NdAV = \left( 1 - \left( \frac{{}^{15}N_{\text{excessoPCflem}}}{{}^{15}N_{\text{excessoPC}}} \right) \right) * 100$$

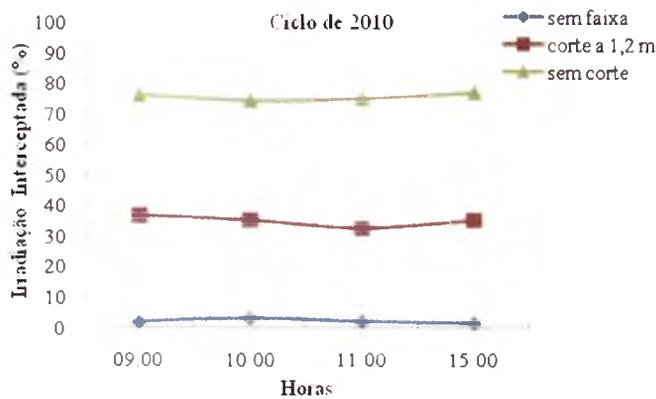
$\%NdAV$  = valor percentual de N derivado da adubação verde (*Flemingia macrophylla*);  
 ${}^{15}N_{\text{excessoPCflem}}$ : valor de átomos de  $^{15}\text{N}$  em excesso nas plantas cultivadas sob a palhada de flemingia;  
 ${}^{15}N_{\text{excessoPC}}$ : valor de átomos em excesso nas plantas cultivadas na ausência da palhada de flemingia.

## 15. RESULTADOS E DISCUSSÃO

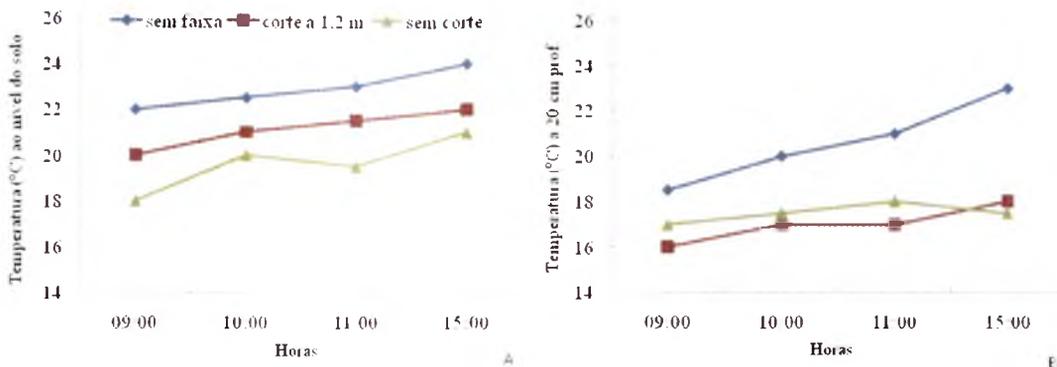
### 15.1 Desempenho agrônômico das hortaliças: alface, chicória e rúcula

#### 15.1.1 Cultivo no ano de 2010

Os resultados demonstram que houve uma redução nos valores de produção de matéria fresca e seca, diâmetro e número de folhas das três hortaliças avaliadas para os tratamentos com o corte da flemingia a 1,2 m com deposição da palhada sobre os canteiros, e também para o tratamento em que não houve corte da flemingia, em relação ao tratamento testemunha, o qual se apresenta pela ausência de faixas e, que superou os dois tratamentos em que há interceptação de irradiação, reduzindo quantidade de luz que entra no dossel das hortaliças (Figura 11). A cobertura morta formada pela palhada de flemingia depositada na superfície dos canteiros reduziu eficientemente a oscilação da temperatura nos canteiros cultivados sob a palhada, tanto ao nível do solo, quanto a 20 cm de profundidade (Figura 12).



**Figura 6.** Irradiação média interceptada ao nível do solo no ciclo de 2010, em função dos tratamentos adotados nas faixas de flemingia.



**Figura 7.** Temperatura média detectada ao nível do solo (A) e a 20 cm de profundidade (B), em função dos tratamentos adotados nas faixas de flemingia.

Essa tendência foi observada para alface, chicória e rúcula cultivadas no ano de 2010 (Figuras 13, 14 e 15). É possível observar um pequeno incremento na produção das três hortaliças avaliadas quando recebem uma adubação de cobertura com torta de mamona, a qual possui 5% de N, a adubação efetuada em cobertura aos 18 dias após transplante correspondeu a 50 kg de N ha<sup>-1</sup> (Figuras 13, 14 e 15). Não se observou interação significativa entre os tratamentos nas aléias de flemingia e os níveis de adubação de cobertura, em nenhum dos casos avaliados. Evidencia-se neste caso que, a limitação da incidência luminosa sobre o dossel das hortaliças inibiu o pleno crescimento e desenvolvimento vegetal. Autores como FERNANDES, (2008) observou que a redução do nível de radiação solar de 0% para 70% promoveu diminuição do número de folhas e diminuição da matéria seca em rúcula, alface lisa e crespa. Embora, estudos de SEABRA JUNIOR et al., (2009) em um experimento com alface obtiveram maiores produções quando essa hortaliça foi cultivada sob malhas de sombreamento de 40% e 50%.

### ALFACE

O tratamento com ausência de faixas de flemingia proporcionou um ganho de peso na matéria seca de alface, os valores médios foram de 12,33 gramas na ausência de adubação de cobertura (0 kg N ha<sup>-1</sup>) e de 12,85 gramas quando recebeu adubação de cobertura com torta de mamona (50 kg N ha<sup>-1</sup>). Para este mesmo tratamento a variável diâmetro, apresenta valor médio de 31,0 cm na ausência de adubação de cobertura (0 kg N ha<sup>-1</sup>) e quando recebeu a torta de mamona aos 15 dias após transplante o valor médio foi de 31,25 cm. Para a variável, número de folhas, o valor médio foi de 22,0 na ausência de adubação de cobertura e de 23,75 quando recebeu adubação de cobertura (50 kg N ha<sup>-1</sup>). Enfim, a matéria fresca da alface foi de 250 gramas na ausência de adubação de cobertura e de 285 gamas quando recebeu adubação de cobertura (50 kg N ha<sup>-1</sup>).

O tratamento onde a aléia recebeu um corte a 1,2 m de altura e houve a deposição da palhada da leguminosa sobre os canteiros o valor médio da matéria seca foi de 10,04 na ausência de adubação de cobertura (0 kg N ha<sup>-1</sup>) e de 10,90 gramas quando recebeu adubação de cobertura com torta de mamona (50 kg N ha<sup>-1</sup>). Para o diâmetro, o valor médio foi de 29,75 cm na ausência de adubação de cobertura (0 kg N ha<sup>-1</sup>) e de 30,25 cm quando recebeu adubação de cobertura com torta de mamona (50 kg N ha<sup>-1</sup>). Em relação ao número de folhas o valor médio foi de 22 por cabeça de alface na ausência de adubação de cobertura (0 kg N ha<sup>-1</sup>) e de 23,75 quando recebeu adubação de cobertura com torta de mamona (50 kg N ha<sup>-1</sup>). Para matéria fresca o valor chegou a 247 gramas na ausência de adubação de cobertura e de 280 gamas quando recebeu adubação de cobertura (50 kg N ha<sup>-1</sup>).

Enfim, para o tratamento onde a flemingia não recebeu corte mantendo-se com aproximadamente 3,5 m de altura o valor médio da matéria seca foi o que sofreu maior decréscimo em relação aos demais tratamentos, sendo que quando não recebeu adubação de cobertura foi de 8,42 gramas e quando recebeu adubação de cobertura com torta de mamona (50 kg N ha<sup>-1</sup>) foi de 9,77 gramas. Para o diâmetro, o valor médio foi de 29,7 cm na ausência de adubação de cobertura (0 kg N ha<sup>-1</sup>) e de 30,0 cm quando

recebeu adubação de cobertura com torta de mamona ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ). Em relação ao número de folhas o valor médio foi de 27,5 na ausência de adubação de cobertura ( $0 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) e de 28,0 quando recebeu adubação de cobertura com torta de mamona ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ). Para matéria fresca o valor chegou a 110 gramas na ausência de adubação de cobertura e de 123 gamas quando recebeu adubação de cobertura ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ).

### CHICÓRIA

A chicória seguiu um mesmo padrão de comportamento que alface. Para o tratamento testemunha, o peso da matéria seca de chicória foi em média de 15,95 gramas na ausência de adubação de cobertura ( $0 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) e de 18,41 gramas quando recebeu adubação de cobertura com torta de mamona ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ). Para este mesmo tratamento a variável diâmetro, apresenta valor médio de 32,0 cm na ausência de adubação de cobertura ( $0 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) e quando recebeu a torta de mamona aos 15 dias após transplante o valor médio foi de 32,25 cm. Para a variável, número de folhas, o valor médio foi de 30,0 na ausência de adubação de cobertura e de 31,0 quando recebeu adubação de cobertura ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ). Enfim, a matéria fresca da chicória foi de 484 gramas na ausência de adubação de cobertura e de 556 gamas quando recebeu adubação de cobertura ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ).

O tratamento onde a flemingia recebeu um corte a 1,2 m de altura e houve a deposição da palhada da leguminosa sobre os canteiros o valor médio da matéria seca foi de 12,75 na ausência de adubação de cobertura ( $0 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) e de 14,90 gramas quando recebeu adubação de cobertura com torta de mamona ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ). Para o diâmetro, o valor médio foi de 31,25 cm na ausência de adubação de cobertura ( $0 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) e de 31,50 cm quando recebeu adubação de cobertura com torta de mamona ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ). Em relação ao número de folhas o valor médio foi de 29,5 na ausência de adubação de cobertura ( $0 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) e de 30,0 quando recebeu adubação de cobertura com torta de mamona ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ). Para matéria fresca o valor chegou a 362 gramas na ausência de adubação de cobertura e de 370 gamas quando recebeu adubação de cobertura ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ).

Para o tratamento onde a flemingia não recebeu corte mantendo-se com aproximadamente 3,5 m de altura o valor médio da matéria seca foi o que sofreu maior decréscimo em relação aos demais tratamentos, sendo que quando não recebeu adubação de cobertura foi de 10,0 gramas e quando recebeu adubação de cobertura com torta de mamona ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) o valor foi de 10,56 gramas. Para o diâmetro, o valor médio foi de 29,75 cm na ausência de adubação de cobertura ( $0 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) e de 30,0 cm quando recebeu adubação de cobertura com torta de mamona ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ). Em relação ao número de folhas o valor médio foi de 27,5 na ausência de adubação de cobertura ( $0 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) e de 28,0 quando recebeu adubação de cobertura com torta de mamona ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ). Para matéria fresca o valor chegou a 180 gramas na ausência de adubação de cobertura e de 214 gamas quando recebeu adubação de cobertura ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ).

### RÚCULA

Para rúcula o peso médio da matéria seca chegou ao valor de 14,4 gramas quando não recebeu adubação de cobertura ( $0 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) e, quando se aplicou  $50 \text{ kg N ha}^{-1}$  na

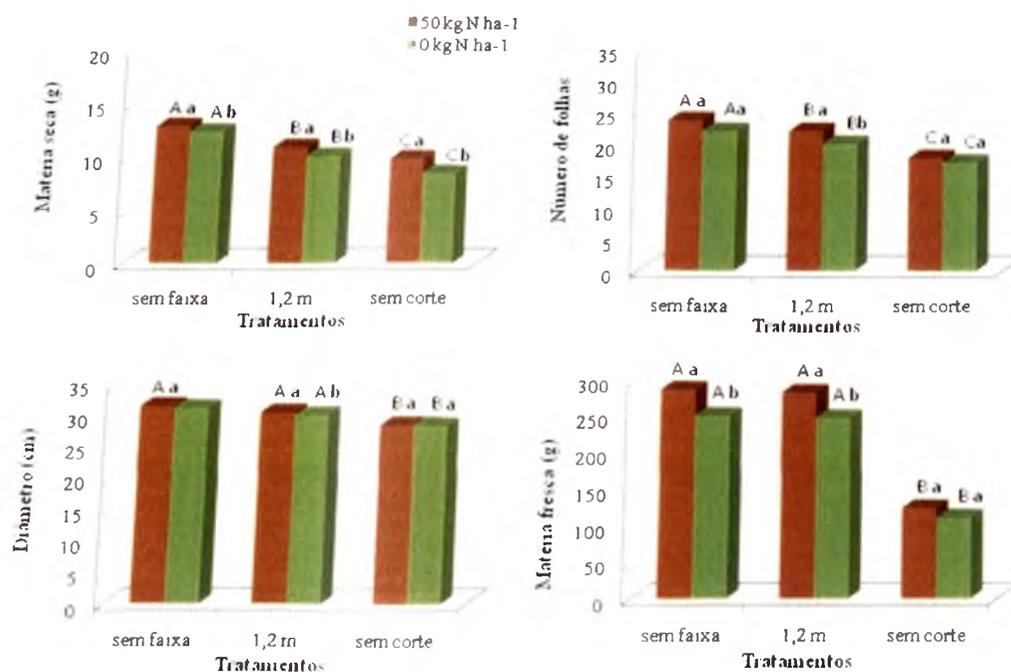
forma de torta de mamona o peso médio da matéria seca foi de 15,80 gramas para o tratamento testemunha o qual se apresenta com ausência de aléias de flemingia. Para esse mesmo tratamento o diâmetro médio foi de 21,5 cm quando não recebeu adubação de cobertura ( $0 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) e de 23,7 cm quando se aplicou  $50 \text{ kg N ha}^{-1}$  na forma de torta de mamona, o número médio de folhas das plantas de rúcula foi de 24,6 quando não recebeu adubação de cobertura ( $0 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) e, quando se aplicou  $50 \text{ kg N ha}^{-1}$  na forma de torta de mamona o valor foi de 25,3 folhas. Enfim, a matéria fresca da rúcula foi de 77 gramas na ausência de adubação de cobertura e de 108 gamas quando recebeu adubação de cobertura ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ).

O tratamento onde a flemingia recebeu um corte a 1,2 m de altura e houve a deposição da palhada da leguminosa sobre os canteiros o valor médio da matéria seca foi de 11,21 gramas, na ausência de adubação de cobertura ( $0 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) e de 12,47 gramas quando recebeu adubação de cobertura com torta de mamona ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ). Para o diâmetro o valor médio foi de 22,0 cm na ausência de adubação de cobertura ( $0 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) e de 22,1 cm quando recebeu adubação de cobertura com torta de mamona ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ). Em relação ao número de folhas o valor médio foi de 23,5 na ausência de adubação de cobertura ( $0 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) e de 24,4 quando recebeu adubação de cobertura com torta de mamona ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ). Para matéria fresca o valor chegou a 79 gramas na ausência de adubação de cobertura e de 94 gamas quando recebeu adubação de cobertura ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ).

Enfim, para o tratamento onde a aléia não recebeu corte mantendo-se com aproximadamente 3,5 m de altura o valor médio da matéria seca foi o que sofreu maior decréscimo em relação aos demais tratamentos, sendo que quando não recebeu adubação de cobertura esse valor foi de 7,36 gramas e quando recebeu adubação de cobertura com torta de mamona ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) foi de 7,75 gramas. Para o diâmetro, o valor médio foi de 18,0 cm na ausência de adubação de cobertura ( $0 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) e de 20,5 cm quando recebeu adubação de cobertura com torta de mamona ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ). Em relação ao número de folhas o valor médio foi de 17,10 na ausência de adubação de cobertura ( $0 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) e de 19,33 quando recebeu adubação de cobertura com torta de mamona ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ). Para matéria fresca o valor chegou a 46 gramas na ausência de adubação de cobertura e de 51 gamas quando recebeu adubação de cobertura ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ).

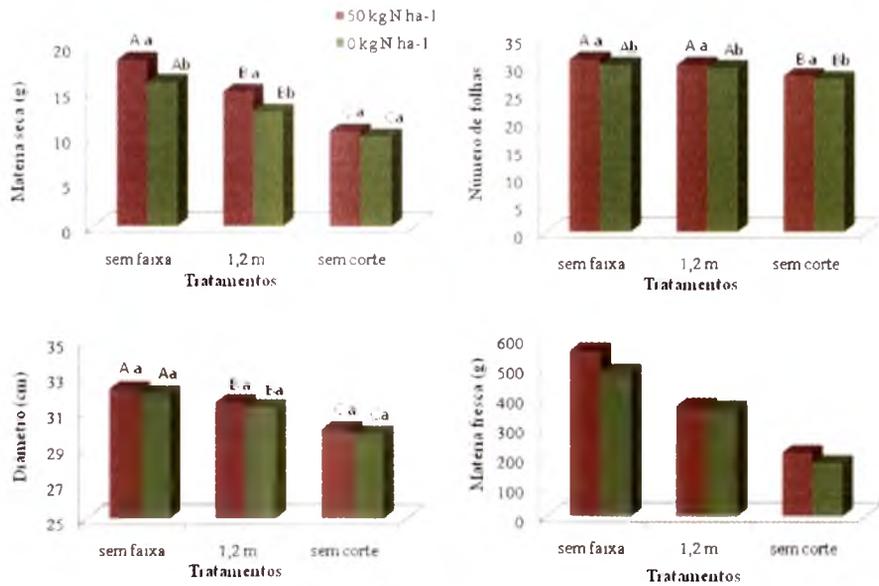
A radiação luminosa é um recurso vital para a fotossíntese e desenvolvimento das plantas, exercendo um papel importante na habilidade competitiva entre espécies. Quando plantas estão consorciadas, a quantidade de luz que atinge suas folhas pode se tornar limitante, e a competição por esse fator pode começar a ocorrer (GLIESSMAN, 2005), pois o balanço de energia proporcionado pela luminosidade no interior do dossel torna-se mais complexo quando comparado a um dossel homogêneo de monoculturas, devido às diferenças entre espécies, como altura, arquitetura da copa, taxa fotossintética e partição de fotoassimilados (SINOQUET & BONHONE, 1992; KEATING & CARBERRY, 1993). De acordo com RADOSEVICH (1997), a luz tem um importante papel na relação de interferência entre espécies. Assim como RAJCAN & SWANTON (2001), afirmam que a qualidade e quantidade são os componentes da radiação que afetam o resultado da competição entre plantas. A intensidade luminosa da radiação

interceptada pela flemingia que constitui a aléia determina a fotossíntese no dossel das hortaliças, enquanto a qualidade da radiação é a variável que regula a morfologia da planta. Ambos os componentes são modificados numa condição de competição no consórcio estabelecido no estudo, em comparação a uma testemunha e, como consequência altera-se a acumulação de biomassa. Segundo SALISBURY & ROSS (1991), plantas que crescem sob ou dentro do dossel de outras plantas podem ficar expostas a reduzidas quantidades de radiação fotossinteticamente ativa e também recebem radiação de qualidade diferente daquela recebida por aquelas que crescem a pleno sol. De acordo com GLIESSMAN (2005), em intensidades de luz muito altas, os pigmentos fotossintéticos ficam saturados, esse nível de intensidade luminosa é chamado de ponto de saturação. Por outro lado, níveis baixos de luz podem levar uma planta ao ponto de compensação de luz, ou o nível de intensidade luminosa em que a qualidade de fotossíntese produzida é igual à necessária para a respiração.



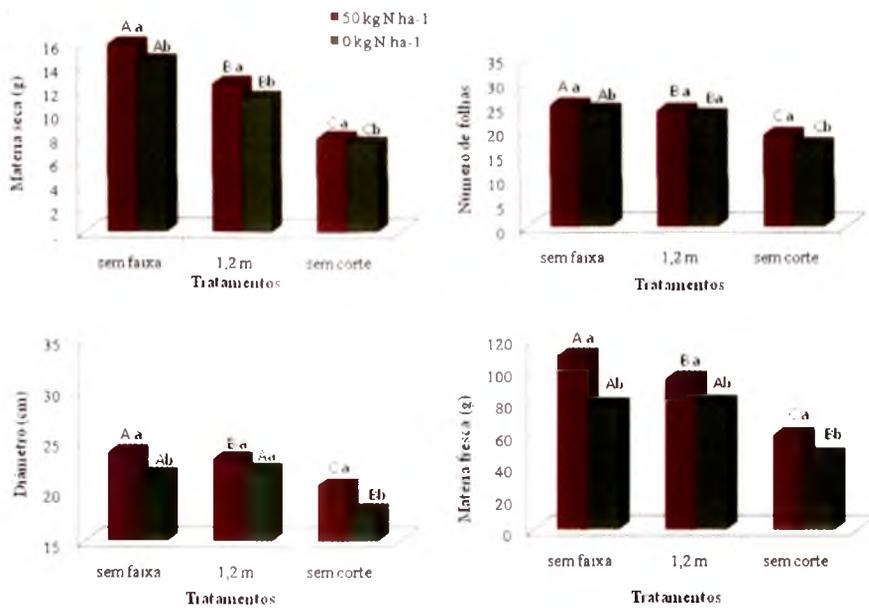
**Figura 8.** Quantificação das variáveis de produtividade: matéria seca (g); número de folhas; diâmetro (cm) e matéria fresca em alface, avaliadas após a colheita.

\*médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade e, médias dentro de cada tratamento seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.



**Figura 9.** Quantificação das variáveis de produtividade: matéria seca (g); número de folhas; diâmetro (cm) e matéria fresca em chicória, avaliadas após a colheita.

\*médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade e médias dentro de cada tratamento, seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.



**Figura 10.** Quantificação das variáveis de produtividade: matéria seca (g); número de folhas; diâmetro (cm) e matéria fresca em rúcula, avaliadas após a colheita.

\*médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade e médias dentro de cada tratamento, seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

### 15.1.2 Transferência de nitrogênio para as hortaliças (diluição isotópica $^{15}\text{N}$ )

Essa avaliação somente foi realizada no ano de 2010, devido ao alto custo para aplicação da técnica. Verifica-se na Tabela 12, que a alface, chicória e rúcula, marcadas com  $^{15}\text{N}$  no campo e que não receberam a adubação verde proveniente da palhada de flemingia sobre os canteiros e nem adubação de cobertura com torta de mamona, apresentam respectivamente, um enriquecimento na matéria seca de 2,717%, 2,553% e 2,141% de átomos em excesso de  $^{15}\text{N}$  e, um enriquecimento de 1,870%, 2,00% e 2,021% de átomos em excesso de  $^{15}\text{N}$  para essas mesmas hortaliças, quando receberam 50 kg de N ha<sup>-1</sup> em cobertura com torta de mamona. Para os tratamentos que receberam palhada de flemingia sobre os canteiros, provendo adubação verde de hortaliças, o enriquecimento foi de 2,222%, 2,329% e 1,919% de átomos em excesso de  $^{15}\text{N}$ , em alface, chicória e rúcula quando não receberam adubação de cobertura (0 kg de N) e, quando receberam adubação de cobertura (50 kg de N ha<sup>-1</sup>), o enriquecimento foi de 1,870%, 2,236% e 1,676% de átomos em excesso de  $^{15}\text{N}$ , respectivamente. As três espécies de hortaliças avaliadas no experimento receberam a mesma dose de N e com o mesmo enriquecimento de  $^{15}\text{N}$  (15 kg ha<sup>-1</sup> de N-uréia com 10% de átomos em excesso de  $^{15}\text{N}$ ). Percebe-se que quando as hortaliças receberam a adubação verde, oriunda da biomassa aérea de flemingia no cultivo em aléias, ocorreu uma redução dos átomos em excesso da matéria seca das três espécies de hortaliças avaliadas, isso indica uma transferência de nitrogênio oriunda da leguminosa, que tende a apresentar maiores quantidades de  $^{14}\text{N}$  em sua biomassa, uma vez que a espécie é considerada uma planta eficiente no processo de fixação biológica de nitrogênio (FBN) (SALMI, 2008), favorecendo dessa forma a diluição do  $^{15}\text{N}$  oriundo do enriquecimento com o adubo marcado, evidenciando essa transferência (AMBROSANO et al., 2003; PAULINO et al., 2009). A percentagem de nitrogênio derivado da adubação verde (% NdAV) foi de 12 % na alface, 8 % na chicória e 14 % na rúcula (Tabela 2). Ao receber adubação de cobertura com torta de mamona, que apresenta 5% de N em sua constituição, aplicado em uma dose de 50 kg de N ha<sup>-1</sup> observa-se diminuição da quantidade de átomos em excesso de  $^{15}\text{N}$  nas três hortaliças avaliadas (Tabela 12).

A maior parte do N contido nas hortaliças proveio do solo, todavia a contribuição do adubo verde é de extrema importância na nutrição nitrogenada dessas plantas. Muitas vezes o N orgânico do solo influencia também na percentagem de nitrogênio derivado da adubação verde (LIANG & MACKENZIE, 1994) em virtude da grande interação que o N do fertilizante pode sofrer com o N orgânico do solo. O relativo baixo aproveitamento pelas hortaliças do N oriundo da flemingia, pode ser atribuído principalmente à lenta liberação do N de adubos verdes, pela sua relação C/N, seguindo, assim, um padrão gradual de mineralização (MURAOKA et al., 2002) e, o ciclo curto dessas culturas avaliadas no presente estudo. Esse fato é favorecido ainda pela não incorporação dos resíduos sobre os canteiros (SÁ, 1996; AMADO et al., 2002; LARA CABEZAS et al., 2004). PAULINO et al., (2009) verificaram uma contribuição de 22,9% transferidos da crotalaria para a cultura da berinjela.

**Tabela 12.** Produção de matéria seca das hortaliças, quantidade de átomos de  $^{15}\text{N}$  em excesso e percentagem de nitrogênio derivado da adubação verde (% *NdAV*).

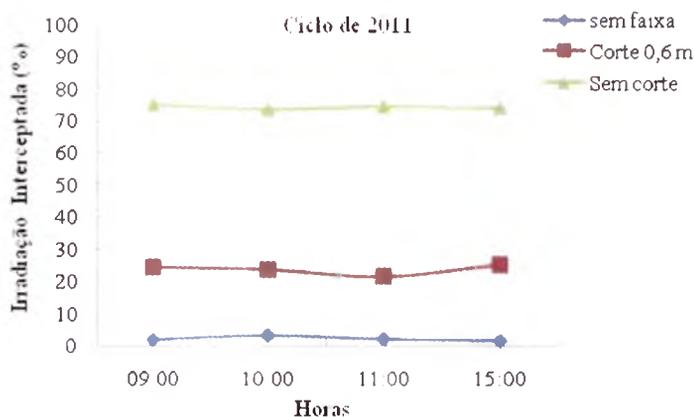
Cultura	Tratamento	Matéria seca (g)	Átomos de $^{15}\text{N}$ em excesso (%)	% <i>NdAV</i>
Alface	0 kg N	12,33	2,717	
	50 kg N	12,85	2,404	---
	0 kg N + flemingia	10,03	2,222	12,17
	50 kg N + flemnigia	10,90	1,870	---
Chicória	0 kg N	15,95	2,553	
	50 kg N	18,42	2,000	---
	0 kg N + flemingia	12,75	2,329	8,17
	50 kg N + flemnigia	14,90	2,236	---
Rúcula	0 kg N	14,39	2,141	
	50 kg N	15,80	2,021	---
	0 kg N + flemingia	11,21	1,919	14,63
	50 kg N + flemnigia	12,47	1,676	---

### 15.1.3 Cultivo no ano de 2011

Observando a queda nas variáveis agrônômicas de produtividade avaliadas quando as hortaliças são submetidas ao cultivo em aléias com corte a 1,2 de altura, referente ao cultivo do ano de 2010, cujo sombreamento mostrou-se excessivo e, com o propósito de se adequar o manejo fitotécnico desta espécie de leguminosa voltado para produção de hortaliças em sistema de cultivo em aléias, os dados relatados nessa primeira fase do estudo, serviram de base para uma segunda fase da avaliação, onde o corte da leguminosa foi reduzido a uma altura reduzida, substituindo o tratamento com corte a 1,2 m para um corte a 0,6 m do nível do solo, com a deposição da palhada flemingia oriunda do corte, sobre a superfície do canteiro. O aporte de matéria seca sobre os canteiros que receberam corte a 0,6 cm foi de 2,5 Mg MS ha<sup>-1</sup>. Essa nova altura de corte adotada na segunda fase do estudo possibilitou maior entrada de luz no dossel das hortaliças (Figura 16), proporcionando um melhor desempenho agrônômico em relação às variáveis analisadas para as três culturas de hortaliças testadas, neste caso, alface, chicória e rúcula (Figura 17, 18 e 19).

A adubação verde parece ter favorecido a nutrição nitrogenada da alface e chicória, isto é evidenciado quando, os parâmetros avaliados superaram o tratamento testemunha, quando este recebeu 0 kg N ha<sup>-1</sup> na adubação de cobertura (Figura 17, 18). Para a rúcula este melhor desempenho não foi observado, possivelmente pela cultura apresentar menor ciclo em número de dias, em relação à alface e a chicória, esse efeito da palhada de flemingia aparentemente não surtiu o efeito esperado, de forma a favorecer os atributos avaliados. Por isso, KANG et al., (1994) sugerem que o sucesso dos sistemas de cultivo em faixas ou aléias, depende de estudos realizados para

estabelecer o manejo adequado a cada condição específica, que varia em função da cultura de interesse econômico, do clima e do solo da região.



**Figura 11.** Irradiação média interceptada ao nível do solo no ciclo de 2011, em função dos tratamentos adotados nas faixas de flemingia.

#### ALFACE

Para o tratamento em que a flemingia não recebeu corte, percebe-se queda nas variáveis avaliadas em relação aos demais tratamentos, como observado no cultivo do ano de 2010. O tratamento testemunha proporcionou um ganho de peso na matéria seca de alface, de 12,22 gramas na ausência de adubação de cobertura ( $0 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) e de 12,80 gramas quando recebeu adubação de cobertura com torta de mamona ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ). Para este mesmo tratamento a variável diâmetro apresenta valor médio de 30,0 cm na ausência de adubação de cobertura ( $0 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) e quando recebeu a torta de mamona aos 15 dias após transplante o valor médio foi de 30,25 cm. Para a variável, número de folhas, o valor médio foi de 22,0 na ausência de adubação de cobertura e de 23,0 quando recebeu adubação de cobertura ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ). Enfim, a matéria fresca da alface foi de 261 gramas na ausência de adubação de cobertura e de 316 gamas quando recebeu adubação de cobertura ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ).

O tratamento onde a flemingia recebeu um corte a 0,6 m de altura com deposição da palhada de flemingia sobre os canteiros, o valor médio da matéria seca foi de 12,71 gramas na ausência de adubação de cobertura ( $0 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) e de 12,90 gramas quando recebeu adubação de cobertura com torta de mamona ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ). Para o diâmetro, o valor médio foi de 30,23 cm na ausência de adubação de cobertura ( $0 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) e de 30,29 cm quando recebeu adubação de cobertura com torta de mamona ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ). Em relação ao número de folhas o valor médio foi de 22,5 por cabeça de alface na ausência de adubação de cobertura ( $0 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) e de 23,3 quando recebeu adubação de cobertura com torta de mamona ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ). Para matéria fresca o valor chegou a 254 gramas na ausência de adubação de cobertura e de 319 gamas quando recebeu adubação de cobertura ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ).

Enfim, para o tratamento onde a flemingia não recebeu corte mantendo-se com aproximadamente 3,5 m de altura o valor médio da matéria seca foi o que sofreu maior decréscimo em relação aos demais tratamentos, sendo que quando não recebeu adubação de cobertura foi de 9,34 gramas e quando recebeu adubação de cobertura com torta de mamona ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) foi de 9,52 gramas. Para o diâmetro o valor médio foi de 28,0 cm na ausência de adubação de cobertura ( $0 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) e de 28,2 cm quando recebeu adubação de cobertura com torta de mamona ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ). Em relação ao número de folhas o valor médio foi de 17,5 para alface na ausência de adubação de cobertura ( $0 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) e de 17,75 quando recebeu adubação de cobertura com torta de mamona ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ). Para matéria fresca o valor chegou a 133 gramas na ausência de adubação de cobertura e de 190 gamas quando recebeu adubação de cobertura ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) (Figura 17).

### CHICÓRIA

Assim como para alface, a chicória seguiu um mesmo padrão de comportamento. Sendo que para o tratamento testemunha o peso na matéria seca de chicória foi em média de 16,85 gramas na ausência de adubação de cobertura ( $0 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) e de 18,0 gramas quando recebeu adubação de cobertura com torta de mamona ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ). Para este mesmo tratamento a variável diâmetro apresenta valor médio de 32,0 cm na ausência de adubação de cobertura ( $0 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) e quando recebeu a torta de mamona aos 15 dias após transplante o valor médio foi de 32,1 cm. Para a variável, número de folhas, o valor médio foi de 30,7 na ausência de adubação de cobertura e de 31,0 quando recebeu adubação de cobertura ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ). Enfim, a matéria fresca da chicória foi de 485 gramas na ausência de adubação de cobertura e de 525 gamas quando recebeu adubação de cobertura ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ).

O tratamento onde a flemingia recebeu um corte a 0,6 m de altura com deposição da palhada da leguminosa sobre os canteiros o valor médio da matéria seca foi de 17,8 gramas na ausência de adubação de cobertura ( $0 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) e de 18,1 gramas quando recebeu adubação de cobertura com torta de mamona ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ). Para o diâmetro da cabeça o valor médio foi de 31,8 cm na ausência de adubação de cobertura ( $0 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) e de 32,2 cm quando recebeu adubação de cobertura com torta de mamona ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ). Em relação ao número de folhas o valor médio foi de 30,7 na ausência de adubação de cobertura ( $0 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) e de 31,0 quando recebeu adubação de cobertura com torta de mamona ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ). Para matéria fresca o valor chegou a 254 gramas na ausência de adubação de cobertura e de 319 gamas quando recebeu adubação de cobertura ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ). Para matéria fresca o valor chegou a 472 gramas na ausência de adubação de cobertura e de 492 gamas quando recebeu adubação de cobertura ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ).

Enfim, para o tratamento onde a flemingia não recebeu corte mantendo-se com aproximadamente 3,5 m de altura o valor médio da matéria seca foi o que sofreu maior decréscimo em relação aos demais tratamentos, sendo que quando não recebeu adubação de cobertura foi de 10,0 gramas e quando recebeu adubação de cobertura com torta de mamona ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) o valor foi de 11,0 gramas. Para o diâmetro, o valor médio foi de 29,6 cm na ausência de adubação de cobertura ( $0 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) e de 30,2 cm quando recebeu adubação de cobertura com torta de mamona ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ). Em relação

ao número de folhas o valor médio foi de 27,5 para chicória na ausência de adubação de cobertura ( $0 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) e de 28,0 quando recebeu adubação de cobertura com torta de mamona ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ). Para matéria fresca o valor chegou a 180 gramas na ausência de adubação de cobertura e de 212 gamas quando recebeu adubação de cobertura ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) (Figura 18).

### RÚCULA

Para rúcula o peso médio da matéria seca chegou ao valor de 14,18 gramas quando não recebeu adubação de cobertura ( $0 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) e, quando se aplicou  $50 \text{ kg N ha}^{-1}$  na forma de torta de mamona o peso médio da matéria seca foi de 14,32 gramas para o tratamento testemunha o qual se apresenta com ausência de faixas de flemingia. Para esse mesmo tratamento o diâmetro médio foi de 21,5 cm quando não recebeu adubação de cobertura ( $0 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) e de 23,75 cm quando se aplicou  $50 \text{ kg N ha}^{-1}$  na forma de torta de mamona, o número médio de folhas das plantas de rúcula foi de 24,0 quando não recebeu adubação de cobertura ( $0 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) e, quando se aplicou  $50 \text{ kg N ha}^{-1}$  na forma de torta de mamona o valor foi de 25,0 folhas. Enfim, a matéria fresca da chicória foi de 79 gramas na ausência de adubação de cobertura e de 111 gamas quando recebeu adubação de cobertura ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ).

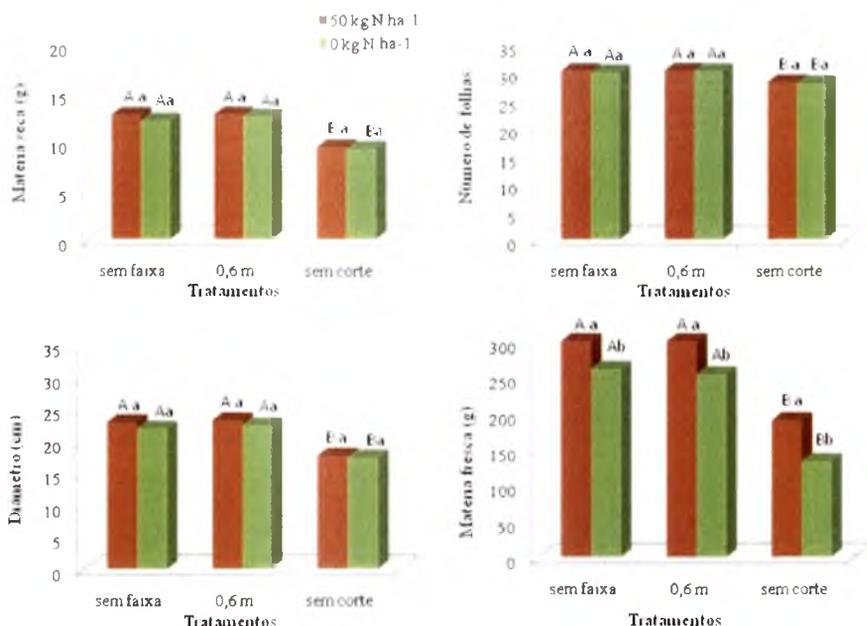
O tratamento onde a flemingia recebeu um corte a 0,6 m de altura com deposição da palhada da leguminosa sobre os canteiros o valor médio da matéria seca foi de 13,23 gramas, na ausência de adubação de cobertura ( $0 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) e de 14,0 gramas quando recebeu adubação de cobertura com torta de mamona ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ). Para o diâmetro o valor médio foi de 22,0 cm na ausência de adubação de cobertura ( $0 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) e de 23,1 cm quando recebeu adubação de cobertura com torta de mamona ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ). Em relação ao número de folhas o valor médio foi de 23,0 na ausência de adubação de cobertura ( $0 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) e de 24,0 quando recebeu adubação de cobertura com torta de mamona ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ). Para matéria fresca o valor chegou a 77 gramas na ausência de adubação de cobertura e de 96 gamas quando recebeu adubação de cobertura ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ).

Enfim, para o tratamento onde a flemingia não recebeu corte mantendo-se com aproximadamente 3,5 m de altura o valor médio da matéria seca foi o que sofreu maior decréscimo em relação aos demais tratamentos, sendo que quando não recebeu adubação de cobertura esse valor foi de 7,22 gramas e quando recebeu adubação de cobertura com torta de mamona ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) foi de 8,0 gramas. Para o diâmetro, o valor médio foi de 19,0 cm na ausência de adubação de cobertura ( $0 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) e de 21,0 cm quando recebeu adubação de cobertura com torta de mamona ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ). Em relação ao número de folhas o valor médio foi de 17,0 na ausência de adubação de cobertura ( $0 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) e de 19,0 quando recebeu adubação de cobertura com torta de mamona ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ). Para matéria fresca o valor chegou a 45 gramas na ausência de adubação de cobertura e de 58 gamas quando recebeu adubação de cobertura ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) (Figura 19).

Os resultados mostraram que as hortaliças que receberam esta biomassa se apresentaram mais tenras, ou seja, do ponto de vista comercial mais interessante para o consumo. RIBAS et al., (2003) observaram que no consórcio entre quiabo e crotalária, a

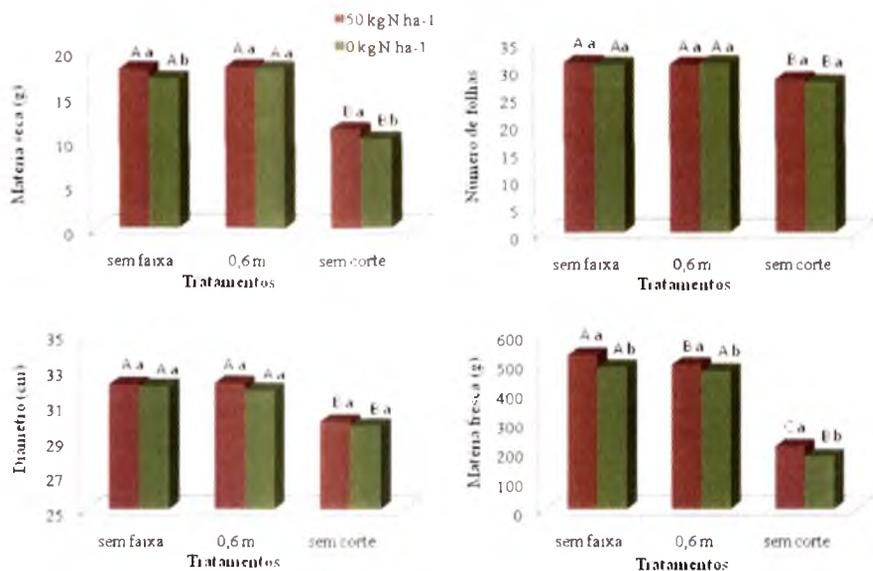
hortaliça teve significativo aumento de produtividade após o corte da leguminosa que foi depositada na forma de *mulching*. Possivelmente, a redução da variação térmica do solo proporcionado pela adubação verde igualmente a situações de plantio direto conforme WILDNER (2005) favorecem um desenvolvimento equivalente de matéria seca entre os tratamentos e, ao mesmo tempo, conserva a umidade do solo beneficiando uma maior turgescência das plantas no tratamento que recebeu adubação verde (CHAVES & CALEGARI, 2001). Também é importante lembrar que o efeito da adubação verde não acontece num curto espaço de tempo (FILGUEIRA, 2003), e que as diferenças possivelmente podem surgir com o manejo continuado da área ao longo dos dois anos consecutivos de cultivo do experimento. No Sri Lanka em plantações de chá nos altiplanos estudos de De COSTA & ATAPUTTO, (2001) mostram que por apresentar elevada capacidade de produção de biomassa e ainda, podendo ser podada freqüentemente, *flemingia* torna-se uma espécie interessante em sistemas de consórcio, por evitar perdas de nutrientes por lixiviação, assegurando um solo enriquecido em matéria orgânica ao longo do tempo. Segundo SOUZA & ALCÂNTARA, (2008) a adubação verde pode complementar a adubação com composto sem diferença de produtividade, o que contribui na redução de custos de produção e do aporte de nutrientes externos à propriedade, viabilizando a substituição da adubação mineral.

Com relação ao sucesso deste sistema de consórcio no ano de 2011, observou-se que à medida que se reduz a competição por energia luminosa, neste caso, reduzindo altura de corte da aléia de 1,2 m para 0,6 m em relação ao nível do solo, há maior entrada de luz no dossel permitindo melhor desenvolvimento e crescimento das hortaliças avaliadas. Outros autores observaram incremento em parâmetros de produtividade em vários sistemas consorciados (OLIVEIRA et al., 2006).



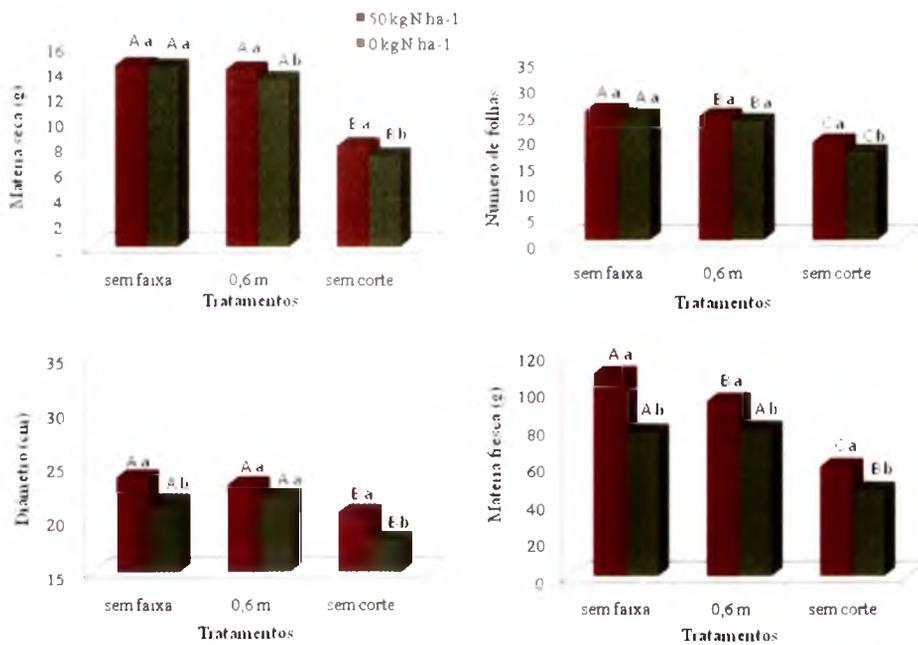
**Figura 12.** Quantificação das variáveis de produtividade: matéria seca (g); número de folhas; diâmetro (cm) e matéria fresca em alface, avaliadas após a colheita.

\*médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade e médias dentro de cada tratamento, seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.



**Figura 18.** Quantificação das variáveis de produtividade: matéria seca (g); número de folhas; diâmetro (cm) e matéria fresca em chicória, avaliadas após a colheita.

\*médias entre cada tratamento seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade e médias dentro de cada tratamento, seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.



**Figura 19.** Quantificação das variáveis de produtividade: matéria seca (g); número de folhas; diâmetro (cm) e matéria fresca em rúcula, avaliadas após a colheita.

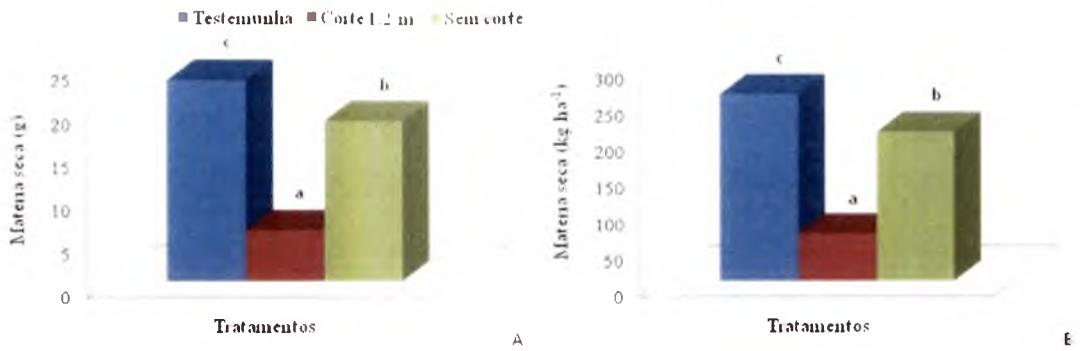
\*médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade e, médias dentro de cada tratamento, seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

### 15.2 Influência da flemingia na comunidade de plantas de ocorrência espontânea

A avaliação da incidência de plantas espontâneas no cultivo em aléias de flemingia foi realizada somente no ano de 2010. A deposição da biomassa de flemingia equivaleu a 2,8 Mg MS ha<sup>-1</sup> sobre os canteiros onde a faixa recebeu o corte. Mostrando-se eficiente no controle das plantas espontâneas, provavelmente pela alteração na incidência de luz sobre o banco de sementes no solo, desfavorecendo sua germinação. A espécie apresenta folhas largas, o que deu origem a nomenclatura da espécie *macrophylla*, oriundo do grego, onde *macro* significa grande, e *phylla* significa folha, portanto essa leguminosa das folhas grandes tem a capacidade de formar um excelente “mulch” denso, devido à elevada produção de biomassa, esta característica associada a uma baixa taxa de decomposição da parte aérea, torna a espécie satisfatória ao ser empregada com este objetivo (BANFUL et al., 2007; HENROT & BRUSSARD, 1999; BUDELMAN & SIREGAR, 1997). Dessa forma os canteiros cultivados com as hortaliças testadas ficam protegidos com essa camada de folhas e caules, proporcionando uma boa cobertura sobre o solo. Essa proteção, proporcionada pela palhada de flemingia, até os 18 dias após transplante, ocasião em que se realizaram as amostragens das plantas espontâneas na área em estudo, para que posteriormente, uma capina fosse realizada, mostrou-se bastante eficiente no controle de plantas espontâneas, ou seja, na redução da infestação, diminuindo assim, a competição por água e nutrientes entre as hortaliças e as plantas espontâneas, favorecendo a conservação da umidade do

solo e reduzindo risco de erosão laminar nos canteiros, proporcionado pela palhada que provê proteção ao solo.

A infestação pelas plantas espontâneas foi avaliada somente no cultivo do ano de 2010 na área experimental por ocasião dos diferentes tratamentos adotados nas aléias de flemingia. Esta infestação foi significativamente reduzida pela deposição da palhada da leguminosa sobre os canteiros cultivados, seguido do tratamento onde não houve corte da flemingia, seguido do tratamento testemunha, ou seja, ausência das aléias de flemingia, onde a infestação foi significativamente maior, quando comparada aos demais tratamentos (Figura 21). Esta eficácia do controle da população de plantas espontâneas pela leguminosa reflete-se em alterações pronunciadas quanto aos valores de luz incidente, temperatura e umidade do solo afetando as taxas de germinação relativas ao banco de sementes (ALTIERI, 1998; CONSTANTIN, 2001). Observa-se que o tratamento que não recebeu o corte na aléia de flemingia, o próprio sombreamento excessivo nos canteiros, ocasionado pela arquitetura das plantas de flemingia prejudicam o surgimento de plantas espontâneas na área, reduzindo o grau de infestação em relação ao tratamento testemunha, que recebe uma incidência luminosa direta, e dessa forma permite o surgimento dessas plantas entre as hortaliças cultivadas (Figura 20). BANFUL et al., (2007) relata que a arquitetura e a produção de biomassa interferem na capacidade de diferentes leguminosas em suprimir plantas daninhas. Este mesmo autor relata em sua pesquisa uma produção de biomassa das plantas espontâneas de  $1,85 \text{ Mg MS ha}^{-1}$ , onde havia uma deposição média de biomassa da parte aérea de flemingia de  $1,78 \text{ Mg MS ha}^{-1}$ . Para o presente trabalho encontrou-se  $0,07 \text{ Mg MS ha}^{-1}$  de biomassa das plantas espontâneas, esse fato pode ser esclarecido devido a maior produção de biomassa da leguminosa que foi de  $2,8 \text{ Mg MS ha}^{-1}$  e posteriormente depositada sobre os canteiros, proporcionando uma cobertura mais densa e eficiente no controle dessas plantas de crescimento espontâneo. Estudos de YAMOAHA et al., (1986) mostram uma baixa produção de biomassa de plantas espontâneas em um sistema de cultivo em aléias de flemingia, devido a habilidade desta espécie na supressão dessas plantas. FAVERO et al., (2001), estudando feijão-de-porco, feijão-bravo-do-ceará, mucuna-preta, lab-lab e guandu no controle de plantas invasoras, observaram que a mucuna-preta destacou-se das demais quanto à capacidade de recobrir o solo e abafar as plantas invasoras. EIRAS et al., (2011) destaca o potencial da leguminosa feijão de porco na supressão de plantas daninhas pelo efeito alelopático e abafamento exercido pela palhada desta leguminosa.



**Figura 20.** Biomassa das plantas de ocorrência espontânea associadas aos tratamentos das aléias de flemingia aos 15 dias após plantio das hortaliças. (A) Matéria seca em gramas; (B) Matéria seca em kg ha<sup>-1</sup>.

\*médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

## 16. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em conseqüência a recente discussão sobre o desenvolvimento sustentável, atualmente o grande desafio dos estudos sobre adubos verdes é o uso eficiente dessas plantas em diversos sistemas de produção. É importante salientar a importância de novas pesquisas sobre a capacidade de ciclagem de outros macro e micro nutrientes que *Flemingia macrophylla* pode ser capaz de proporcionar, principalmente por apresentar sistema radicular profundo e profuso, capaz de explorar grandes volumes de solo em profundidade. Sendo de grande importância a sincronia entre a liberação de nutrientes e sua transferência as culturas de interesse econômico a serem consorciadas nas aléias formadas com faixas da leguminosa.

Durante a condução do experimento não houve a necessidade da realização de controle de nenhuma praga ou doença nas hortaliças herbáceas avaliadas durante os dois anos de cultivo sob sistema de cultivo em aléias.

## 17. CONCLUSÕES

1. A espécie apresenta elevada produção de biomassa aérea rica em nitrogênio, podendo ser podada periodicamente, potencializando o aporte desse elemento ao sistema, sendo que a altura de corte influencia no vigor da rebrota.
2. A taxa de liberação dos nutrientes na parte aérea de flemingia, tanto para folha, caule e caule+folha, apresenta padrões semelhantes, sendo maior para o K.
3. A biomassa aérea da leguminosa flemingia contribuiu com 12% do nitrogênio da fixação biológica para alface, 8% para a chicória e 14% para a rúcula.
4. O cultivo orgânico de hortaliças em sistema de cultivo em aléias de flemingia proporciona ganhos de produtividade, quando se aplica um corte de 0,6 m de altura com deposição da biomassa da parte aérea sobre os canteiros, o que permite maior entrada de luz no dossel e contribui com nutrição nitrogenada das hortaliças.
5. A palhada proporcionada pela deposição da biomassa aérea de flemingia sobre o solo inibe o crescimento e desenvolvimento de plantas espontâneas, por apresentar uma cobertura densa e de lenta decomposição.

## 18. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AITA,C; GIACOMINI, S.J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol. 27, p.424-436, 2003.
- ALTIERI, M. Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável. Guaíba: Agropecuária, p.592, 2002.
- AMADO, T.J.C. et al. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.26, n.1, p.241-248, 2002.
- AMBROSANO, E.J.; TRIVELIN, P.C.O.;CANTARELLA, H.; AMBROSANO, G.M.B.; MURAOKA, T. Nitrogen materialization in soils amended with sun hemp, velvet bean and common bean residues. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.60, p.133-137, 2003.
- ANDERSON, J.M.; INGRAM, J.S.I. **Tropical Soil Biological and Fertility: a handbook of methods**. 2.ed. Wallingford: CAB International, 1993. 221p.
- ANDERSSON, M.S.; SCHULTZE-KRAFT, R.; CANSA, M.; HINCAPIE', B.; C.E. LASCANO. Morphological, agronomic and forage quality diversity of the *Flemingia macrophylla* world collection. **Field Crops Research**, v.96, p.387-406, 2006.
- ANDREN, H.M.; DUCARNE, X.; LEBRUN, P. Soil biodiversity: myth, eality or conning? **Oikos**, Copenhagen, v.96, p.3-24, 2002.
- ASARE, E.O. Effects of frequency and height of defoliation on forage yield and crude protein content of *Flemingia macrophylla*. **In: International Grassland Congress. XV. Proceedings**. Kyoto. Japan. p.164-165, 1985.
- ASARE, E.O.; SHEHU, Y.; AGISHI, E.A. Preliminary studies on indigenous species for dry season grazing in the northern Guinea savanna zone of Nigeria. **Tropical Grasslands**. 18 (3): 148-152p. 1984.
- AVIZ, M.A.B.; LOURENÇO, J.B.J; CAMARÃO, A.P.; ARAÚJO, C.V.; MONTEIRO, E.M.M.; SANTOS, N.F.A. Valor nutritivo da leguminosa *Flemingia macrophylla* (Willd.) Merril para suplementação alimentar de ruminantes na Amazônia Oriental. **Amazônia: Ciência e Desenvolvimento**, Belém, p.253-271, v.4, n.8, 2009.

BANFUL, B., DZIETROR, A., OFORI, I., HEMENG, O.B. Yield of plantain alley cropped with *Leucaena leucocephala* and *Flemingia macrophylla* in Kumasi, Ghana. **Agroforestry Systems**, 49, 189–199, 2000.

BANFUL, B.K.; HAUSER, S.; OFORI, K.; KUMAGA, F.K. Weed biomass dynamics in planted fallow systems in the humid forest zone of southern Cameroon. **Agroforestry Systems**, 71: 49-55, 2007.

BARAHONA, R., LASCANO, C.E., COCHRAN, R., MORRILL, J., TITGEMEYER, E.C. Intake, digestion and nitrogen utilization by sheep fed tropical legumes with contrasting tannin concentration and astringency. **J. Animal Science**, 75, 1633–1640, 1997.

BARDGETT, R.D., CHAN, K.F. Experimental evidence that soil fauna enhance nutrient mineralisation and plant nutrient uptake in Montane grassland ecosystems. **Soil Biol. Biochem.** 31, 1007-1014, 1999.

BATAGLIA, O.G.; FURLANI, A. M.C.; TEIXEIRA, J. P. F.; GALLO, J. R. Métodos de análise química de plantas. Campinas: Instituto Agrônômico, 1983. n.p. (Instituto Agrônômico. **Boletim** 78).

BAYER, C.; MIELNICZUCK, J. Dinâmica e Função da Matéria Orgânica. In: SANTOS, G.A.; SILVA, S.L.; CANELLAS, L.P.; CAMARGO, F.A.O. (Ed.). **Fundamentos da Matéria Orgânica do Solo**. 2.ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008. 654p.

BERGO, C.L.; PACHECO, E.P.; MENDONÇA, H.A.; MARINHO, J.T.S. Avaliação de espécies leguminosas na formação de cafezais no segmento da agricultura familiar no Acre. **Acta Amaz.** vol.36 no.1, Manaus 2006.

BIANCHI, M.O. avaliação da fucionalidade do solo em sistemas florestais enriquecidos com leguminosas. Seropédica: UFRRJ. **Dissertação de Mestrado**, 56p. 2009.

BRASIL, E.C. MESA REDONDA SOBRE RECUPERAÇÃO DE SOLOS ATRAVÉS DO USO DE LEGUMINOSAS, 1991, Manaus, AM. **Trabalhos e recomendações** Belém: EMBRAPA-CPATU/ GTZ, 1992. 131p. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 67).

BREMNER, J. M. & MULVANEY, C. S. Nitrogen total. In: PAGE, A.L. (Ed.). **Methods of soil analysis**. 2.ed. Madison: **Soil Science Society of America**, 1982. Part 2, p. 595-624.

BRIGGS, G.E.; KIDD, F.A.; WEST, C. A quantitative analysis of plant growth. **Annals of Applied Biology**, v.7, p.202-223, 1920.

BRIONES, M.J.I.; INESON, P.; PEARCE, T.G. Effects of climate change on soil fauna; responses of enchytraeids, Diptera larvae and tardigrades in a transplant experiment. **Applied Soil Ecology** (6) 117-134, 1997.

BSINOQUET, H.; BONHOMME, R. Modeling radioactive transfer in mixed and row intercropping system. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v.62, p.219-240, 1992.

BUDELMAN, A. The decomposition of the leaf mulches of *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium* and *Flemingia macrophylla* under humid tropical conditions. **Agroforestry Systems**. 7, 33-45, 1988.

BUDELMAN, A.; SIREGAR, M.E. *Flemingia macrophylla* (Willd.) Merrill. In: Faridah Hanum I, van der Maesen L.J.G (eds) Auxiliary plants. **PROSEA** (Plant Resources of South-East Asia) No. 11. Backhuys Publishers, Leiden, Netherlands, p.144-147, 1997.

CHAVES, J. C. D.; CALEGARI, A. Adubação verde e Rotação de culturas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, p. 53 - 60, 2001.

COELHO, R.A.; SILVA, G.T.A.; RICCI, M.S.F.; RESENDE, A.S. Efeito de leguminosa arbórea na nutrição nitrogenada do cafeeiro (*Coffea canefora* Pierre ex Froehn) consorciado com bananeira em sistema orgânico de produção. **Coffe Science**, Lavras, v.1, n.1, p.21-27, 2006.

CORREIA, M. E. F. Relações entre a diversidade da fauna de solo e o processo de decomposição e seus reflexos sobre a estabilidade dos ecossistemas. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2002. 33p. (Embrapa Agrobiologia, **Documentos**, 156).

CORREIA, M.E.F. Organização de comunidades da fauna do solo: o papel da densidade e da diversidade como indicadores de mudanças ambientais (compact disc). In. CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26, Rio de Janeiro, Palestras, Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 20p. 1997.

COSTA, C.H.M; CRUSCIOL, C.A.C.; SORATTO, R.P.; FERRARI NETO, J. Persistência e liberação de macronutrientes e silício da fitomassa de crotalária em função da fragmentação. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.28, n.3, p.384-394, 2012.

De COSTA, W.A.J.M. and ATAPATTU, A.M.L.K. 2001. Decomposition and nutrient loss from prunings of different contour hedgerow species in tea plantations in the sloping highlands of Sri Lanka. **Agroforestry Systems**, 51: 201–211.

DE-POLLI, H.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L. de; FRANCO, A.A. Adubação verde: parâmetros para avaliação de sua eficiência. In: CASTRO FILHO, C. de;

MUZILLI, O. (Ed.). **Manejo integrado de solos em microbacias hidrográficas**. Londrina: Iapar/SBCS, 1996. p.225-242.

DIDDEN, W.A.M. Ecology of terrestrial Enchytracidae. **Pedobiologia**, 37, 2-29, 1993.

DÖBEREINER, J. Biological Nitrogen Fixation in the Tropics: Social and Economic Contributions. **Soil Biol. Biochem.**, 29:771-774, 1997.

EIRAS, P.P. & COELHO, F.C. Utilização de leguminosas na adubação verde para a cultura de milho. **Revista Científica Internacional**, ano 4, n.17, p.96-124, 2011.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento de Conservação de Solos. Rio de Janeiro: SNLCS, 1979. n.p. EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Manual de Métodos de Análises de Solos**. Rio de Janeiro: CNPS, 1997. 212p.

ESPÍNDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; DE-POLLI, H.; ALMEIDA, D. L.; ABBoud, A. C. S. **Adubação verde com leguminosas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 49 p.

ESPÍNDOLA, J.A.A.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L. de. Adubação verde: Estratégia para uma agricultura sustentável. Seropédica: Embrapa-Agrobiologia, 1997. 20p. (Embrapa-CNPAB. **Documentos**, 42).

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: ESAL/FAEPE, 227p, 1994.

FAVERO, C.; JUCKSCH, I.; ALVARENGA, R. C.; COSTA, L. M. da. Modificações na população de plantas invasoras na presença de adubos verdes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 11, p. 1355-1362, 2001.

FERNANDES, V.M. Desempenho agrônômico e alterações morfofisiológicas de hortaliças submetidas a sombreamento para o cultivo orgânico com faixas intercalares. Seropédica: UFRRJ. **Tese de Doutorado**, 117p. 2008.

FILGUEIRA, F.A.R. Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2ed. UFV.Viçosa, 2003. p. 412.

FÖRSTER, B.; GARCIA, M.; HÖFER, H.; MORGAN, E.; RÖMBKE, J. Tropical terrestrial model ecosystems for evaluation of soil fauna and leaf litter quality effects on litter consumption, soil microbial biomass and plant growth. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.1063-1071, n.8, 2009.

FURTADO, S. C.; FRANKE, I. L. Dinâmica da Fitomassa em Sistema Agroflorestal Capoeira Melhorada na Amazônia Ocidental. In: V Simpósio Nacional Sobre Recuperação de Áreas Degradadas, 2002, Belo Horizonte. Anais. Belo Horizonte : SOBRADE, 2002. p. 351-353.

GARCIA, J.; DUARTE, J.B.; FRASSETO, E.G. Superação de dormência em sementes de Sansão-do-campo (*Mimosa caesalpiniaefolia* L.). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 32 (1), p.29-31, 2002.

GARCIA, J.; KAMADA, T.; JACOBSON, T.K.B.; NOGUEIRA, J.C.M.; de OLIVEIRA, S.M. Efeito de tratamentos para acelerar a germinação de sementes de anileira *Indigofera suffruticosa*). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.30, n.2, p.55-57, 2000.

GERALDO, J.; ROSSIELO, R.O.P.; ARAÚJO, A.P.; PIMENTEL, C. Diferenças em crescimento e produção de grãos entre quatro cultivares de milho pérola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.35, n.7, p.1367-1376, 2000.

GILLER, P. The diversity of soil communities the "poor man's tropical rain forest". **Biodiversity and Conservation**, London, v.5, p.135-168, 1996.

GOMES, T.C. de A.; MORAES, R.N. de S. **Recomendações para o plantio de espécies leguminosas para o manejo de solos no Acre**. EMBRAPA. Rio Branco, Acre. 3p. (EMBRAPA ACRE. Comunicado Técnico, 77), 1997.

GOMES, T.C.A.; LUNZ, A.M.P. Efeito de espécies leguminosas sobre a sustentabilidade de sistemas agroflorestais. Rio Branco, Acre. p.1-4 (EMBRAPA ACRE-CPAF **Comunicado Técnico**, 110), 1997.

GUERRA, J.G.M.; DE-POLLI, H.; ALMEIDA, D.L. de. Managing carbon and nitrogen in tropical organic farming through green manure. In: ADETOLA BADEJO, M.; TOGUN, A.O. (Ed.). *Strategies and tactics of sustainable agriculture in the tropics* (STASAT). Ibadan: **College Press**, v.2, p.125-140, 2003.

HARTLEY, C.W.S. The oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). 2 ed. London. Longman, 806p. ilustr. **Tropical agriculture series**, 1979.

HENROT, J. & BRUSSARD, L. Determinants of *Flemingia congesta* and *Dactyladenia barteri* mulch decomposition in alley-cropping systems in the humid tropics. **Plant and Soil**, 191: 101-107, 1997.

HESS, H.D.; MERA, M.L.; TIEMANN, T.T.; LASCANO, C.E.; KREUZER, M. *In vitro* assessment of the suitability of replacing the low-tannin legume *Vigna unguiculata* with the tanniniferous legumes *Leucaena leucocephala*, *flemingia macrophylla* or *Calliandra calothyrsus* in a tropical grass diet. **Animal Feed Science and Technology**, 2007.

JACKSON, F.S., BARRY, T.N., LASCANO, C.E., PALMER, B., 1996. The extractable and bound condensed tannin content of leaves from tropical tree, shrub and forage legumes. *J. Sci. Food Agric.* 71, 103–110.

KANG, B.T.; WILSON, G.F.; LAWSON, T.L. “**Alley cropping: A stable alternative to shifting cultivation**”. IITA, Ibadan, Nigeria, 1984.

KANG, B.T.; WILSON, G.F.; SIPKENS, L. Alley cropping maize and leucaena in Southern Nigeria. *Plant and soil*, v.63, p.165-179, 1981.

LAMÔNICA, K. R. & BARROSO, D, G. Sistemas Agroflorestais: aspectos básicos e recomendações. **Manual técnico**, 7. Niterói-RJ: Programa Rio Rural. 12 f., 2008.

LARA CABEZAS, W.A.R. et al. Influência da cultura antecessora e da adubação nitrogenada na produtividade de milho em sistema plantio direto e solo preparado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.4, p.1005-1013, 2004.

LASEBIKAN, B.A. A preliminary communication on microarthropods from a tropical rainforest in Nigeria. *Pedobiologia*, Jena, v.14, p.402-411, 1974.

LIANG, B.C.; MACKENZIE, A.F. Corn yield, nitrogen uptake and nitrogen use efficiency as influenced by nitrogen fertilization. *Canadian Journal of Science*, Ottawa, v.74, p.235-240, 1994.

LOPES, V.M.B. 1999. Velocidade de decomposição da fitomassa de *Puerária phaseolides*, *Desmodium ovalifolium* e *Flemingia congesta* em um sistema agroflorestal. **Dissertação**. UFAC. Rio Branco. 66p.

LUIZÃO, F.J. Produção e decomposição da liteira em floresta de terra firme na Amazônia Central: aspectos químicos e biológicos da lixiviação e remoção dos nutrientes da liteira. **Dissertação de Mestrado**. Manaus: INPA, 1982. 106p.

MAFONGOYA, P.L.; GILLER, K.E.; PALM, C.A. Decomposition and nitrogen release patterns of tree prunnings and litter. *Agroforestry systems*, Holland, v.38, p.77-97, 1998.

MOÇO, M. K. S.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; CORREIA, M. E. F. Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região norte Fluminense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.29 n.4, p.555-564, 2005.

MURAOKA, T. et al. Eficiencia de abonos verdes (crotalaria y mucuna) y urea, aplicadas solos o juntamente, como fuentes de N para el cultivo de arroz. *Terra*, Chapingo, v.20, n.1, p.17-23, 2002.

ODUM, E.P. **Ecologia**. Ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 434p. 1988.

OLIVEIRA, F.L. de. Manejo orgânico da cultura do repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*): adubação orgânica, adubação verde e consorciação. 2001. 87p. **Dissertação** (Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

OLIVEIRA, F.L.; GUERRA, J.G.M.; JUNQUEIRA, R.M.; SILVA, E.E.; OLIVEIRA, F.F.; ESPÍNDOLA, J.A.A.; ALMEIDA, D.L.; RIBEIRO, R.L.D.; URQUIAGA, S. Crescimento e produtividade do inhame cultivados entre faixas de guandu em sistema orgânico. **Horticultura Brasileira**, v.24, n.1, 2006.

PAULINO, G.M.; ALVES, B.J.R.; BARROSO, D.G.; URQUIAGA, S.; ESPÍNDOLA, J.A.A. Fixação biológica de nitrogênio por leguminosas em pomar orgânico de mangueira e gravioleira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.12, p.1598-1607, 2009.

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 plantio direto. Seropédica: UFRRJ. **Tese de Doutorado**, 83p. 2007.

QUEIROGA, R.C.F.; BEZERRA NETO, F.; NEGREIROS, M.Z.; OLIVEIRA, A.P.; AZEVEDO, C.M.S.B. Produção de alface em função de cultivares e tipos de tela de sombreamento nas condições de Mossoró. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.19, n.3, p.192-196, 2001.

RAIJ, B.V. Fertilidade do solo e adubação. São Paulo: CERES/POTAFOS, 343p. 1991.

RIBAS, R.G.T.; JUNQUEIRA, R.M.; OLIVEIRA, F.L.; GUERRA, J.G.M.; LAMEIDA, D.L.; RIBEIRO, R.L.D. Manejo da adubação verde com crotalária no consórcio com quiabeiro sob manejo orgânico. Seropédica-RJ, **Comunicado Técnico** 59 (Embrapa Agrobiologia), 2003.

ROEL, A. R. Agricultura orgânica ou ecológica e a sustentabilidade da agricultura Universidade Católica Dom Bosco **Revista Internacional de Desenvolvimento Experimental**, vol. 3, n. 4, p. 57-62, 2002.

ROSSI, C.; NOBRE, C.; COELHO, C.; BENAZZI, E.; RODRIGUES, K.; CORREIA, M.E.F. Efeito de diferentes coberturas vegetais sobre a mesofauna edáfica em manejo agroecológico. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.4, p. 1326-1329, n.2, 2009.

SÁ, J.C.M. **Manejo de nitrogênio na cultura de milho no sistema plantio direto**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1996. 23p.

SALMI, A.P. Crescimento, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio em *Flemingia macrophylla* [(Willd.) Merrill]. Seropédica: UFRRJ. **Dissertação** (Fitotecnia), 2008. 72p.

SALMI, A.P.; GUERRA, J.G.M.; ABOUD, A.C.S.; LOPES, H.M.; MARTELLETO, M.S. Superação da dormência das sementes de *Flemingia macrophylla*. Seropédica-RJ, **Comunicado Técnico** 108 (Embrapa Agrobiologia), 2008.

SALMI, G.P. Caracterização agrônômica de genótipos de guandu [(*Cajanus cajan* (L.) Millsp.)] para inclusão em sistemas de cultivo em aléias. Itaguaí: UFRRJ. **Dissertação** (Fitotecnia), 2003. 80p

SALMI, G.P.; SALMI, A.P.; ABOUD, A.C. Dinâmica de decomposição e liberação de nutrientes de genótipos de guandu sob cultivo em aléias. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.41, n.4, p.673-678, abr. 2006.

SALMI, G.P.; SALMI, A.P.; ALMEIDA, F.M.; POLIDORO, J.C.; ABOUD, A.C.S. Avaliação da produção de biomassa de algumas hortaliças em sistema de cultivo em aléias de guandu [*Cajanus Cajan* (L.) Millsp.]. **In: Anais da Mostra de Pós-graduação, IX Mostra de Pós-graduação da Universidade de Taubaté, Taubaté-S.P., 2004, p. 302.**

SCHULTZE-KRAFT, R., LASCANO, C., BENAVIDES, G., GOMEZ, J.M. Relative palatability of some little-known tropical forage legumes. **In: XVI International Grassland Congress, Paris, pp. 785–786, 8, 7–8. 1989.**

SEABRA JR, S.; SOUZA, S.B.S.; THEODORO, V.C.A.; NUNES, M.C.M.; AMORIN, R.C.; SANTOS, C.L.; NEVES, L.G. Produção de cultivares de alface sob diferentes telas de sombreamento. **Horticultura Brasileira**, Águas de Lindóia, v.27, n.2, p.171-176, 2009.

SILVA, G.T.A.; OLIVEIRA, W.R.D.; MATOS, L.V.; NÓBREGA, P.O.; KRAINOVIC, P.O.; CAMPELLO, E.F.C.; RESENDE, A.S. Correlação entre a composição química e a velocidade de decomposição de plantas para adubação verde visando a elaboração de uma base de dados. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2007.51p. (Embrapa Agrobiologia, **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, 21).

SOUTO, P.C. et al. Comunidade microbiana e mesofauna edáficas em solo sob caatinga no semiárido da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**. Vicosa, v. 32, n. 1, p. 151 -160, 2008.

SOUZA, R.B.; ALCÂNTARA, F.A. Adubação no sistema orgânico de produção de hortaliças. Brasília, DF, **Circular Técnica** 65 (Embrapa Hortaliças), 2008.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Departamento de Solos. UFRGS, 174p. 1995.

THOMAS, R.J.; ASAKAWA, N.M. Decomposition of leaf litter from tropical forage grasses and legumes. **Soil Biology and Biochemistry**, v.25, p.1351-1361, 1993.

TIAN, G.; BRUSSARD, L.; KANG, B.T. Biological effects of plant residues with contrasting chemical compositions under humid tropical conditions: effects on soil fauna. **Soil Biology and Biochemistry**. Oxford, v.25, p.731-737, 1992.

URQUIAGA, S.; ZAPATA, F. **Manejo eficiente de la fertilización nitrogenada de cultivos anuales em América Latina y el Caribe**. Porto alegre: Gênese; Rio de Janeiro: EMBRAPA Agrobiologia, 2000. 110p.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

WILDNER, L. P. Perspectivas para adoção do sistema plantio direto pelos agricultores familiares do Brasil. In: ENCONTRO DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, 8, 2005, Tangará da Serra, MT. **Anais...** Tangará da Serra, MT: Sanches, 2005. 217. p.19-30.

YAMOAHA CF, AGBOOLA AA, MULONGOY K. Decomposition, nitrogen release and weed control by prunings of selected alley cropping shrubs. **Agroforestry Systems** 4:239-246, 1986.

YAMOAHA, C.F., AGBOOLA, A.A. AND MALONGOY, K. (1986a). Decomposition, nitrogen release and weed control by prunings of selected alley cropping shrubs. **Agroforestry Systems** 4, 239-246.

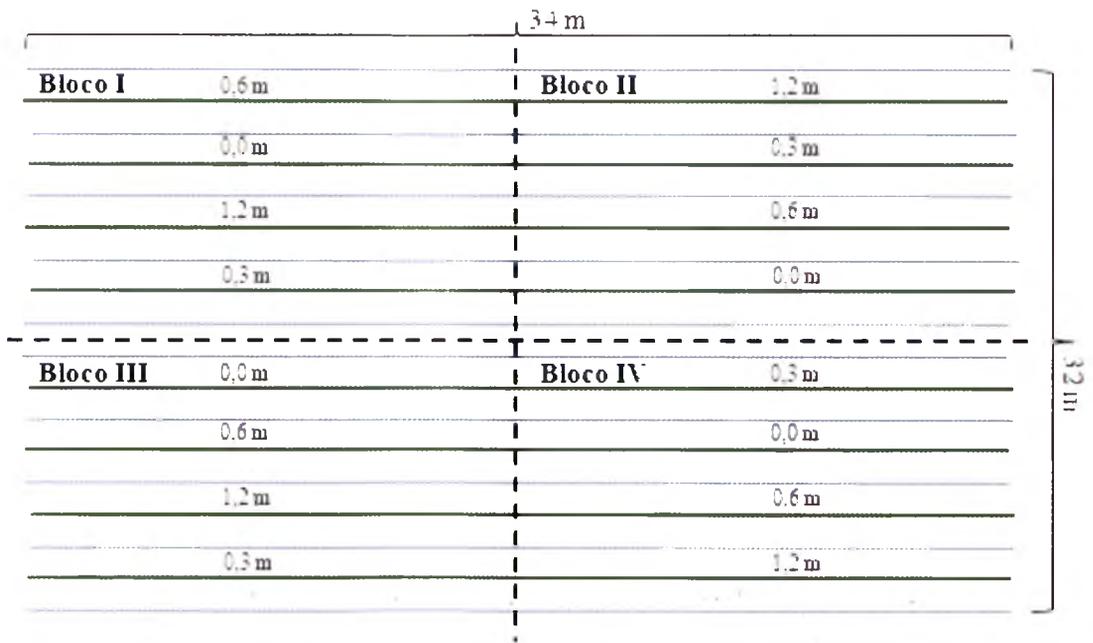
YAMOAHA, C.F., AGBOOLA, A.A. AND MALONGOY, K. (1986b). Nutrient contribution and maize performance in alley cropping systems. **Agroforestry Systems** 4, 247-254.

YANG, X.; CHEN, J. Plant litter quality influences the contribution of soil fauna to litter decomposition in humid tropical forests, southwestern China. **Soil Biology & Biochemistry**, (41) 910-918, 2009.

YOST, R.S.; TVANS, D.D. & SAIDY, N.A. Tropical legumes for N production: growth and N content in relation to soil pH. **Trop. Agr.** (Trinidad), vol. 62(1): 20-24, 1985.

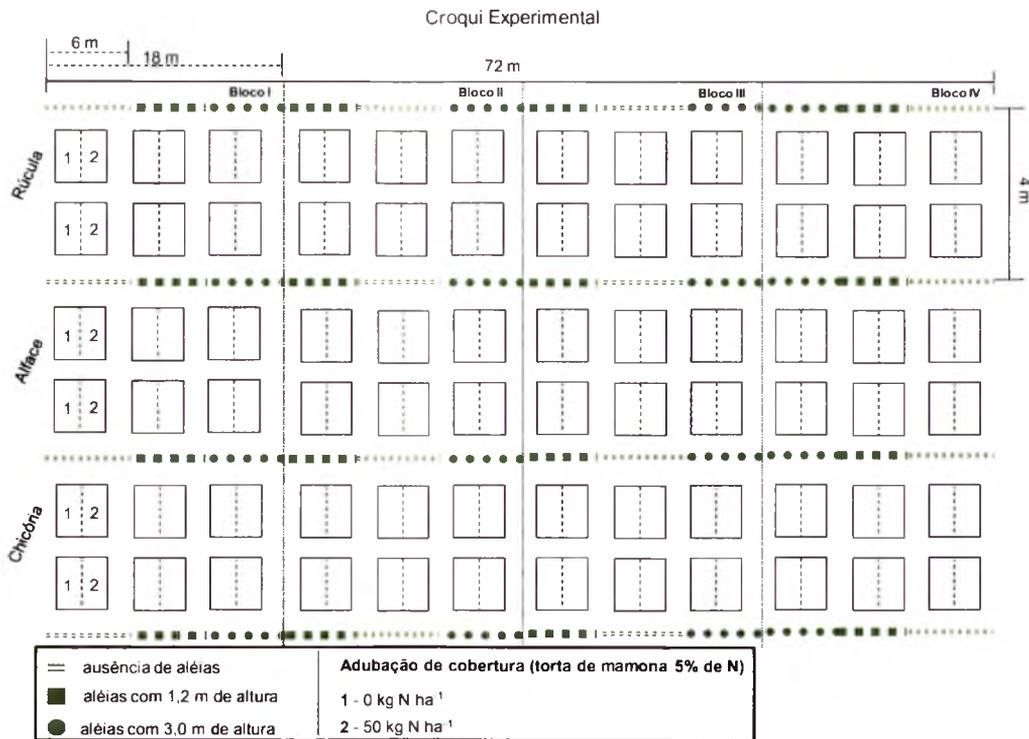
ZINGORE, S.; MAFONGOYA, P.; NYAMUGAFATA, P.; GILLER, K.E. Nitrogen mineralization and maize yields following application of tree prunings to a sandy soil in Zimbabwe. *Agroforestry Systems*, 57: 199-211, 2003.

## 19. ANEXOS



- Linha de plantas bordadura
- Linha de plantas amostráveis

**Figura 21.** Croqui do experimento realizado para avaliação da capacidade de rebrota de flemingia.



**Figura 22.** Croqui do experimento realizado na “Fazendinha Agroecológica do KM 47” em sistema de cultivo em aléias de flemingia. Seropédica-RJ, 2010.



**Figura 23.** A esquerda detalhe da rebrota do corte a 0,0 m e ao fundo o corte a 0,3 m de altura. À direita detalhe da rebrota do corte a 0,6 m e ao fundo o corte a 1,2 m de altura. Seropédica - RJ, 2008.



**Figura 24.** À esquerda cultivo em aléias de flemingia em consórcio com hortaliças cultivadas no ano de 2010. À direita cultivo em aléias de flemingia em consórcio com hortaliças cultivadas no ano de 2011. Seropédica - RJ.