

UFRRJ
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

DISSERTAÇÃO

Crescimento, Acúmulo de Nutrientes e
Fixação Biológica de Nitrogênio em *Flemingia*
***macrophylla* [(Willd.) Merrill]**

Alexandre Porto Salmi

2008



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

**CRESCIMENTO, ACÚMULO DE NUTRIENTES E FIXAÇÃO
BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO EM
Flemingia macrophylla [(Willd. Merril]**

ALEXANDRE PORTO SALMI

Sob a Orientação do Professor
Antônio Carlos de Souza Abboud

e Co-orientação do Pesquisador
José Guilherme Marinho Guerra

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

Seropédica, RJ

Julho de 2008

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

ALEXANDRE PORTO SALMI

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

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 31/07/2008

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

Adelson Paulo de Araújo (Ph.D.) UFRRJ

Fábio Luiz de Oliveira (Dr.) UFJVM

xxx.xxx

Xxxxxm

T

Salmi, Alexandre Porto, 1981-
Crescimento, acúmulo de nutrientes
e fixação biológica de nitrogênio em
Flemingia macrophylla [(Willd.) Merrill]/
Alexandre Porto Salmi. - 2008.

71f. : il.

Orientador: Antônio Carlos de Souza
Abboud.

Dissertação (mestrado) -
Universidade Federal Rural do Rio de
Janeiro, Instituto de Agronomia.

Bibliografia: f. 39-52.

1. xx. Universidade Federal Rural
do Rio de Janeiro. Instituto de Agronomia.
III. Título.

Bibliotecário: _____

Data:

___/___/___

AGRADECIMENTOS

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

À FAPERJ pelo auxílio financeiro na execução do trabalho e à CAPES pela concessão de bolsa de mestrado.

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

Ao Dr. José Guilherme Marinho Guerra, por ter me acolhido de forma tão gentil e hospitaleira, durante toda essa caminhada.

Aos doutores: Segundo Urquiaga, José Antônio Espíndola, Sérgio Miana, Janaína Rows e Adelson Paulo de Araújo, por terem depositado confiança em minha pessoa e pela contribuição no trabalho.

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 do “Terraço”.

Ao pessoal da PESAGRO/Avelar-RJ pelo auxílio nos trabalhos, e ao pessoal da Fazendinha Agroecológica do Km 47.

Ao amigo Ilzo Risso, pelo apoio prestado no decorrer dos trabalhos.

Ao amigo Diego Campana Loureiro pela jornada diária no alojamento da EMBRAPA.

À amiga, D^{ra} Mariella Camargo Rocha, pelo apoio moral.

À Dona Vera, pelo “rango” nosso de cada dia!

A todas as amigas verdadeiras que fiz nesses anos de garra na UFRRJ.

E a todos que, de alguma forma me ajudaram a conduzir com êxito este trabalho de dissertação, conquistando o título de Mestre em Ciências.

BIOGRAFIA DO AUTOR

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 Agrônoma em maio de 2006. Iniciou no Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, em nível de Mestrado, na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, em agosto de 2006 na área de concentração em Agroecologia, sendo bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), na categoria de Mestrado.

*“Os ventos que às vezes tiram
algo que amamos, são os
mesmos que trazem algo que
aprendemos a amar...
Por isso não devemos chorar
pelo que nos foi tirado e sim,
aprender a amar o que nos foi
dado. Pois tudo aquilo que é
realmente nosso, nunca se vai
para sempre...”*

RESUMO

SALMI, Alexandre Porto. **Crescimento, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio em *Flemingia macrophylla* [(Willd.) Merrill]**. 2008. 71p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2008.

Flemingia macrophylla é uma leguminosa arbustiva de origem asiática, pouco conhecida e utilizada no Brasil. A literatura destaca seu elevado potencial em diferentes sistemas agroflorestais em várias regiões tropicais do mundo. Esta dissertação tem como objetivo avaliar o potencial agrônomo de flemingea como alternativa de adubo verde para inclusão em sistemas diversos de produção com base agroecológica. Para tanto, realizou-se dois experimentos em condições de campo, em 12/12/2006 até 19/12/2007. O primeiro experimento foi instalado no município de Seropédica, a 33 metros de altitude próximo do nível do mar e o segundo, em Avelar, Município de Paty do Alferes a 500 m de altitude. Nos dois experimentos, foram feitas doze coletas mensais das plantas, onde foram determinada altura, diâmetro do caule, número de folíolos e número de ramificações. Além disso, no experimento I, determinou-se a área foliar, volume e biomassa de raízes, biomassa de folhas e caule, número de nódulos e teores de nutrientes em folhas e caules. Foi ainda realizada estimativa da fixação biológica de nitrogênio por meio da abundância natural de ^{15}N . O delineamento utilizado em ambos os experimentos foi em blocos casualizados, com 12 tratamentos (épocas de coleta) e quatro repetições. O teste de germinação indicou que o tratamento de pré-incubação por vinte minutos com ácido sulfúrico (95%), resultou em 88% de sementes germinadas, ao passo que o tratamento de imersão em água quente (90°C) resultou em 44%. Quanto aos experimentos a campo, houve melhor desempenho das plantas em Seropédica. As alturas máximas foram de 1,8 e 1,4 m para Seropédica e Avelar, respectivamente. A produção de biomassa aos 360 dias após transplante, chegou a valores em torno de 4,1 Mg ha⁻¹ para Seropédica e 2,3 Mg ha⁻¹ para Avelar. O acúmulo de N, P e K aos 360 DAT foi de 72,6 e 24,4 e 33 kg ha⁻¹, respectivamente, em Seropédica. Neste local, observou-se maior taxa de crescimento absoluto entre 150 e 180 DAT. Em relação à produção de sementes, não se observou diferença estatística significativa entre os dois locais, apresentando rendimentos de 21,5 e 8,9 kg ha⁻¹. A percentagem de N proveniente da fixação biológica foi semelhante nas três épocas (240 DAT, 300 DAT e 360 DAT) com média de 76,9 % o que equivaleu a 62,2 kg N ha⁻¹ aos 360 DAT. Os resultados indicam que *Flemingia macrophylla* é uma espécie que pode fornecer quantidades significativas de biomassa e nutrientes, especialmente N, sendo promissora para inclusão em sistemas de produção com base agroecológica.

Palavras chave: adubo verde, leguminosa, biomassa.

ABSTRACT

SALMI, Alexandre Porto. **Growth, nutrient accumulation and biological nitrogen fixation in *Flemingia macrophylla* [(Willd.) Merrill]**. 2008. 71p. Dissertation (Master Science in Phytotechnie). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2008.

Flemingia macrophylla is an underexploited Asian legume shrub in Brazil. International literature emphasizes its high potential as component in agroforestry systems in various regions of the tropics. The objective of this dissertation is to evaluate the potential of *Flemingia macrophylla* as an alternative green manure to be included in agroecological based systems. Two field experiments were conducted from December 12 2006 through December 19 2007. The first experiment was performed in Seropédica, at sea level, and the second, in Avelar, Paty do Alferes at 500 m altitude. On both experiments twelve monthly plant samplings were performed. Variables measured included stem diameter, number of folioles, and number of branches. Besides, in the first experiment, leaf area, root volumes and biomass, number of nodules and nutrients were quantified monthly. Estimates of biological nitrogen fixation were also accomplished by natural abundance of ^{15}N . The experimental design was a randomized complete block with 12 treatments and four replicates. A previous germination test indicated that pre-incubation with 95% sulphuric acid for 20 minutes resulted in 88% germination, whereas immersion in 90°C water, 44%. On the filed experiments, plants performed better in Seropédica. The majority of variables were adjusted to second degree polynomial equations. Growth rates were adjusted to Gompertz model. Maximum heights were 1.8 and 1.4 m in Seropédica and Avelar, respectively. Biomass yields reached 4.1 Mg ha⁻¹ in Seropédica and 2.3 Mg ha⁻¹ in Avelar. Accumulation of N, P and K at 360 days after planting was 72.6 and 24.4 kg ha⁻¹, respectively in Seropédica. The highest growth rate was found between 150 and 180 days. The percentage of N derived from biological N fixation was similar at 240, 300 and 360 day after planting, averaging 76.9%, which is equivalent to 62.2 kg N ha⁻¹ at 360 days. The results indicate that *Flemingia macrophylla* may provide significant amounts of biomass and nutrients, especially N, being a promising species to be included in agroecological production systems.

Key words: green manure, shrub legume, biomass.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. HIPÓTESE CIENTÍFICA.....	3
3. OBJETIVO GERAL.....	4
4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
5. REVISÃO DA LITERATURA.....	6
5.1 A espécie <i>Flemingia macrophylla</i> [(Willd.) Merrill].....	6
5.2 Análise de Crescimento.....	8
5.3 Utilização da adubação verde na agricultura.....	9
6. MATERIAL E MÉTODOS.....	12
6.1 Origem do material vegetal.....	12
6.2 Germinação de sementes de <i>Flemingia macrophylla</i>	12
6.3 Análise de crescimento de <i>Flemingia macrophylla</i> em duas localidades.....	12
6.4 Análise estatística.....	13
6.5 Experimento I - “Terraço”, Embrapa/CNPAB, Seropédica,RJ - altitude nível do mar	13
6.5.1 Análise de crescimento, produção de biomassa e sementes.....	14
6.5.2 Análises dos nutrientes: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg).....	15
6.5.3 Estimativa da contribuição da fixação biológica de nitrogênio de <i>Flemingia macrophylla</i>	16
6.6 Experimento II - Estação Experimental da PESAGRO/Avelar,RJ- altitude de 500 metros	16
6.6.1 Determinação de crescimento, produção de fitomassa aérea e sementes.....	17
7. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
7.1 Germinação das sementes de <i>Flemingia macrophylla</i>	18
7.2 Crescimento e produção de biomassa.....	19
7.3 Produtividade de sementes.....	31
7.4 Análise dos nutrientes: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg).....	32
7.5 Fixação biológica de nitrogênio (FBN).....	36
8. CONCLUSÕES.....	38
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39
10. ANEXOS.....	53

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Análise da fertilidade do solo da área experimental nas camadas de 0-20 e 20-40 cm de profundidade do experimento I. Terraço, EMBRAPA / CNPAB, Seropédica, RJ,2006.....	14
Tabela 2. Análise da fertilidade do solo da área experimental nas camadas de 0-20 e 20-40 cm de profundidade do experimento 2. Avelar-RJ, PESAGRO, RJ, 2006.....	17
Tabela 3. Número de plântulas viáveis de <i>Flemingia macrophylla</i> durante 35 dias após submissão a diferentes tratamentos para superação da dormência das sementes.....	19
Tabela 4. Análise conjunta dos dados do Experimento I e Experimento II, nas diferentes épocas. Seropédica e Avelar, 2007.....	25
Tabela 5. Parâmetros estimados a partir da função de Gompertz, para biomassa aérea seca, área foliar, taxa assimilatória líquida (TAL), taxa de crescimento absoluto (TCA) e taxa de crescimento relativo (TCR) em função dos dias após transplântio (DAT). Seropédica,2007.....	31
Tabela 6. Produção de sementes no experimento I e experimento II, Seropédica-RJ e Avelar-RJ, 2007.....	31
Tabela 7. Teores médios dos nutrientes: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, nas diferentes épocas. Seropédica, 2007.	35
Tabela 8. Total de N acumulado e contribuição da fixação biológica de nitrogênio (FBN) em <i>Flemingia macrophylla</i> em três épocas de crescimento. Seropédica, 2007.....	37
Tabela 9. Análise de variância relativa à germinação de sementes aos 7 dias, 14 dias, 21 dias, 28 dias e 35 dias de incubação.....	54
Tabela 10. Análise de variância relativa à altura, diâmetro do colo, número de folíolo, número de ramificações, matéria seca de caule, matéria seca de raiz, volume de raiz e número de nódulos do experimento I.	54
Tabela 11. Análise de variância relativa à altura, diâmetro do colo, número de folíolo, número de ramificações do experimento II.	54
Tabela 12. Análise de variância relativa à produção de sementes, número de vagens e peso de cem sementes do experimento I e experimento II.....	55
Tabela 13. Análise de variância relativa à teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio do experimento I.....	55
Tabela 14. Análise de variância relativa à produção de sementes, número de vagens e peso de 100 sementes entre o experimento I e experimento II.....	55

Tabela 15. Análise de variância relativa à percentagem de fixação biológica de nitrogênio (FBN), da quantidade de nitrogênio por hectare e do nitrogênio proveniente da FBN do experimento I.	55
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Variação mensal da temperatura média do ar (°C) e precipitação pluviométrica (mm), durante o período de cultivo em Seropédica-RJ. (Fonte: Posto Agrometeorológico da Estação Experimental de Seropédica-RJ. PESAGRO-RIO/INMET).	14
Figura 2. Variação mensal da temperatura média do ar (°C) e precipitação pluviométrica (mm), durante o período de cultivo em Avelar-RJ. (Fonte: Posto Agrometeorológico da Estação Experimental de Avelar-RJ. PESAGRO-RIO/INMET).	17
Figura 3. Porcentagem de germinação das sementes de <i>Flemingia macrophylla</i> submetidas a diferentes tratamentos para superação da dormência.	18
Figura 4. Altura e diâmetro do caule das plantas de <i>Flemingia macrophylla</i> durante a condução dos experimentos em diferentes localidades, Seropédica (nível do mar) e Avelar (500 m), EMBRAPA/PESAGRO, 2007.	21
Figura 5. Número de ramificações e número de folíolos de <i>Flemingia macrophylla</i> . durante a condução dos experimentos em diferentes localidades, Seropédica (nível do mar) e Avelar (500 m), EMBRAPA/PESAGRO, 2007.	22
Figura 6. Produção de biomassa seca de <i>Flemingia macrophylla</i> , durante a condução do experimento I. Seropédica, 2007.	24
Figura 7. Produção de biomassa aérea seca de <i>Flemingia macrophylla</i> , durante a condução do experimento I, ajustado a equação de Gompertz. Seropédica, 2007.	26
Figura 8. Área foliar de <i>Flemingia macrophylla</i> , durante a condução do experimento I, ajustado a equação de Gompertz. Seropédica, 2007.	27
Figura 9. Matéria seca de raiz de <i>Flemingia macrophylla</i> durante a condução do experimento I, ajustado a equação linear. Seropédica, 2007.	28
Figura 10. Volume de raiz de <i>Flemingia macrophylla</i> durante a condução do experimento I, ajustado a equação polinomial do 2º grau. Seropédica, 2007.	28
Figura 11. Número de nódulos nas raízes de <i>Flemingia macrophylla</i> durante a condução do experimento I, ajustado a equação polinomial do 3º grau. Seropédica, 2007.	29
Figura 12. Taxa de assimilação líquida, taxa de crescimento absoluto, taxa de crescimento relativo da espécie <i>Flemingia macrophylla</i> durante a condução do experimento I, ajustado a equação de Gompertz. Seropédica, 2007.	30

Figura 13. Acúmulo de nitrogênio e potássio, ajustados à equação polinomial quadrática. Seropédica, 2007.....	33
Figura 14. Acúmulo de cálcio e magnésio, ajustado à equação polinomial quadrática. Seropédica, 2007.	33
Figura 15. Acúmulo de fósforo, ajustado à equação polinomial quadrática. Seropédica, 2007.....	34
Figura 16. Umidade relativa mensal média, em Seropédica/RJ, de dezembro de 2006 a dezembro do ano de 2007 (PESAGRO/EES, 2006).....	56
Figura 17. Evapotranspiração de referência mensal média, em Seropédica/RJ, de dezembro de 2006 a dezembro do ano de 2007 (PESAGRO/EES, 2006).	56
Figura 18. Radiação solar média, em Seropédica/RJ, de dezembro de 2006 a dezembro do ano de 2007 (Pesagro/EES, 2006).	57
Figura 19. Croqui do experimento I.	58
Figura 20. Croqui do experimento II.	59
Figura 21. A esquerda plantas com 360 dias após transplântio (DAT). À direita detalhe da poda realizada ao final de doze meses no campo.	59

1. INTRODUÇÃO

O aumento da pressão sobre os recursos naturais, sobretudo o solo e sua cobertura vegetal, tem provocado impactos ambientais negativos consideráveis em grandes extensões do território brasileiro, principalmente em ecossistemas ecologicamente frágeis onde formas tradicionais de agricultura ainda se mantêm presentes. Assim, aumenta a necessidade de métodos de produção agrícola que reduzem impactos negativos ao ambiente. O desafio à produção de alimentos consiste em buscar 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. Busca-se também reduzir o impacto ambiental e a poluição; evitar a mecanização pesada; utilizar, quando necessário, tratores leves, aração superficial ou plantio direto que aumentem a produtividade; minimizar a dependência externa das matérias primas e otimizar o balanço energético da produção.

O conceito de Agricultura Sustentável segundo LITTLE (1999) é: o manejo e conservação dos recursos naturais e a orientação de mudanças tecnológicas e institucionais de tal maneira a assegurar a satisfação das necessidades humanas de forma continuada para o presente e futuras gerações. Tal desenvolvimento sustentável conserva o solo, a água e os recursos genéticos, animais e vegetais; não degrada o meio ambiente; é tecnicamente apropriado, economicamente viável e socialmente aceitável. SCHNEIDER et al. (1990) referem-se ao desenvolvimento sustentável como desenvolvimento integral e humanizado, que implica em melhor qualidade de vida, bem-estar social, igualdade de oportunidades, mecanismos endógenos, práticas que reduzem o desperdício e a poluição. Contudo necessita-se ressaltar a complexidade do assunto, onde claramente são determinados quatro aspectos fundamentais, o político, o econômico, o social e o ecológico (FLORES & NASCIMENTO, 1992).

Diante desse quadro surgem as mais variadas atividades de pesquisa com bases agroecológicas nos sistemas de produção, que se contrapõem aos modelos atuais e questionam as bases nas quais têm sido predominantemente produzidos os alimentos. Para o alcance da sustentabilidade dos agroecossistemas, a agroecologia adota como princípios básicos a menor dependência possível de insumos externos e a conservação dos recursos naturais. Tais sistemas tendem a maximizar a reciclagem de energia e de nutrientes, de forma a minimizar a perda desses recursos durante os processos produtivos. Essa situação exige a adaptação de agroecossistemas com maior diversidade de espécies e maior estabilidade de produção, intensificando a reciclagem de nutrientes e minimizando perdas ao proteger o solo contra erosão. A redução da necessidade de insumos externos por meio da integração de diferentes atividades na propriedade, com produtos diversos, pode minimizar os riscos, do ponto de vista econômico e ambiental. Portanto se torna fundamental a realização de novos estudos em produção saudável de alimentos para geração de tecnologias sustentáveis e adaptadas às nossas condições edafoclimáticas, em especial quanto à agricultura familiar, a assentamentos e pequenas propriedades, pois Agricultura Ecológica pode ser uma das alternativas para a questão do Desenvolvimento Rural Sustentável. A agricultura ecológica deve ser um sistema economicamente viável que integre o resgate de práticas seculares e conhecimentos empíricos de populações rurais, com o emprego de tecnologias modernas, eficazes e não agressivas ao meio ambiente.

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. A utilização de adubação verde ou de plantas de cobertura contribui para o controle da erosão, proporciona proteção ao solo, reciclagem de nutrientes, evita perdas causadas principalmente por lixiviação, assim como melhora as propriedades físicas do solo (ROEL, 2002).

Nessa ótica é que se pensou em estudar a espécie *Flemingia macrophylla*, a qual apresenta grande potencial agrônômico para inclusão em sistemas de produção agrícolas, podendo ser utilizada para diversos propósitos, como suplemento de forragem na estação seca, cobertura morta, cerca viva, contra erosão do solo, no cultivo em aléias, como lenha e ainda promovendo sombreamento em plantas jovens (ANDERSSON et al., 2002), servindo principalmente como adubo verde. No Brasil até o momento não existem informações suficientes sobre a espécie *Flemingia macrophylla*.

2. HIPÓTESE CIENTÍFICA

A hipótese formulada para este trabalho é a de que *Flemingia macrophylla* tem potencial de produção de biomassa e nutrientes para inclusão em sistemas de produção agrocológica, servindo como alternativa de adubo verde.

3. OBJETIVO GERAL

Avaliação agronômica da espécie *Flemingia macrophylla* como alternativa de adubo verde para inclusão em sistemas diversos de produção com base agroecológica, nas condições edafoclimáticas da Baixada Fluminense e Região Serrana do estado do Rio de Janeiro.

4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o crescimento vegetativo da espécie *Flemingia macrophylla*;
- Avaliar a evolução das taxas de crescimento da espécie;
- Avaliar a germinação e a produção de sementes da espécie;
- Avaliar a produção de biomassa e estoque de nutrientes na parte aérea da espécie;
- Avaliar a capacidade de fixação biológica da espécie.

5. REVISÃO DA LITERATURA

5.1 A espécie *Flemingia macrophylla* [(Willd.) Merrill]

O gênero *Flemingia* Roxb. ex W. T. Aiton, inclui arbustos nativos aos trópicos e subtropicais. É uma planta perene, há aproximadamente 40 espécies, mas a classificação taxonômica de muitas delas não é clara (MAESEN, 2003; ILDIS, 2005). Apresenta vagens oblongas de 11 a 15 mm. Sementes globulares de cor marrom, mosqueado ou preto brilhante com 2 a 3 mm de diâmetro (ANDERSSON et al., 2006). A espécie agrônômica mais importante é a *Flemingia macrophylla* (syn. *F. congesta*, *Moghania macrophylla*). Possui seu centro de origem na Ásia, sua distribuição natural ocorre no sudeste asiático, sul da China, Taiwan, Índia, Sri Lanka e Tailândia. A altura das plantas na época da maturidade pode oscilar entre 100 cm e 300 cm. Contudo, essa característica varia de acordo com a resposta ao fotoperíodo e às condições ambientais, é classificada como uma planta de dias curtos. O ciclo de floração varia de 150 a 360 dias, de acordo com a espécie e a altitude onde é cultivada, podendo apresentar até duas floradas ao ano. Flemingea é propagada principalmente pelas sementes, que se formam após aproximadamente seis meses após plantio (ROSHETKO, 1995). Esta leguminosa é usada para vários propósitos, como adubação verde, no cultivo em aléias, quebra ventos de pequenos campos, suplemento de forragem na estação seca, cobertura morta ou mulching, cerca viva, barreira contra erosão, como lenha e ainda promovendo certo sombreamento em plantações jovens (ANDERSSON et al., 2002). Apresenta boa adaptação para uma grande variação de tipos de solo, que incluem solos ácidos e de baixa fertilidade, inclusive solos argilosos, solos arenosos, bem como tolerância à seca, excelente capacidade de rebrota após ser cortada e decomposição lenta das folhas no solo (BUDELMAN, 1988; COSTA, 2000). Estudos realizados na Indonésia mostraram que a espécie cresceu bem em solos ácidos e terras pouco férteis com alto nível de alumínio solúvel (80% saturação) (KEOGHAN, 1987; RAZILL, 1987; BUDELMAN, 1989).

Pode ser considerada como altamente tolerante à seca, permanecendo verde durante períodos secos. ASARE (1985) informou que flemingea permaneceu verde ao longo do ano, em Gana, e reteve a maioria de suas folhas durante a estação seca. De acordo com BUDELMAN & SIREGAR (1997), também podem sobreviver em terras mal drenadas. SHELTON (2001) a classifica como tolerante a solos pobres em drenagem. É uma leguminosa fixadora de nitrogênio atmosférico (FBN), porém, BUDELMAN & SIREGAR (1997), recomendam inoculação de semente com uma concentração de *Bradyrhizobium* satisfatória em ambientes novos. CANTO (1989), em pesquisas em Manaus-AM, inoculou as sementes de seu experimento com rizóbio específico para feijão caupi (*Vigna unguiculata*). Conforme sua área de origem, flemingea é bem adaptada a ambientes tropicais e subtropicais. Essa leguminosa tem melhor desempenho em clima quente, mostrando-se sensível a baixas temperaturas, apresentando bom desempenho desde o nível do mar até 2000 m de altitude. VERLIÈRE, (1966), na Costa do Marfim, testando espécies leguminosas para produção de “mulch” em cafeeiros, observou que flemingea apresenta estabelecimento mais lento e necessita de algumas capinas nos primeiros seis meses. BOUHARMONT (1979), em estudos na República de Camarões, concluiu que as constantes limpezas nos primeiros meses são um dos principais obstáculos à sua utilização. BURGER & BRASIL (1986) também

verificaram um desenvolvimento inicial mais lento que outras leguminosas, em estudo efetuado em Capitão Poço, no Pará.

A adoção da adubação verde por agricultores, está relacionada à alta produção de biomassa aérea, sementes e acúmulo de nutrientes, o custo de implantação deve ser mínimo, bem como o controle de plantas espontâneas, dentro deste contexto flemingea se destaca no controle de ervas indesejadas, devido sua capacidade de produção de biomassa, decomposição lenta no solo e ao sombreamento que a mesma proporciona depois de estabelecida YAMOA et al. (1986a). O uso de leguminosas nos sistemas de produção para suprimir infestações de plantas daninhas é uma opção para o produtor, devido ao baixo custo de implantação e manejo. Entretanto, algumas espécies de plantas podem apresentar-se como hospedeiras alternativas a agentes fitopatogênicos. MILÉO et al. (2006), em estudos no Amazonas, verificando a suscetibilidade de algumas leguminosas ao *Colletotrichum guaranicola*, agente da antracnose do guaranazeiro, principal doença desta cultura, concluíram que flemingea não é suscetível ao fungo, portanto, parece não oferecer possíveis riscos como fonte de inóculo de *C. guaranicola* às plantas de guaraná. É tolerante à sombra e reduz a invasão de ervas daninhas (SKERMAN, 1977; GODEFROY, 1988). Outros trabalhos demonstram que flemingea, uma vez estabelecida, controla perfeitamente as invasoras (RRIM, 1962; BOUHARMONT, 1979; YOST, et al., 1985), devido ao sombreamento que a mesma provoca, pelo seu crescimento abundante. BUDELMAN, (1988), caracteriza a espécie como sendo promissora no controle de erva daninha, servindo como cobertura morta. Resultados observados por BANFUL et al. (2000) em Kumasi, Ghana indicaram a superioridade de *Flemingia macrophylla* sobre *Leucaena leucocephala* na produção de mulch. YAMOA et al. (1986a) mostrou que a decomposição depois de 120 dias era 96, 58 e 46 % para *Gliricidia sepium*, *Flemingia macrophylla* e *Cássia siamea* respectivamente. Estudos realizados por LOPES (1999) no Município de Porto Velho, Rondônia, caracterizam a decomposição da matéria seca de três espécies de leguminosas, onde na sexta semana da época seca, *Pueraria phaseoloide*, *Flemingia congesta* e *Desmodium ovalifolium*, apresentaram 38%, 51% e 56% de material remanescente. Estudos relacionados ao cultivo de “pimenta negra” (*Piper nigrum*) no Equador (PROFORS, 1999) em um sistema silvo agrícola de produção, demonstram que o mulch proveniente da folhagem de flemingea e gliricídia, oriunda das podas permite a acumulação de matéria orgânica no solo, o que repercute positivamente na reciclagem de nutrientes de todo o sistema, conservando assim a fertilidade do solo.

CANTO (1989) destacou a importância do uso de flemingea como adubo verde no consórcio com plantação de guaraná, em Manaus-AM. Presta-se para o cultivo em faixas ou aléias, podendo ser consorciada com diversas culturas de interesse econômico. Estudos com cultivos de flemingea associados com mandioca, demonstram o aumento de rendimento de raiz e de folhagem, fertilidade do solo e reduzindo problemas de erosão (PRESTON et al., 2000; TIEN et al., 2005). Esta espécie é considerada uma planta excelente para conservação do solo (SUSILAWATI et al., 1997). A recuperação de solos degradados deve ser baseada numa tecnologia que, promova não apenas a utilização de espécies de rápido crescimento, mas também que sejam capazes de melhorar o solo através da matéria orgânica. Esta melhoria se faz tanto pela deposição de material vegetal como reciclagem de nutrientes (MONTAGNINI & SANCHO, 1990). BERGO (2006), em trabalhos visando avaliar o efeito do uso de leguminosas no sistema de produção de café, no segmento de agricultura familiar no Acre, mostrou que a *Flemingia congesta* proporcionou aos cafeeiros uma produtividade média de 9,56 sacas de 60 kg ha⁻¹, sendo significativamente superior aos tratamentos *Cajanus cajan*, *Canavalia ensiformis*, tendo 98% de aumento de produtividade em relação à parcela

testemunha. Este potencial de flemingea também foi constatado na Colômbia por CARVAJAL (1984), que conseguiu, consorciando esta leguminosa com cafeeiros em produção, um aumento médio de produtividade de 130%, induzindo ainda a um início de produção mais precoce nos cafeeiros jovens. Embora flemingea não produza uma biomassa lenhosa grande, YAMOA et al. (1986b) obtiveram 6,8 Mg caule seco ha⁻¹, de plantas com dois anos de idade.

A espécie tem mostrado potencial satisfatório como uma forragem perene, o teor de proteína e fibra bruta contidos na matéria seca é de aproximadamente 173 g kg⁻¹ e 380 g kg⁻¹ respectivamente. ASARE (1985) achou o nível de proteína bruta em folhas variando de 14,5 a 18,3%, dependendo da frequência de corte e altura. NGUYEN et al. (2002) em estudos no Vietnã, observaram que o teor de proteína bruta encontrada em flemingea era 14,6%. A limitação principal é o baixo valor nutricional, avaliados em termos de digestibilidade, devido ao alto conteúdo de tanino, que relaciona com baixa palatabilidade para o gado (THOMAS & SCHULTZE-KRAFT, 1990; JACKSON et al., 1996; BARAHONA et al., 1997). Em linhas gerais a espécie flemingea apresenta um conteúdo de tanino em torno de 20,1 g kg⁻¹ (NGUYEN, 1996) o conteúdo de tanino nas plantas pode variar de acordo com as variações climáticas e geográficas. A palatabilidade da planta imatura é consideravelmente melhor do que as partes mais velhas (KEOGHAN, 1987). As folhas e ramos podem ser secos ao ar, durante aproximadamente cinco dias em um lugar coberto, podendo ser moídos e então armazenados em sacos. Para evitar e prevenir problemas com fungos, as folhas e ramos devem ser secas até um teor de umidade de 10% a 13% aproximadamente, para posterior alimentação de animais. Trabalhos de DAMELYS et al. (1995), destacam a importância das leguminosas *Tadehagi triguetrum* e *Flemingia macrophylla* como forrageiras submetidas a pastoreio durante a época seca, por possuírem um maior desenvolvimento foliar durante esse período.

Trabalhos relacionados à espécie incluem vários outros usos, como tintura laranja para sedas, a partir de um pó proveniente das vagens secas, e uso das raízes para propósitos medicinais contra úlceras e controle de parasitas intestinais (BUDELMAN & SIREGAR, 1997; BANFUL et al., 2000), servindo também na manutenção do nível de açúcar no sangue de seres humanos e animais (MUHAMMED et al., 2007).

5.2 Análise de Crescimento

Segundo KVET et al. (1971), a análise de crescimento de comunidades vegetais é um dos primeiros passos na análise de produção primária, caracterizando-se como o elo entre o simples registro do rendimento das culturas e a análise destas por meio de métodos fisiológicos, podendo ser utilizada para conhecer a adaptação ecológica das plantas a novos ambientes, a competição interespecífica, os efeitos de sistemas de manejo e a capacidade produtiva de diferentes genótipos. PEREIRA & MACHADO (1987) afirmam que a análise de crescimento representa a referência inicial na análise de produção das espécies vegetais. A comunidade vegetal é dinâmica e sofre variações constantes tanto no número como no tamanho, forma, estrutura e composição química dos indivíduos. A análise quantitativa do crescimento é o primeiro passo na análise da produção vegetal e requer informações que podem ser obtidas sem a necessidade de equipamentos sofisticados. Tais informações são: a quantidade de material contido na planta inteira e em suas partes (folhas, colmos, raízes e frutos) e o tamanho do aparelho fotossintetizante (PEREIRA & MACHADO, 1987). Os estudos quantitativos do crescimento de plantas têm se baseado nas relações entre os elementos meteorológicos e a produção de massa de matéria seca (MONTEITH et al., 1994). A utilização de

métodos simples, como os descritos acima, para a quantificação dos efeitos dos elementos meteorológicos no crescimento e desenvolvimento das culturas é de extrema importância para o manejo das atividades agrícolas (CANFALONE et al., 1998). A Taxa de Crescimento Relativo (TCR) representa a quantidade de material produzido por em relação à biomassa pré-existente em uma unidade de tempo. Este índice fisiológico se reduz com o desenvolvimento do ciclo fenológico da cultura. URCHEI et al. (2000), mencionam que a TCR apresenta um declínio com o desenvolvimento do ciclo, sendo esse comportamento explicado pela crescente atividade respiratória e pelo auto-sombreamento, apresentando valores negativos pela morte de folhas e gemas, de acordo com resultados obtidos por MILTHORPE & MOORBY (1974), MACHADO et al. (1983) e THOMAZ (2001). Ao passo que a Taxa de Assimilação Líquida (TAL) que representa o balanço entre o material produzido pela fotossíntese e aquele perdido através da respiração (PEREIRA & MACHADO, 1987), revela o aumento da matéria seca por unidade de material assimilatório, apresenta os maiores valores no período vegetativo, reduzindo-se com a idade da planta (LUCCHESI, 1984; URCHEI et al., 2000). A evolução da TAL com a idade da planta sugere diminuição progressiva desse parâmetro ao longo dos diferentes estádios, evidenciando maiores valores durante o período vegetativo da cultura, com declínio mais acentuado, seguido de uma relativa constância da assimilação líquida na fase reprodutiva, com retomada de decréscimos sucessivos do final do estágio reprodutivo ao término do ciclo da cultura (LOPES et al., 1982; MOREIRA, 1993). A Taxa de Crescimento Absoluto (TCA) representa a capacidade de produção de biomassa da cultura em função dos dias após o transplante (PEREIRA & MACHADO, 1987), e avalia a produtividade primária líquida.

5.3 Utilização da adubação verde na agricultura

Nota-se, nas últimas décadas, que a necessidade de produzir, cada vez mais, tem levado a alterações tecnológicas de práticas culturais, cujas conseqüências ecológicas não tem sido entendidas suficientemente (SIDERAS & PAVAN, 1985). As características físicas, químicas e biológicas de um solo sob cultivo, são por demais afetadas, o que promove alterações drásticas tanto na camada arável quanto nas subjacentes, sendo que os nutrientes e teor de matéria orgânica, por sua vez, tendem a diminuir à medida que aumenta o tempo de cultivo, atribuído principalmente à erosão (GREENLAND, 1981).

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, lixiviando o elemento (DÖBEREINER, 1997), sendo responsável em grande parte pelos baixos níveis de produtividade das culturas. Com a exceção da água, o nitrogênio é geralmente considerado o nutriente mais limitante para o crescimento de plantas no seu ambiente natural (FRANCO & DÖBEREINER, 1994). O suprimento de nitrogênio ao solo pode se dar pela adição de fertilizantes minerais e orgânicos, pela água das chuvas ou pela fixação biológica. Apenas uma porção dos organismos do grupo dos procariotos consegue converter ou reduzir enzimaticamente o nitrogênio da atmosfera em amônia, a qual pode ser incorporada para o crescimento e manutenção das células. Estes organismos são denominados diazotróficos e o mecanismo responsável pela incorporação de nitrogênio (N) à biomassa é chamado de fixação biológica de nitrogênio (FBN), transformando o nitrogênio atmosférico em uma forma assimilável pela planta, tornando o cultivo economicamente viável e competitivo, além de reduzir os problemas com a poluição ambiental (DÖBEREINER, 1997). Assim

somente culturas com sistemas de fixação biológica de nitrogênio eficiente, como exemplo, algumas leguminosas (crotalária, guandu, mucuna, entre outras) podem crescer adequadamente sem aplicação de fertilizantes nitrogenados derivados de combustível fóssil. Esta associação de organismos diazotróficos e plantas superiores da família das leguminosas, já são bem conhecidas, tais organismos, colonizam a rizosfera invadindo tricomas e pelos radiculares (GEURTS & FRANSEN, 1996), formando os nódulos, promovendo o processo de fixação biológica de nitrogênio, que se resume em um processo biológico de quebra da tripla ligação do N₂ através de um complexo enzimático, denominado nitrogenase. Este processo ocorre no interior dessas estruturas específicas, denominadas de nódulos.

A adubação verde consiste na utilização de plantas em rotação ou consórcio com as culturas de interesse econômico. Podendo ser incorporadas ou roçadas e mantidas na superfície do solo, proporcionando, em geral, uma melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo (DE-POLLI et al., 1996; ESPÍNDOLA et al., 1997) e benefícios para a produtividade de culturas (ARAÚJO & ALMEIDA, 1993; OLIVEIRA, 2001), além de exercer importante efeito no manejo das doenças e de plantas invasoras pelos efeitos físicos e/ou alelopáticos. CHAGAS et al. (1994), observaram que o cultivo do feijão após mucuna e milho proporcionou aumento de 39,2 % e 10,9 % no rendimento, respectivamente. DE-POLLI & CHADA (1989), estudando a adubação verde incorporada ou em cobertura na produção de milho em solo de baixo potencial de produtividade, verificaram que esta propiciou produtividade até maior que adubação com N mineral. Com o uso da prática da adubação verde é possível recuperar a fertilidade do solo, proporcionando aumento na CTC e disponibilidade de nutrientes às plantas, aumentar a formação e estabilização dos agregados, melhorar as condições para infiltração e armazenamento de água no solo e de aeração, diminuir a amplitude térmica, controlar fitoparasitas e fitopatógenos e, fornecer N obtido pela fixação biológica, especialmente por leguminosas (IGUE, 1984; CALEGARI, 2007). Este conceito é bastante antigo, tendo início na China, na dinastia de Chou, no período compreendido entre 1134-247 a.C. (SOUZA, 1953). A adubação verde possui múltiplas funções, servindo como proteção contra impacto direto sobre o solo de gotas de chuva, conservação da umidade do solo, diminuição de oscilações térmicas, favorecendo a infiltração de água, evitando problemas de erosão, na adição e/ou ciclagem de nutrientes, favorecendo o controle de plantas invasoras (CALEGARI, 1998). A família das leguminosas é a mais utilizada como adubo verde. De acordo com MIYASACA et al. (1984), a principal razão para essa preferência está em sua capacidade de fixar o N atmosférico mediante a simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium/Bradyrhizobium* nas raízes (SILVA et al., 1985). O cultivo de plantas de cobertura tem mostrado eficientemente no controle de erosão, aumento de MOS, reciclagem de nutrientes (MIYAZAWA et al., 1993; CALEGARI, 2004) e redução das perdas por lixiviação de nutrientes, principalmente de nitrato (GONÇALVES et al., 2000). A adição de carbono orgânico através do cultivo de adubos verdes e a manutenção dos resíduos sobre o solo favorecem decomposição lenta e gradual desses resíduos, liberando compostos orgânicos que estimulam a formação e estabilidade dos agregados no solo, melhorando a sua estrutura (SIX et al., 2002). Este aspecto, aliado a grande presença de compostos solúveis, favorece sua decomposição e mineralização por microorganismos do solo (ZOTARELLI et al., 1997). KIEHL (1985) afirma que os adubos verdes, após incorporados, tendem a se decompor e a liberar rapidamente os nutrientes. Estudos realizados com Guandu [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.], por MOREIRA (2003), demonstraram que esta espécie foi capaz de produzir 8,0 Mg ha⁻¹ de matéria seca, apresentando uma FBN de aproximadamente 60%, o que equivale a um incremento de

130 kg ha⁻¹ de N, proveniente da FBN. SALMI (2004), estudando guandu, não observou diferenças significativas ao acúmulo total de nutrientes contidos na biomassa aérea de diferentes genótipos, apesar das grandes diferenças numéricas encontradas, por exemplo, para N, que variou de 188 a 261 kg N ha⁻¹, entre os genótipos estudados.

Outros estudos indicam uma variação das quantidades de N fixado por plantas desta família é de 0 a 600 kg ha⁻¹ ano, dependendo da espécie utilizada e das condições de manejo (COSTA et al., 1993). KIEHL (1960), em trabalho com guandu, feijão-de-porco, mucuna-preta, mucuna-rajada, crotalária-júncea e crotalária-paulina, verificou que guandu e crotalária-júncea foram as espécies que mais se destacaram na produção de massa verde e matéria seca. O cultivo de solo sem o emprego de práticas que favoreçam a conservação do solo e a manutenção de sua fertilidade poderá causar queda de produtividade, com reflexo no aumento do custo de produção e diminuição dos lucros (PRIMAVESI, 1988). O grande desafio é estabelecer esquema compatível do uso do adubo verde, de diferentes espécies, com os sistemas de produção específicos de cada região e, se possível, nos limites de cada propriedade, levando em consideração aspectos sociais e econômicos do agricultor (CALEGARI, 1998).

6. MATERIAL E MÉTODOS

6.1 Origem do material vegetal

As primeiras plantas de *Flemingia macrophylla* foram introduzidas em 2000 a partir de sementes provenientes da EMBRAPA - Tabuleiros Costeiros em Aracajú - SE. Um estande de aproximadamente 50 plantas foi estabelecido no Instituto de Agronomia da UFRRJ. Um ano depois, as sementes produzidas foram usadas para triplicar o estande original e ainda, foram levadas ao Sistema Integrado de Produção Agroecológica - SIPA em 2005. O SIPA é uma área de pesquisa e produção em Agricultura Orgânica, criada por meio de um convênio entre a UFRRJ, EMBRAPA/CNPAB, EMBRAPA/SOLOS e a PESAGRO-RIO, desde 1993. O SIPA está implantado numa área de aproximadamente 60 ha, na Baixada Fluminense. As sementes foram produzidas no ano de 2006 no Sistema Integrado de Produção Agroecológica ("Fazendinha Agroecológica - Km 47"), localizada em Seropédica, situado na latitude 22a 45'S, longitude 43a 41'W Grw. e altitude de 33 metros, sendo o clima incluído na classificação de Köppen como do tipo Aw (NEVES et al., 2005)

6.2 Germinação de sementes de *Flemingia macrophylla*

Realizou-se um teste de germinação com sementes de flemingea, em germinador de câmara (BOD), no Laboratório de Agroecologia no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. As avaliações constaram no monitoramento da germinação durante cinco semanas após a aplicação dos tratamentos de pré-incubação: testemunha (TT), imersão em água por 24 horas (H₂O), imersão em água quente a 90°C e repouso por uma hora (H₂O-90°), imersão em ácido sulfúrico concentrado por vinte minutos (H₂SO₄). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e cinco repetições contendo cinquenta sementes em cada gerbox. Utilizaram-se volumes superiores ao das sementes no processo de imersão. Após aplicação dos tratamentos, 50 sementes foram acondicionadas em caixas do tipo "gerbox", utilizando como substrato folhas de papel específico para germinação, umedecido com água destilada (BRASIL, 1992), e levado a um germinador de câmara (BOD) a 25 °C, na ausência de luz. Procedeu-se à análise da variância e ao teste de Tukey a 5% de significância para comparação de médias.

6.3 Análise de crescimento de *Flemingia macrophylla* em duas localidades

Dois experimentos foram realizados sob condições de campo para realizar a análise de crescimento de *Flemingia macrophylla* em dois locais, um próximo ao nível do mar e outro a 500 m de altitude. O primeiro foi instalado em um Planossolo Háplico, no "Terraço", área do Centro Nacional de Pesquisa de Agrobiologia (EMBRAPA/CNPAB) Seropédica, RJ, situada na latitude 22^a 45'S, longitude 43a 41'W Grw. e altitude de 33 metros, sendo o clima incluído na classificação de Köppen como do tipo Aw (NEVES et al., 2005). Os tratamentos consistiram de doze épocas de amostragem, realizadas a cada 30 dias. O delineamento experimental com quatro blocos casualizados com doze épocas em amostragens destrutivas a campo.

O segundo experimento foi instalado em um Argissolo Vermelho-Amarelo, franco argilo-arenoso no Campo Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária do

Estado do Rio de Janeiro - PESAGRO-RIO, em Avelar - Município de Paty do Alferes (RJ), e localiza-se a 22° 21' de latitude Sul e 43° 25' de longitude oeste com altitude de 507 metros. De acordo com KOEPPEN o clima predominante na região é o tropical úmido de altitude. O delineamento experimental em quatro blocos casualizados, com doze épocas em amostragens não destrutivas a campo.

Produção das mudas de *Flemingia macrophylla*

As sementes de foram produzidas na safra 2006, na Fazendinha Agroecológica km 47. Realizou-se uma seleção, onde sementes defeituosas ou com injúrias, foram retiradas do lote semeado em bandejas de isopor. Com base no teste de germinação realizado com as sementes de flemingea, realizou-se a imersão das sementes em água quente (90°C), seguido de repouso na mesma água em esfriamento por uma hora, visando à quebra da dormência. O semeio foi realizado no dia 03 de outubro de 2006, no “Terraço”, EMBRAPA - CNPAB, 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 no dia 24 de outubro de 2006, 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. Esse tratamento aumenta consideravelmente o vigor das sementes, como observado no teste de germinação realizado e discutido adiante.

6.4 Análise estatística

Os procedimentos estatísticos foram determinados com o auxílio do programa estatístico SISVAR. Os dados gerados de área foliar e biomassa aérea seca foram submetidos a testes para verificação de homogeneidade das variâncias entre as distintas coletas (programa SAEG 9.0). Posteriormente, procedeu-se a transformação dos dados em logaritmo natural. Entre as funções de crescimento testadas para ajuste dos dados no tempo, os modelos de Gompertz [$Y=A \times e(-B \times e(-C \times DAT))$], para biomassa aérea seca, área foliar, Taxa de assimilação líquida (TAL), Taxa de crescimento absoluto (TCA) e Taxa de crescimento relativo (TCR), modelo linear [$Y= e(A + B \times DAT)$], para número de ramificação do experimento II, exponencial polinomial quadrática [$Y= e(A + B \times DAT + C \times DAT^2)$], para altura e número de ramificação do experimento I e diâmetro do colo dos locais I e II, exponencial polinomial cúbica [$Y= e(A + B \times DAT + C \times DAT^2 + D \times DAT^3)$], para altura e número de folíolos do experimento II.

6.5 Experimento I - “Terraço”, Embrapa/CNPAB, Seropédica,RJ - altitude nível do mar

A área experimental, antes em pousio, foi preparada com uma aração seguida de duas gradagens, em seguida sulcado. As mudas foram plantadas no dia 12 de dezembro de 2006, espaçadas 2,0 m x 0,5 m, formando um talhão de 35m x 34m, numa área total de 1190 m² e área útil de 630 m². (Figura 18). A adubação realizada no plantio foi de 60 kg de P₂O₅ ha⁻¹ e 40 kg de K₂O ha⁻¹, como fontes foram utilizados o “Termo Yorim Master 1” (17,5% P₂O₅ total) e Sulfato de Potássio (50% de K₂O), respectivamente. A análise química da terra retirada em amostras, com amostras constituídas de 20 a 30

amostras simples das camadas de 0-20 e 20-40 cm, antes da implantação da cultura, revelou resultados apresentados na Tabela 1. Os dados de precipitação e temperatura durante a condução do experimento encontram-se na Figura 1.

Tabela 1. Análise da fertilidade do solo da área experimental nas camadas de 0-20 e 20-40 cm de profundidade do experimento I. Terraço, EMBRAPA / CNPAB, Seropédica, RJ, 2006.

Profund.	Na	Ca	Mg	H+Al	Al	pH _{água}	Corg	P	K
(cm)	----- Cmol _c / dm ³ -----					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

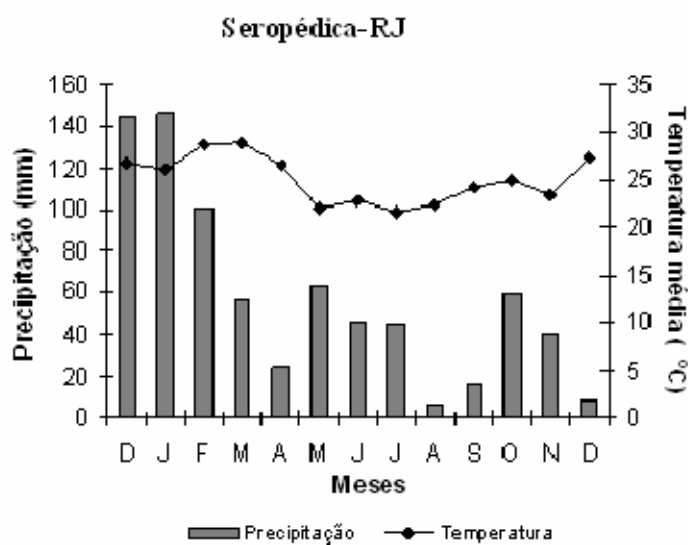


Figura 1. Variação mensal da temperatura média do ar (°C) e precipitação pluviométrica (mm), durante o período de cultivo em Seropédica-RJ. (Fonte: Posto Agrometeorológico da Estação Experimental de Seropédica-RJ. PESAGRO-RIO/INMET).

6.5.1 Análise de crescimento, produção de biomassa e sementes

Foram efetuadas doze amostragens de plantas, aos 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330 e 360 dias após transplântio (DAT), a planta amostrada era obrigatoriamente circunvizinhada por outras plantas, coletando-se sempre plantas que possuíam o chamado “efeito de borda” ou bordadura. A amostragem caracterizada como destrutiva, onde na coleta, duas plantas de cada bloco eram retiradas com auxílio de uma “pá de jardim” ou “pá reta” para que os parâmetros do sistema radicular pudessem ser avaliados, tais como: pesagem das raízes, com auxílio de balança analítica, o volume de raiz de cada planta, por meio da diferença volumétrica, onde as raízes são imersas em uma proveta de 1000ml, e através do deslocamento da coluna d’água determina-se o volume e também o número de nódulos das raízes. A profundidade efetiva, ou seja, aquela encontrada nos primeiros 20-30 cm do solo, área essa, de maior absorção de nutrientes e concentração de raízes secundárias foi amostrada de forma representativa, onde, somente as raízes mais profundas não foram coletadas, devido à dificuldade na

amostragem. Foram determinadas altura das plantas, ou seja, a distância entre a superfície do solo até as folhas superiores mais altas, utilizando uma régua graduada em centímetros, o número de folíolos também foi contabilizado, diâmetro do caule, com uso de um paquímetro e o número de ramificações. Dados esses coletados desde a fase de muda (zero DAT) até aproximadamente aos 360 DAT. Os folíolos das plantas foram separados para determinação da área foliar. As medidas de superfície estão relacionadas principalmente à determinação ou estimativa da superfície fotossinteticamente ativa, a superfície das lâminas foliares foram determinadas diretamente utilizando um medidor de área foliar do tipo LI-COR 3100, na EMBRAPA Agrobiologia. O material colhido foi dessecado e separado nas diferentes regiões funcionais, raiz, caule e folhas, posteriormente pesados separadamente para determinação de biomassa fresca. O material de cada porção vegetal, obtido em cada coleta foi seco em estufa a 65°C, pesado e moído. As taxas de crescimento foram obtidas através do método funcional de análise de crescimento. As seguintes taxas de crescimento foram calculadas:

- taxa de assimilação líquida

$$TAL = 1/A_F \cdot dW/dT \quad (\text{g m}^{-2} \text{ dia}^{-1})$$

- taxa de crescimento absoluto

$$TCA = dW/dT \quad (\text{g planta}^{-1} \text{ dia}^{-1})$$

- taxa de crescimento relativo

$$TCR = 1/W \cdot dW/dT \quad (\text{g}^{-1} \text{ dia}^{-1})$$

onde, W é a massa seca total (em g planta⁻¹), A a área foliar (em m² planta⁻¹) e T o tempo (em dias). Os dados de área foliar e biomassa aérea de cada planta foram ajustados a equação de Gompertz. Pelas determinações de área foliar e biomassa aérea seca, é possível determinar os índices fisiológicos descritos, com as duas respectivas fórmulas matemáticas, de acordo com vários textos dedicados à análise quantitativa do crescimento (HUNT, 1982; MAGALHÃES, 1985; PEREIRA & MACHADO, 1987).

Para determinação da biomassa aérea final, uma poda foi realizada no dia 12/12/07 aos 365 dias após o plantio aproximadamente, onde dez plantas situadas no centro de cada parcela foram podadas com um facão na altura de 0,5 m acima da superfície do solo e pesadas (Figura 20). A avaliação da produção de sementes foi realizada no decorrer do desenvolvimento das plantas, quando essas apresentavam as vagens secas, sendo colhida à parte da parcela reservada para tal fim (3,5 m²).

6.5.2 Análises dos nutrientes: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg)

Os procedimentos para análises de N, baseou-se no método de TEDESCO et al. 1995 e determinado como descrito por BREMNER & MULVANEY (1982). Para os teores de P e K, pelo método colorimétrico (TEDESCO et al., 1995), e por espectrofotometria de chama (EMBRAPA, 1979), respectivamente. Os elementos Ca e Mg, por absorção atômica (EMBRAPA, 1979).

6.5.3 Estimativa da contribuição da fixação biológica de nitrogênio de *Flemingia macrophylla*

Realizou-se a estimativa da contribuição da fixação biológica de nitrogênio (FBN) atmosférico utilizando-se a técnica de abundância natural de ^{15}N ou $\delta^{15}\text{N}$ (SHEARER & KOHL, 1988).

Iniciaram-se as coletas para estimativa da FBN, a partir do oitavo mês de desenvolvimento das plantas no campo, e realizado de maneira bimensal no prosseguir, até completar doze meses de crescimento, perfazendo um total de três coletas. Na área experimental foram amostradas plantas de capim elefante ou napier (*Pennisetum purpureum* Schum.) empregadas como testemunha. A coleta das plantas testemunhas foi realizada por meio de uma amostragem composta da parte aérea de três plantas de cada bloco, formando uma única amostra, assim como foram coletadas amostras composta da parte aérea de três plantas da espécie leguminosa fixadora. O estudo objetivou uma análise temporal da FBN ($\delta^{15}\text{N}$) da espécie *Flemingia macrophylla*. As amostras foram colocadas em estufas de ventilação forçada a 65°C até o peso constante, para a determinação do conteúdo de matéria seca. As amostras de todos os ensaios foram processadas em moinho de rolagem do tipo Wiley para diminuição da granulometria das amostras (<40 mesh) (SMITH & MYUNG, 1990). Após este processamento as mesmas foram analisadas para a determinação da abundância natural de ^{15}N ($\delta^{15}\text{N}$) utilizando um espectrômetro de relação de massa isotópica de fluxo contínuo (espectrômetro de massa Finnigan MAT, modelo DeltaPlus - Finnigan, Bremen, Alemanha).

De acordo com esta técnica, a contribuição percentual de nitrogênio derivado da FBN, foi calculada através da seguinte fórmula:

$$\% \text{FBN} = \{(\delta^{15}\text{N} \text{ testemunha} - \delta^{15}\text{N} \text{ leguminosa}) / (\delta^{15}\text{N} \text{ testemunha} - B)\} \times 100$$

Sendo:

$\delta^{15}\text{N}$ da planta testemunha - Valor de $\delta^{15}\text{N}$ do solo obtido através de plantas não fixadoras, utilizadas como referência;

$\delta^{15}\text{N}$ da leguminosa - Valor de $\delta^{15}\text{N}$ da planta fixadora de N_2 (leguminosa *Flemingia macrophylla*);

B - Valor da discriminação isotópica de ^{15}N feita pela leguminosa durante o processo de FBN, neste caso empregou-se o valor utilizado para *Cajanus cajan* (-0,9) (BODDEY et al., 2000).

Por meio do método da abundância natural em ^{15}N , para quantificação da fixação biológica de nitrogênio (FBN), estimou-se a capacidade que *Flemingia macrophylla* possui em fixar nitrogênio proveniente da atmosfera.

6.6 Experimento II - Estação Experimental da PESAGRO/Avelar, RJ- altitude de 500 metros

A área experimental, assim como no experimento I, foi preparada com uma aração seguida de duas gradagens, onde as mudas foram plantadas em pequenas covas feitas com auxílio de enxada. A análise química da terra retirada em amostras coletadas entre 0-20 e 20-40 cm revelou os resultados apresentados na Tabela 2.

As mudas foram plantadas no dia 19 de dezembro de 2006, espaçadas 2,0 m x 0,5m, formando um talhão de 12 m x 12 m, com uma área de 144 m^2 e área útil de 70 m^2 (Figura 19). A adubação realizada no plantio foi de $60 \text{ kg de P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ e 40 kg de

K₂O ha⁻¹, como fonte foi utilizado o “Termo Yorim Master 1” (17,5% P₂O₅ total) e Sulfato de Potássio (50% de K₂O), respectivamente. As variações de precipitação e temperatura durante a condução do experimento encontram-se na Figura 2.

Tabela 2. Análise da fertilidade do solo da área experimental nas camadas de 0-20 e 20-40 cm de profundidade do experimento II. Avelar-RJ, PESAGRO, RJ, 2006.

Profund. (cm)	Na	Ca	Mg	H+Al	Al	pH _{água}	Corg	P	K
	Cmol _c / dm ³					1:2,5	%	mg/L	
0-20	0,029	2,5	2,0	3,8	0,5	4,9	0,83	4	79
20-40	0,034	1,9	1,3	3,6	0,7	4,8	0,56	16	39

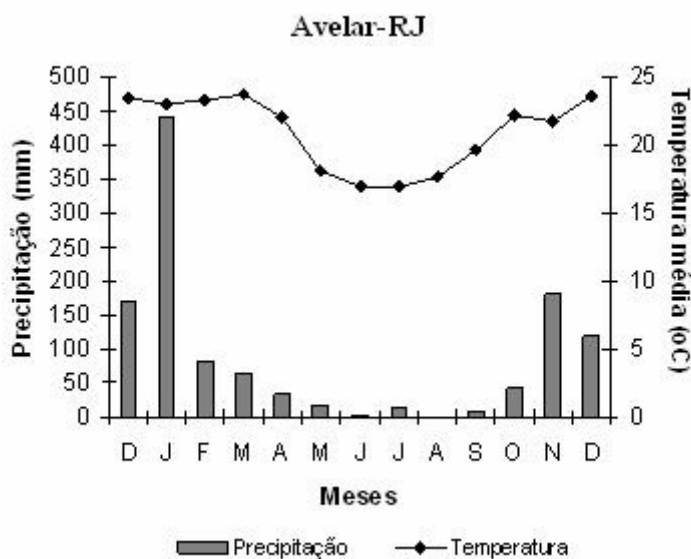


Figura 2. Variação mensal da temperatura média do ar (°C) e precipitação pluviométrica (mm), durante o período de cultivo em Avelar-RJ. (Fonte: Posto Agrometeorológico da Estação Experimental de Avelar-RJ. PESAGRO-RIO/INMET).

6.6.1 Determinação de crescimento, produção de fitomassa aérea e sementes

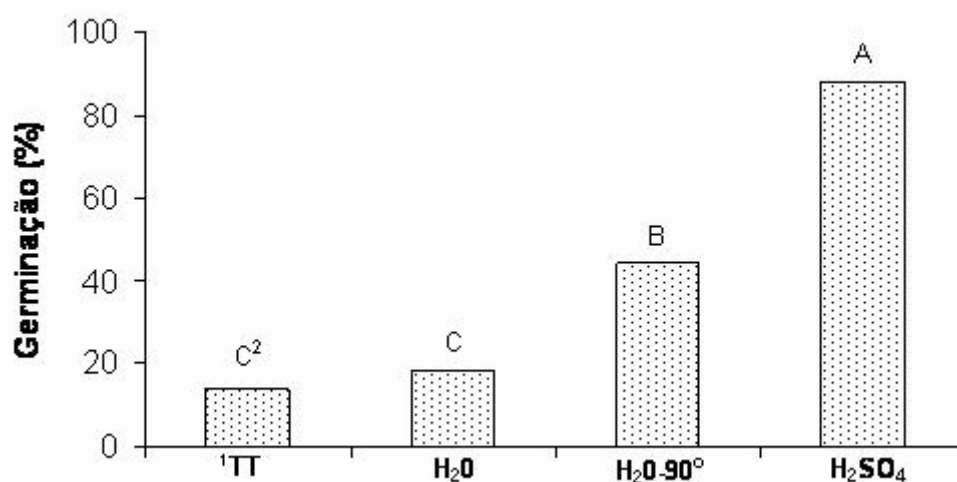
Assim como no experimento I, foram efetuadas doze amostragens de plantas, aos 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330 e 360 dias após transplântio (DAT), em amostragens não destrutivas. Onde se determinou a altura das plantas, utilizando uma régua graduada em centímetros, o número de folíolos também foi contabilizado, diâmetro do caule, com uso de um paquímetro e o número de ramificações, em seis plantas de cada bloco, objetivando uma comparação no crescimento e produção de biomassa e sementes das plantas em diferentes condições edafoclimáticas.

Uma poda foi realizada no dia 19 de dezembro de 2007, aos 360 dias após o plantio. Para se estimar a produção de biomassa fresca, oito plantas de cada parcela (Figura 20) foram cortadas com facão na altura de 0,5 m acima da superfície do solo e pesadas. Para se determinar a matéria seca aérea, duas plantas de cada bloco foram colocadas em saco de papel e levadas a secar em estufa a 65°C até alcançar massas constante e posteriormente pesadas.

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

7.1 Germinação das sementes de *Flemingia macrophylla*

A porcentagem de germinação das sementes de flemingea no tratamento testemunha foi baixa, em torno de 14% (Figura 3). Ao passo que a imersão em ácido sulfúrico concentrado durante vinte minutos foi o tratamento que proporcionou maior porcentagem de germinação. O tratamento de sementes com ácido sulfúrico é um dos métodos mais citados na literatura para a eliminação da dormência causada pela impermeabilidade do tegumento das sementes, sendo eficiente para diversas espécies de leguminosas (FERNANDEZ et al., 2000). CANTO (1989), estudando a leguminosa flemingea, efetuou uma quebra de dormência com ácido sulfúrico a 1%, antes do semeio no campo. CHANDRASEKERA (1980) verificou que a germinação de sementes de flemingea, após imersão em ácido sulfúrico por 15 minutos foi superior que água quente. O efeito do ácido sulfúrico no aumento da germinação também foi demonstrado em sementes de *Desmodium barbatum*, *Crotalaria spectabilis* e *Indigofera suffruticosa* (SIQUEIRA & VALIO, 1992; ANTONIOLLI et al., 1993; GARCIA et al., 2000). A dormência das sementes de sabiá, também conhecida como sansão-do-campo (*Mimosa caesalpiniaefolia*), pode ser superada pela imersão em ácido sulfúrico por um período de dez a quinze minutos (GARCIA et al., 2002). A principal vantagem deste tratamento é o fato da germinação das sementes ser rápida e uniforme, por outro lado, pode representar risco do ponto de vista de impactos ambientais.



¹TT: Testemunha; H₂O: imersão em água por 24 horas; H₂O-90°: imersão em água quente (90° C) e repouso por uma hora; H₂SO₄: imersão por vinte minutos em ácido sulfúrico concentrado.

²Valores seguidos da mesma letra não diferem pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade.

Figura 3. Porcentagem de germinação das sementes de *Flemingia macrophylla* submetidas a diferentes tratamentos para superação da dormência.

Em contrapartida, a água quente provoca microfraturas ao longo do tegumento, favorecendo a embebição. Por isso, este método para superação da dormência de

sementes de leguminosas tem se mostrado eficiente para diversas espécies, tais como estilosantes (*Stylosanthes sp*) e leucena (*Leucaena leucocephala*) (SOUZA, 1996; TELES et al., 1997). Os resultados obtidos com essas espécies são similares aos do presente trabalho, em que ao final do teste, a germinação foi de 44% (Figura 3). Logo a imersão em água quente proporcionou um aumento na ordem de três vezes em relação à testemunha. Mesmo que os resultados obtidos de germinação sejam inferiores aos valores obtidos no tratamento com ácido sulfúrico, que resultou em 88 % de germinação, a imersão de sementes com água quente a 90°C e posterior repouso na mesma água por uma hora pode ser recomendado, pois é de fácil aplicação, custo baixo, relativamente menos perigoso quanto a possíveis acidentes de trabalho, haja vista que não proporciona riscos na manipulação e nem a uma possível contaminação ambiental. A espécie produz sementes abundantemente, a produtividade pode chegar a 600 kg de sementes ha⁻¹ (GOMES & MORAES, 1997), isto pode facilitar seu estabelecimento, em detrimento da menor germinação obtida com este tratamento.

Em contrapartida, a imersão das sementes em água na temperatura ambiente por 24 horas, não proporcionou aumento na germinação em relação à testemunha (Tabela 3). O efeito positivo promovido pela imersão em água foi detectado para *Desmodium incanum* (SCHEFFER-BASSO, 1997). É possível que o tegumento das sementes de flemingea, seja mais impermeável em relação a outras espécies de leguminosas, o que também pode estar relacionado ao estágio de maturação das sementes por ocasião da colheita, visto que CASTRO et al. (1993), em estudos com *Stylosanthes capitata*, relacionaram a dormência das sementes ao estágio de maturação das mesmas.

Tabela 3. Número de plântulas viáveis de *Flemingia macrophylla* durante 35 dias após submissão a diferentes tratamentos para superação da dormência das sementes.

Tratamento	<i>Flemingia macrophylla</i> *					
	7 dias	14 dias	21 dias	28 dias	35 dias	Total
Testemunha (TT)	3 B**	13 B	11 B	6 B	0 A	35 C
Imersão em água por 24 horas (H ₂ O)	2 B	22 B	10 B	3 B	0 A	37 C
Imersão em água a 90° (H ₂ O-90°)	5 B	24 B	51 A	28 A	2 A	110 B
Imersão em ácido sulfúrico (H ₂ SO ₄)	160 A	56 A	3 B	1 B	0 A	220 A
CV %	25	29	32	28	22	28

* Teste de germinação realizado em gerbox, contendo 50 sementes em cada repetição.

** Valores seguidos da mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade.

7.2 Crescimento e produção de biomassa

No presente trabalho, as mudas produzidas sob casa de vegetação, em bandejas de isopor, foram posteriormente levadas a campo, isso provavelmente favoreceu seu estabelecimento nos primeiros meses, associado ao fato de que as linhas de plantio foram mantidas capinadas durante toda condução dos experimentos. Estudos realizados na Malásia mostram que *Flemingia macrophylla* se estabelece relativamente mais lentamente, quando plantadas por sementes no campo, tanto quando plantada sozinha ou em combinação com outras leguminosas (RRIM, 1962; VERLIÈRE, 1966). As curvas de crescimento dos parâmetros avaliados em ambos os locais, ao longo de um ano, de dezembro de 2006 a dezembro de 2007, mostram que aos 360 dias após o transplante, as plantas avaliadas no experimento I, apresentavam em média 174 cm de altura (Figura 4). A dispersão dos dados apresentou alto ajuste ao modelo polinomial quadrático ($R^2=0,97$) (Figura 4), com uma significativa produção de biomassa seca (Figura 8). Para

o experimento II, o modelo polinomial do terceiro grau foi mais adequado, atingindo menores alturas aos 360 DAT, em relação ao experimento I (Figura 4). Considerando as condições de alta precipitação e temperatura, é possível que as plantas cresçam mais, até a estação seca.

BRASIL & BURGUER (1986), mediram a altura de alguns adubos verdes, entre eles *Flemingia congesta*, e aos 190 DAT encontraram valores médios de 125 cm, o que vai de acordo com as medidas encontradas no experimento I, que aos 180 DAT e 210 DAT, era em média de 119 cm e 136 cm, respectivamente, porém acima das medidas encontradas no experimento II, nas mesmas datas (83,8 cm e 91,25 cm) (Tabela 5). Para o experimento II, observamos que as plantas atingiram menor valor médio, que chegou a 153,8 cm aos 360 DAT. Experimentos conduzidos no CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), na Colômbia, constataram que após seis meses, a altura das plantas variou de 0,25 m a 1,91 m, com média de 1,04 m, valor esse, dentro da faixa de altura encontrada no presente estudo, onde aos 180 DAT os valores médios variaram de 1,19 m e 0,83 m, no experimento I e experimento II, respectivamente. Contudo, a espécie apresenta um bom porte para o uso, principalmente no cultivo em aléias, onde o aporte de resíduo vegetal é extremamente relevante.

O diâmetro do caule também atingiu valores máximos aos 360 DAT, adequando-se bem à curva polinomial quadrática (Figura 4). Os valores encontrados para o diâmetro dos caules, afirma o aspecto semi-lenhoso dos mesmos. Essa característica pode explicar a elevada relação talo/folha, que revelou uma relação média ao longo do ano de 2:1 (Figura 6). Esses resultados corroboram com PERERA et al. (1994), que cita a alta produção de biomassa e alta relação talo e folhas como característica da flemingea, tal relação pode favorecer a diminuição da velocidade de decomposição do material vegetal no solo (LOPES, 1999). Devido à espessura do caule alcançada com o desenvolvimento das plantas, a espécie apresenta potencial para fornecimento de madeira para combustão ou lenha em pequena escala (ANDERSSON et al., 2006). O diâmetro do caule (Figura 4) associado ao grande número de ramificações (Figura 5), evidencia as observações de VANLAUWE et al. (1996), que relatam sobre os elevados teores de lignina/nitrogênio, o que resulta em lenta decomposição quando deixadas sobre o solo. Aos 270 e 300 DAT, essa relação se mostrou mais elevada, uma vez que coincidiu com o período em que houve queda de folhas em função do período mais seco do ano (Figura 6).

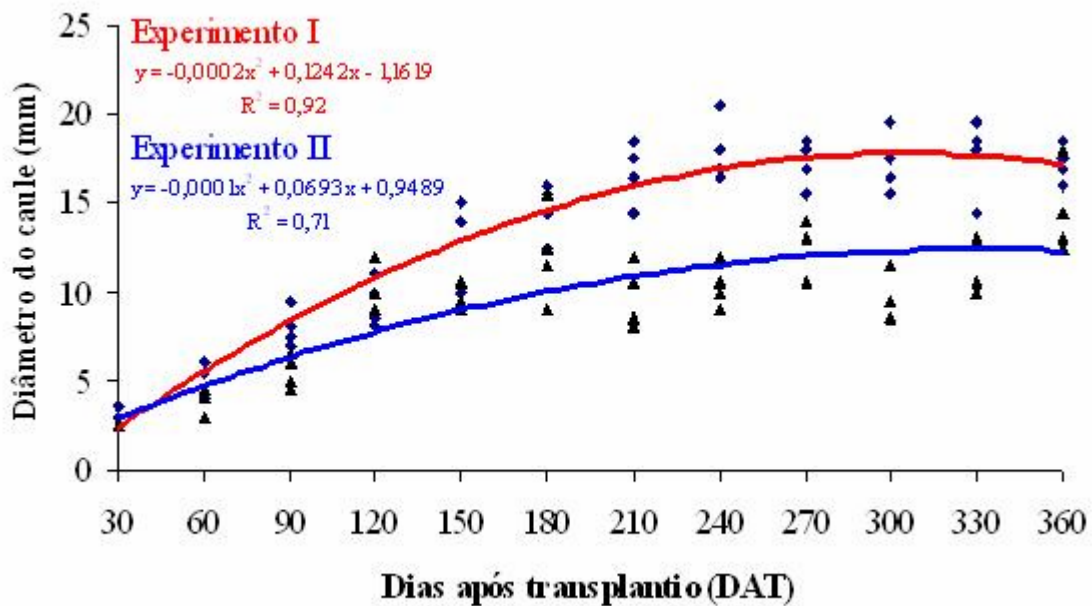
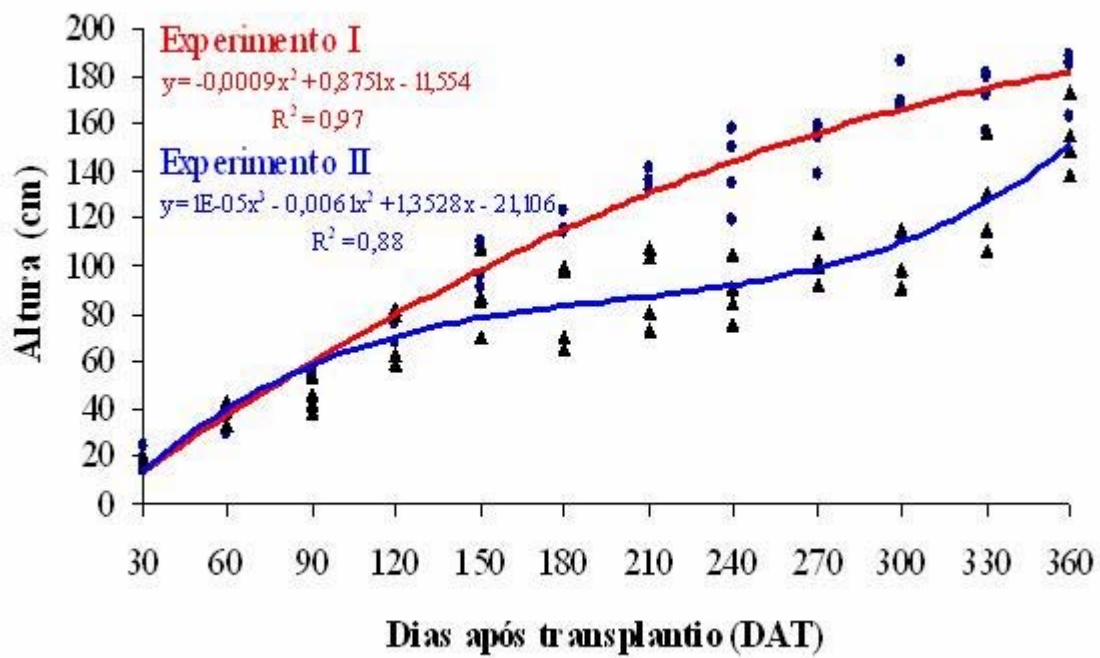


Figura 4. Altura e diâmetro do caule das plantas de *Flemingia macrophylla* durante a condução dos experimentos em diferentes localidades, Seropédica (nível do mar) e Avelar (500 m), EMBRAPA/PESAGRO, 2007.

A espécie apresenta ramificações oriundas desde a base do caule da planta, com gemas meristemáticas provenientes de partes radiculares mais próximas do colo, o que faz com que flemingea apresente boa capacidade em se ramificar (Figura 5). Essa característica poderá influenciar na capacidade de crescimento compensatório com

implicações diretas no desempenho da planta sob condições de estresse, ou seja, menor chance de queda de produção de biomassa sob condições adversas, essa é uma característica importante nos sistemas de cultivos que utilizam espécies arbustivas, como por exemplo, o cultivo em aléias (SALMI, 2003).

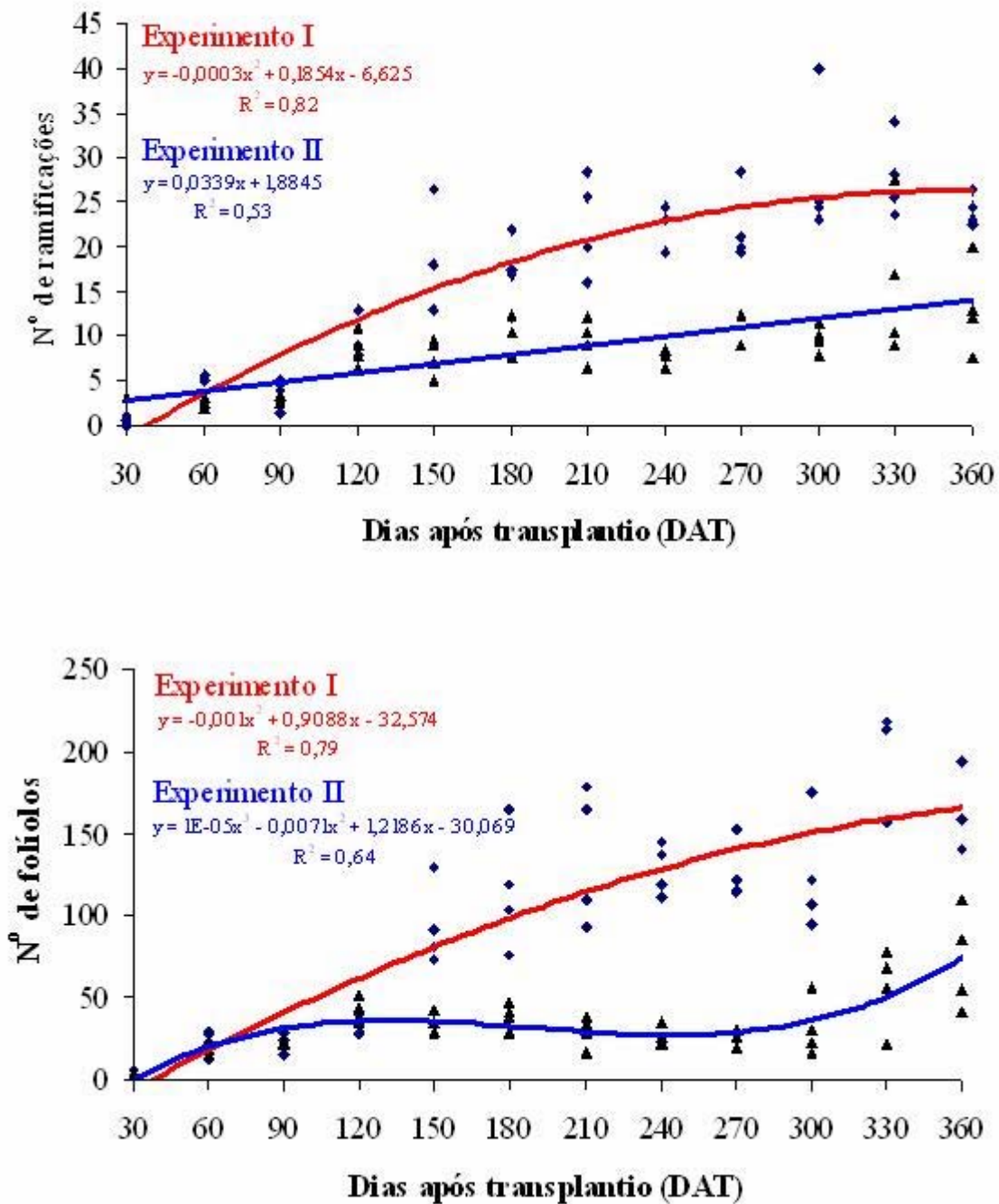


Figura 5. Número de ramificações e número de folíolos de *Flemingia macrophylla*, durante a condução dos experimentos em diferentes localidades, Seropédica (nível do mar) e Avelar (500 m), EMBRAPA/PESAGRO, 2007.

Os resultados relacionados à biomassa seca, área foliar e elementos do sistema radicular (volume e biomassa seca de raiz e número de nódulos) durante as épocas de amostragem, referem-se somente ao experimento I, onde a amostragem contemplou a planta inteira, inclusive o sistema radicular das plantas.

Fazendo uma análise conjunta dos experimentos, nota-se melhor desenvolvimento das plantas a partir dos 150 DAT no experimento I em todos os parâmetros avaliados, em relação ao experimento II. Mostrando que esta espécie expressa melhor desempenho em condições de clima mais quente com precipitações melhor distribuídas durante o ano, todavia tolera condições de altitude, de clima mais ameno, com temperaturas médias mais baixas e menores valores de precipitação, como é o caso das condições climáticas do experimento II. A amostra de terra do Argissolo do experimento II revela presença de maiores teores de Al^{+3} (Tabela 2), em relação ao Planossolo do experimento I (Tabela 1). O alumínio em altas concentrações resulta em toxidez, inibindo o crescimento das plantas e refletindo num menor desenvolvimento (DELAHAIZE & RYAN, 1995). A toxidez de alumínio pode às vezes diminuir substancialmente a produção das culturas, por inibir a utilização de alguns nutrientes, refletindo em sintomas na parte aérea.

A produção de biomassa seca aérea do experimento I chegou a valores de $4,1 \text{ Mg ha}^{-1}$, superior aos resultados do experimento II onde o rendimento de biomassa foi de $2,3 \text{ Mg ha}^{-1}$, no corte realizado aos 360 DAT. DINH et al. (1998) relataram rendimentos de biomassa aérea similar de flemingea que são de 3,9, 13,4, 9,8 e $8,9 \text{ Mg MS ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ no primeiro, segundo, terceiro e quarto ano, respectivamente. Há uma tendência no aumento de produção de biomassa, após o primeiro corte, uma vez que a espécie apresenta excelente capacidade de rebrota (GOMES & LUNZ, 1997). Corroborando com NGUYEN et al. (2003) que obtiveram rendimentos de biomassa de flemingea na ordem de 4,68 e $11,2 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de matéria seca no primeiro e segundo ano, respectivamente. CANTO (1989) estudando os efeitos da introdução de leguminosas de cobertura em plantios comerciais de guaraná, encontrou quantidades de biomassa acumulada de flemingea, com $5,8 \text{ Mg ha}^{-1}$, em média por corte. VERLIÉRE (1966) na Costa do Marfim obteve produções que variaram de $13,5 \text{ Mg ha}^{-1}$ (em cinco cortes ano^{-1}) a $17,9 \text{ Mg ha}^{-1}$ (em três cortes ano^{-1}). Rendimentos esse, que podem ser comparados com espécies semelhantes, como é o caso do *Cajanus cajan* (guandu), bastante estudado por se prestar para vários propósitos. SALMI (2003) estudou diversos genótipos de guandu e verificou rendimentos em torno de $18,31 \text{ Mg ha}^{-1}$ de matéria verde e $5,95 \text{ Mg ha}^{-1}$ de matéria seca.

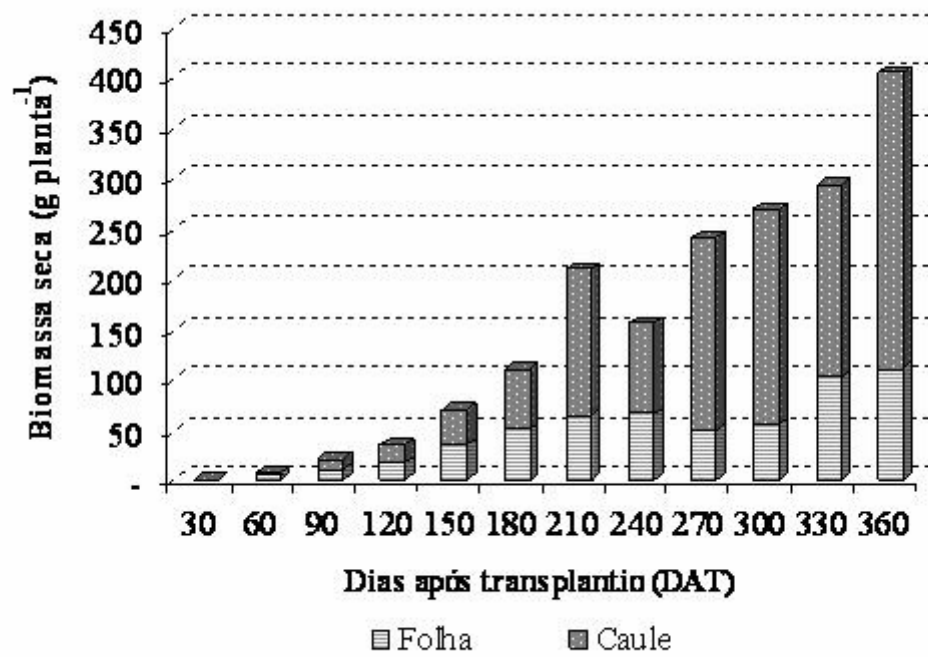


Figura 6. Produção de biomassa seca de *Flemingia macrophylla*, durante a condução do experimento I. Seropédica, 2007.

Tabela 4. Análise conjunta dos dados do Experimento I e Experimento II, nas diferentes épocas. Seropédica e Avelar, 2007.

Desdobramento de Local dentro de cada Época para os parâmetros avaliados													
Parâmetros	Local	Dias após transplântio											
		30 DAT	60 DAT	90 DAT	120 DAT	150 DAT	180 DAT	210 DAT	240 DAT	270 DAT	300 DAT	330 DAT	360 DAT
Altura (cm)	1	18,87 A*	35,62 A	54,62 A	74,75 A	101,12 A	118,62 A	136,37 A	140,12 A	152,37 A	172,37 A	172,00 A	180,50 A
Altura (cm)	2	19,00 A	39,37 A	45,37 A	71,00 A	88,00 B	83,75 B	91,25 B	89,25 B	102,37 B	102,12 B	127,37 B	153,75 B
Diâmetro (mm)	1	3,25 A	5,25 A	8,00 A	9,37 A	13,25 A	14,62 A	16,75 A	18,00 A	17,25 A	17,25 A	17,62 A	17,25 A
Diâmetro (mm)	2	2,50 A	4,00 A	5,50 B	10,00 A	9,62 B	12,12 B	9,75 B	10,37 B	12,00 B	10,25 B	11,62 B	14,50 B
Nº folíolo	1	5,37 A	22,87 A	22,12 A	32,62 A	93,75 A	115,75 A	136,50 A	128,37 A	126,37 A	124,50 A	186,37 A	158,37 A
Nº folíolo	2	4,00 A	18,12 A	22,12 A	42,25 A	35,50 B	38,75 B	29,12 B	26,62 B	25,75 B	31,87 B	56,31 B	73,00 B
Nº ramificação	1	3,00 A	4,50 A	3,75 A	9,50 A	18,87 A	17,50 A	22,5 A	22,87 A	22,25 A	28,12 A	27,75 A	24,12 A
Nº ramificação	2	3,66 A	2,46 A	3,21 A	8,58 A	8,08 B	9,92 B	9,96 B	8,29 B	10,79 B	10,25 B	18,29 B	13,71 B

* na coluna, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey.

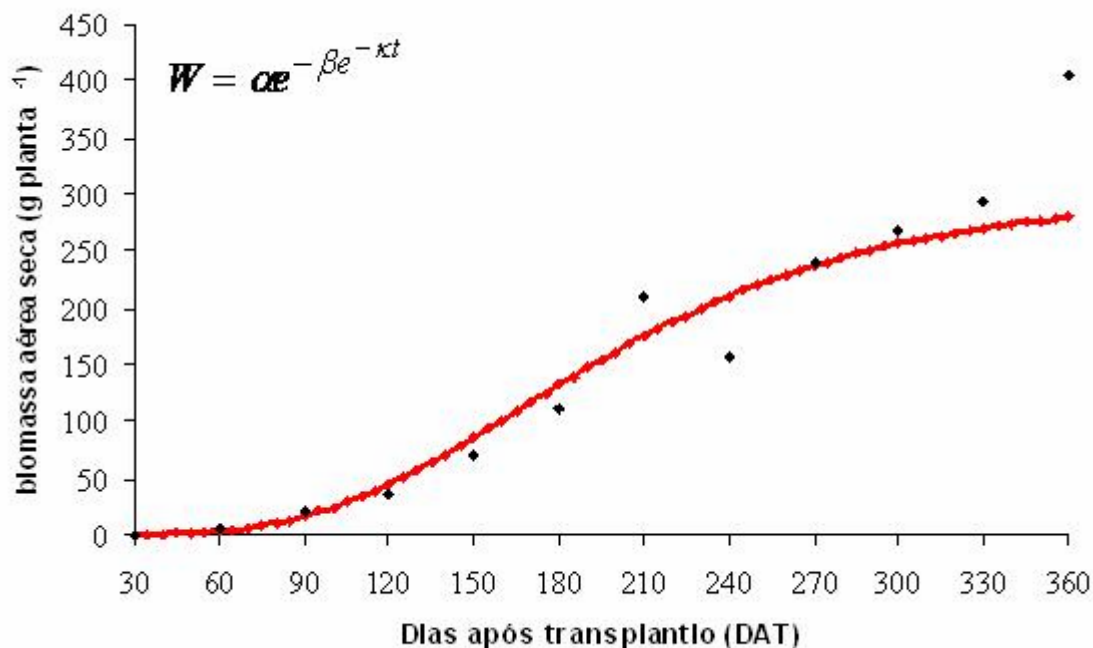


Figura 7. Produção de biomassa aérea seca de *Flemingia macrophylla*, durante a condução do experimento I, ajustado a equação de Gompertz. Seropédica, 2007.

No experimento I, observou-se que nos meses de setembro e outubro de 2007, devido à ocorrência de um período seco na região, houve senescência de folhas mais velhas (Figura 8), causado pelo estresse por déficit hídrico. No experimento II, observou-se que a partir da segunda quinzena do mês de abril, devido às condições meteorológicas característica da região, as plantas se desenvolveram mais lentamente em comparação com o experimento I (Tabela 5), apresentando queda acentuada de folhas aos 210 DAT, 240 DAT e 270 DAT no período de clima mais frio e seco (Figura 2). A senescência de folhas é considerada um fator fisiológico de adaptação à seca (TURNER, 1986). O déficit hídrico fez com que as plantas perdessem folhas e diminuíssem a área fotossinteticamente ativa, em detrimento da perda de água para atmosfera por processos transpiratórios. Os fatores ambientais influenciam a transpiração na medida em que alteram o gradiente de vapor d'água entre a superfície da folha e o ar que a envolve, sendo a temperatura do ar, a umidade relativa (Figura 16 e Figura 17) e disponibilidade hídrica do solo, são um dos principais fatores que afetam a transpiração (ANGELOCCI, 2002). A espécie é considerada como resistente à seca (ASARE, 1985) e a senescência de folhas é um mecanismo de resposta adaptativa.

Algumas variáveis indicadoras de resposta da planta ao estresse por seca podem ser mensuradas mais facilmente, com equipamentos mais simples, como é o caso das variáveis fisiológicas: área foliar e o acúmulo de matéria seca na parte aérea, consideradas por BLUM (1997) como variáveis sensíveis ao estresse. Esse mecanismo de evitamento ou escape a seca sob alto conteúdo de água, ou seja, habilidade da planta de manter alta hidratação, quando a precipitação é baixa (KRAMER, 1980), foi uma característica observada, no presente trabalho, de forma mais acentuada e evidente no experimento II (Figura 4). Nas épocas favoráveis, ambos os experimentos apresentaram boa produção de folhas, conseqüentemente bom aporte de material vegetal para ser incorporado ou deixado sobre o solo. Essa informação demonstra que a flemingea

fornece grande aporte de material orgânico ao ecossistema, apresentando grande rendimento por unidade de área, com potencial para acelerar o reaproveitamento de áreas, e por manter o solo produtivo (FURTADO & FRANKE, 2006).

Para os parâmetros matéria seca de caule, aos 360 DAT, encontramos em média 293,7 g planta⁻¹ para o experimento I e 119,2 g planta⁻¹ para o experimento II.

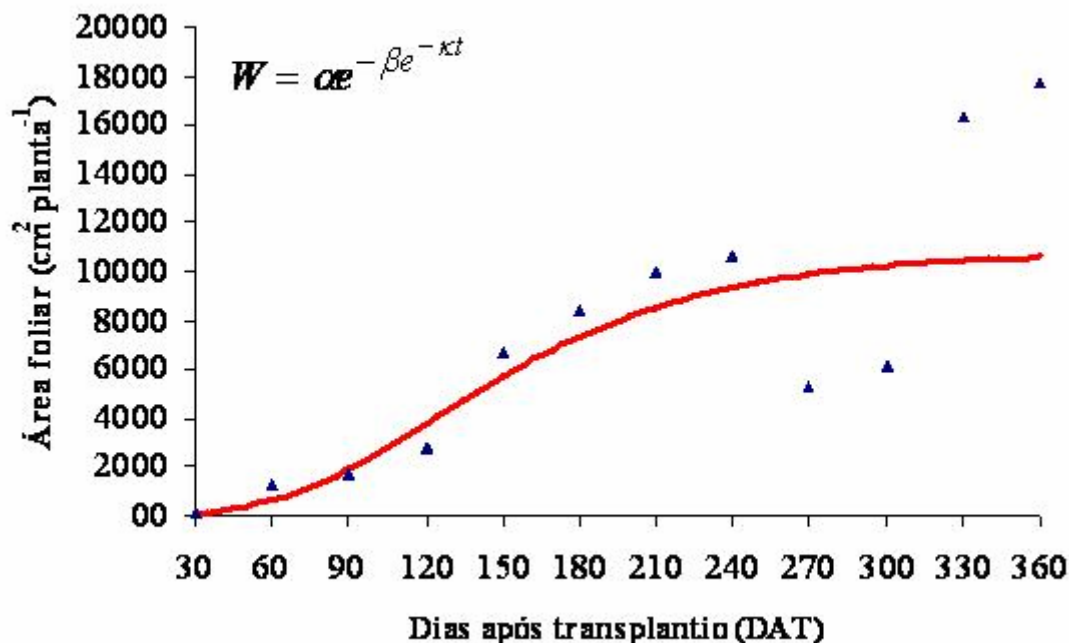


Figura 8. Área foliar de *Flemingia macrophylla*, durante a condução do experimento I, ajustado a equação de Gompertz. Seropédica, 2007.

Outro parâmetro avaliado no experimento I, foi a contabilização do número de nódulos nas raízes de flemingea, a qual é considerada como uma espécie promíscua, ou seja, se associa com mais de uma estirpe de rizóbio do solo. A análise de regressão dos dados mostrou um melhor ajuste, pelo modelo polinomial do terceiro grau, para o número de nódulos (Figura 11). É perceptível uma ligeira queda no número de nódulos nas épocas mais secas do ano, sabe-se que algumas características edafoclimáticas influenciam diretamente a fixação biológica de nitrogênio (ESPÍNDOLA et al., 1997), possivelmente esse fator pode ter sido responsável pela diminuição do número de nódulos nessa época do ano. JIMÉNEZ (2007) encontrou número médio de nódulos nesta mesma espécie, em um solo de Porto Rico, valor igual a 34,8 nódulos por planta aos 180 dias após o plantio. Esta informação pode evidenciar o grande potencial desta espécie em fixar nitrogênio atmosférico, devido a associação simbiótica com bactérias diazotróficas do solo.

A matéria seca de raiz chegou a valores médios de 74,4 g planta⁻¹, no experimento I (Figura 9). Observa-se que à medida que as plantas foram se desenvolvendo, o volume de raiz aumentou proporcionado pelo crescimento radicular, ajustando-se a equação linear (Figura 10). Ainda sim, devido à metodologia empregada nas coletas das raízes, é possível que estas medidas estejam subestimando o real volume de raízes explorado pela planta, uma vez que flemingea apresenta raízes profundas, com 0,5 a 2,5 m (HARTLEY, 1979; CANTO, 1989). É importante salientar que sistemas radiculares com maiores superfícies de absorção e eficiência na aquisição de água são uma

característica desejável para manter a estabilidade de produção, principalmente em épocas de baixa precipitação (ARNON, 1975).

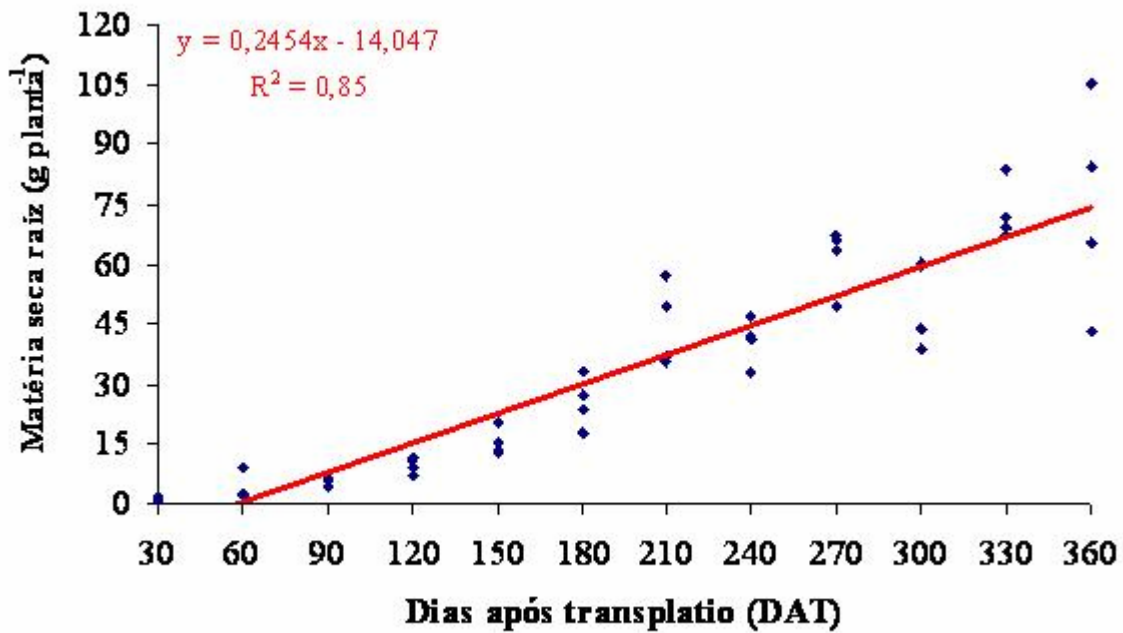


Figura 9. Matéria seca de raiz de *Flemingia macrophylla* durante a condução do experimento I, ajustado a equação linear. Seropédica, 2007.

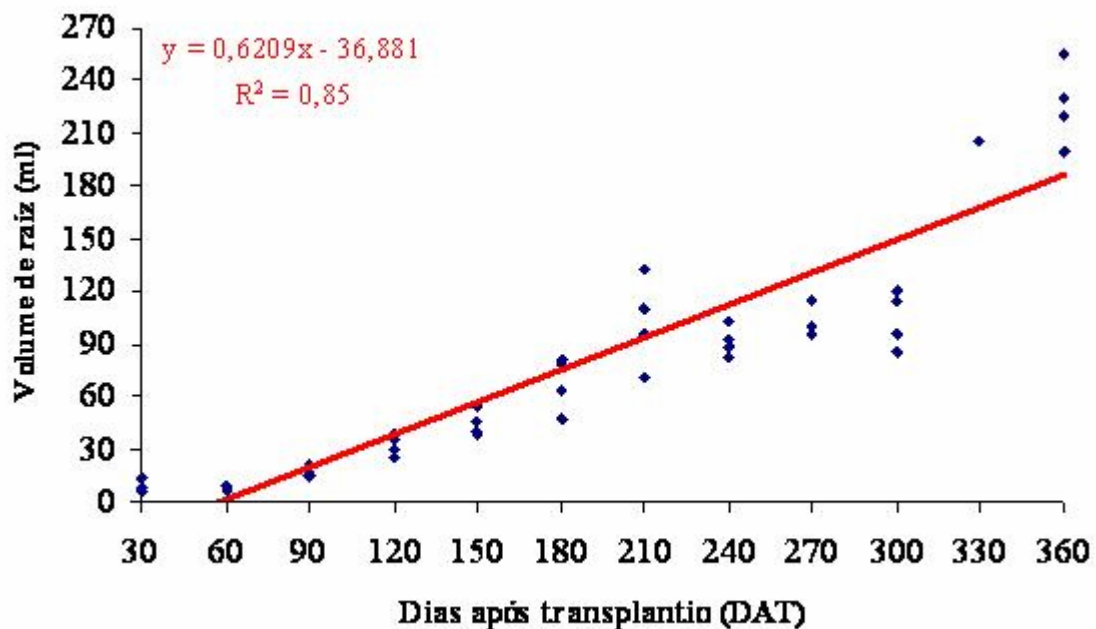


Figura 10. Volume de raiz de *Flemingia macrophylla* durante a condução do experimento I, ajustado a equação polinomial do 2º grau. Seropédica, 2007.

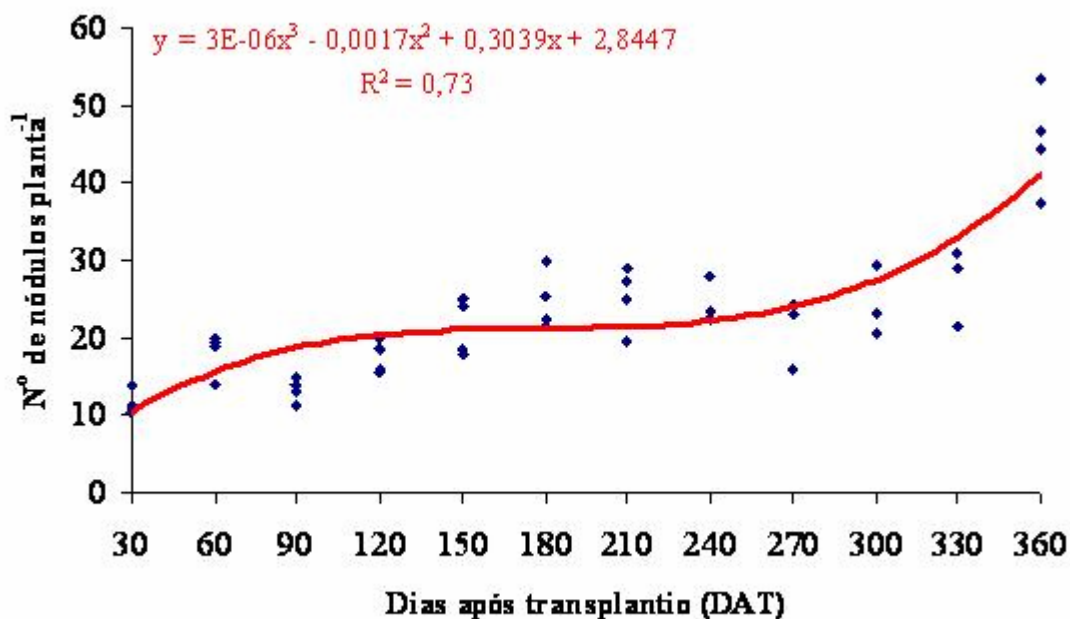


Figura 11. Número de nódulos nas raízes de *Flemingia macrophylla* durante a condução do experimento I, ajustado a equação polinomial do 3º grau. Seropédica, 2007.

Ao analisar as taxas de assimilação líquida (TAL), nota-se que as máximas TAL, ocorreram em momento que antecedeu o período de maiores taxas de crescimento absoluto da cultura (TCA) (Figura 12), e declinando em função dos dias após transplântio. Observa-se esse comportamento por ocasião da primeira floração, entre os 150 e 180 DAT, se acentuando com a segunda florada, entre o 330 DAT e 360 DAT, assim a planta acaba por investir na translocação de fotoassimilados para os frutos e sementes, sugerindo que devido à queda de folhas, ocorrida durante os períodos secos do ano aos 240 a 270 DAT, acarretou em diminuição da capacidade de produção de biomassa da espécie. Segundo LUCHESE (1984) a TAL pode variar devido a fatores ambientais.

Analisando as curvas da taxa de crescimento absoluto (TCA), que pode ser definida como a variação da massa seca da planta por unidade de tempo, observa-se os valores máximos entre 150 DAT e 180 DAT, fato este relacionado ao aumento do número de ramificação observado na arquitetura das plantas dessa espécie, associado à emissão mais rápida de folhas novas, fazendo com que crescessem e ocupassem de maneira mais veloz o máximo de espaço.

A queda da taxa de crescimento relativo (TCR) pode ser explicada pela elevação da atividade respiratória e pelo auto-sombreamento, tornando-se menor em função da morte ou queda de folhas. Outra característica é que à medida que a planta acumula fitomassa, sua biomassa pré-existente aumenta fazendo com que aquela acumulada pela planta apresente uma menor proporção (MONTE, 2007). A equação de Gompertz adequou os índices fisiológicos estudados (Tabela 5), de tal maneira que, caracterizou o comportamento de crescimento das plantas nas condições edafoclimáticas de Seropédica (Figura 4).

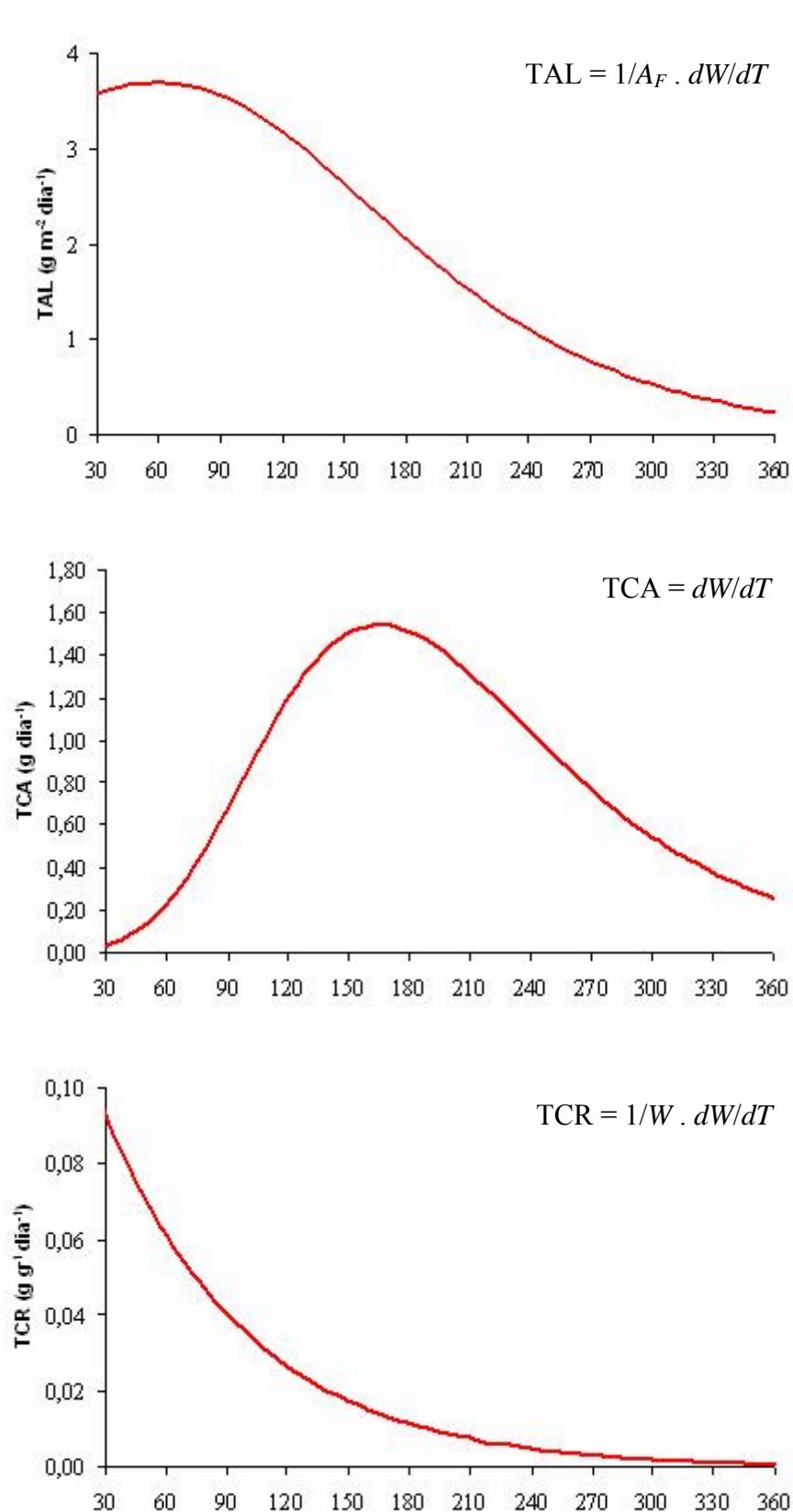


Figura 12. Taxa de assimilação líquida, taxa de crescimento absoluto, taxa de crescimento relativo da espécie *Flemingia macrophylla* durante a condução do experimento I, estimado pela equação de Gompertz. Seropédica, 2007.

Tabela 5. Parâmetros estimados a partir da função de Gompertz, para biomassa aérea seca, área foliar, taxa assimilatória líquida (TAL), taxa de crescimento absoluto (TCA) e taxa de crescimento relativo (TCR) em função dos dias após transplântio (DAT). Seropédica, 2007.

<i>Flemingia macrophylla</i>	Parâmetros da função de Gompertz			
	A	B	C	R ²
Biomassa aérea seca	2987,97	10,1540	0,01402	0,97
Área foliar	10805,71	7,7134	0,01659	0,88
TAL, TCA e TCR	2987,97	10,1539	0,01400	0,99

7.3 Produtividade de sementes

O florescimento das plantas iniciou-se a partir dos 150 dias após transplântio (DAT), ao passo que a produção de sementes maduras ocorreu a partir da segunda quinzena do sexto mês, aproximadamente aos 200 DAT, se estendendo até o mês seguinte em ambos os locais, somente essa colheita foi avaliada, todavia flemingea pode produzir até duas épocas de colheitas de sementes por ano (ROSHETKO, 1995). As plantas entre os 330 DAT e 360 DAT, apresentavam-se em pleno florescimento, todavia essa produção não foi avaliada. Os rendimentos de semente são limitados no primeiro ano, mas aumentam com a idade e tamanho das plantas. Os parâmetros avaliados, não diferiram significativamente pelo teste F no nível de 5 % de probabilidade, entre o experimento I e experimento II (Tabela 6).

Tabela 6. Produção de sementes de *Flemingia macrophylla* nos experimento I e experimento II, Seropédica-RJ e Avelar-RJ, 2007.

Locais	Produção de sementes	Número de	Peso de 100
	(kg ha ⁻¹)	vagens por planta	sementes (g)
	<i>Flemingia macrophylla</i>		
Experimento I	21,5	59,5	1,38
Experimento II	8,9	36,5	1,31

Não houve diferença estatística por meio da análise conjunta dos dados do experimento I e experimento II, nota-se valores de produção no experimento I, em torno de 21,52 kg ha⁻¹ (Tabela 6), com rendimento de aproximadamente 72.463 sementes kg⁻¹, neste caso as sementes possuíam peso unitário pouco mais elevado em relação ao experimento II, apresentando maior teor de água. Para o experimento II, a produção chegou a ordem de 8,9 kg ha⁻¹ (Tabela 6), o número de sementes por quilograma foi maior quando comparado ao experimento I, chegando a 76.923 sementes kg⁻¹. Os dados encontrados corroboram com os de GOMES & MORAES (1997), onde o peso médio de 100 sementes girou em torno 2,00g, e rendimentos de 58.000 a 75.000 sementes, quando o espaçamento de plantio foi de 1,00 m x 0,30 m, valores esse, pouco acima dos encontrados neste trabalho, provavelmente pelo diferente espaçamento utilizado, com densidade de plantio diferente, alterando a dinâmica de competição por água e nutrientes e rendimento por área. Segundo BUDELMAN (1989), o rendimento pode variar de 45.000 a 97.000 sementes kg⁻¹. MUI et al. (2001), colheram uma média de 125 kg ha⁻¹ de sementes durante o segundo e terceiro ano das plantas no campo, com

aproximadamente 54.000 sementes por quilograma, valores inferiores ao encontrado em ambos os locais.

As vagens pequenas contêm geralmente duas sementes, que se autodispersam, chamadas de sementes autocóricas, ou seja, a vagem ao secar descarrega suas sementes devido à deiscência das mesmas, proporcionando seu estabelecimento, ao passo que a colheita deva ser realizada antes da descarga das mesmas, evitando também o ataque de possíveis pragas que possam prejudicar sua qualidade.

7.4 Análise dos nutrientes: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg)

Os teores de nutrientes na biomassa da parte aérea (caule e folhas), durante o crescimento em um período de um 360 dias, indicam valores médios de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) em torno de $1,70 \text{ g kg}^{-1}$, $7,57 \text{ g kg}^{-1}$, $10,14 \text{ g kg}^{-1}$ e $2,5 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente (Tabela 7). Os teores de nitrogênio são mais elevados nas folhas com valor médio em percentuais de 2,68 e no caule de 1,22. ANDERSSON et al. (2003) encontrou valores de 2,59 % para nitrogênio na parte aérea, BURGUER & BRASIL (1986) encontraram 1,99 % de N. LOPES (1999) encontrou concentração de Cálcio na biomassa da *Flemingia congesta* valor inferior aos descritos acima, em torno de $7,0 \text{ g kg}^{-1}$, valor semelhante às de outras leguminosas tropicais.

A produção acumulada de nutrientes em função do tempo, chegou a valores em torno de 73 kg ha^{-1} de N, 5 kg ha^{-1} de P, 33 kg ha^{-1} de K, para Ca 25 kg ha^{-1} e 8 kg ha^{-1} para Mg (Figura 13, Figura 14 e Figura 15). BRASIL (1992), em três experimentos localizados no município de Igarapé-Açu, PA encontrou valores na produção acumulada de nutrientes em função do número de semanas após semeadura, em torno de, 74 Kg ha^{-1} para N, 4 kg ha^{-1} para P, o mesmo autor, encontrou, 50 kg ha^{-1} de K, e 18 kg ha^{-1} de Mg, aos 370 dias após semeadura. HAUSER (2006) relata valores de $65,8 \text{ kg ha}^{-1}$ de nitrogênio e $19,4 \text{ kg ha}^{-1}$ de magnésio. VERLIÈRE (1966) encontrou valores elevados, sendo aproximadamente 400 kg de N, 130 kg de K, 115 kg de Ca, 42 kg de P e 47 kg de Mg por hectare ano.

Destaca-se, então, o alto potencial dessa leguminosa perene, como estratégia de fonte nutricional para o fornecimento de nutrientes na forma de adubo verde, tornando-os mais disponíveis às culturas consorciadas ou subseqüentes, no intuito de compatibilizar a máxima persistência dos resíduos culturais, na superfície do solo, com o fornecimento adequado de nutrientes (SALMI et al., 2006).

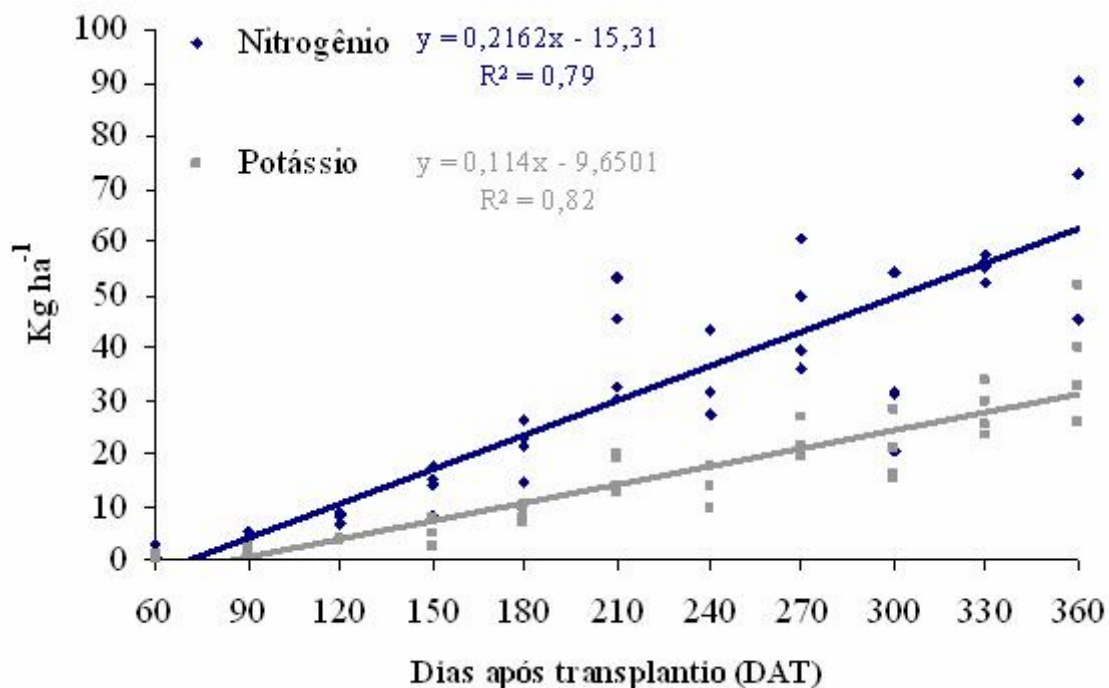


Figura 13. Acúmulo de nitrogênio e potássio, ajustados à equação polinomial quadrática. Seropédica, 2007.

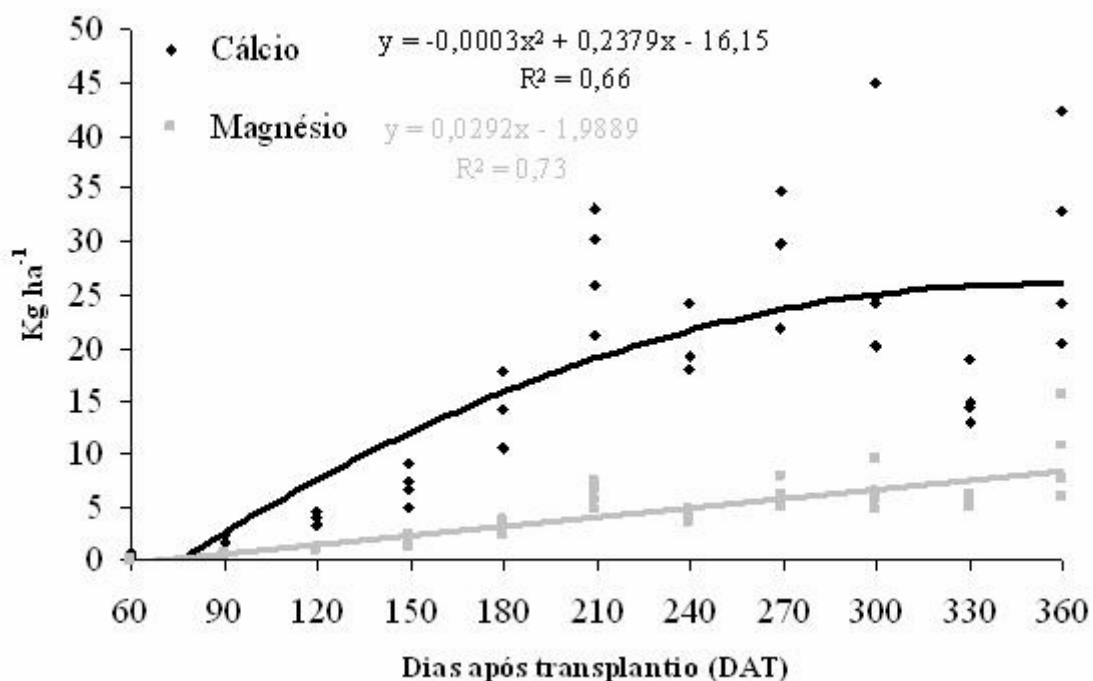


Figura 14. Acúmulo de cálcio e magnésio, ajustados à equação polinomial quadrática. Seropédica, 2007.

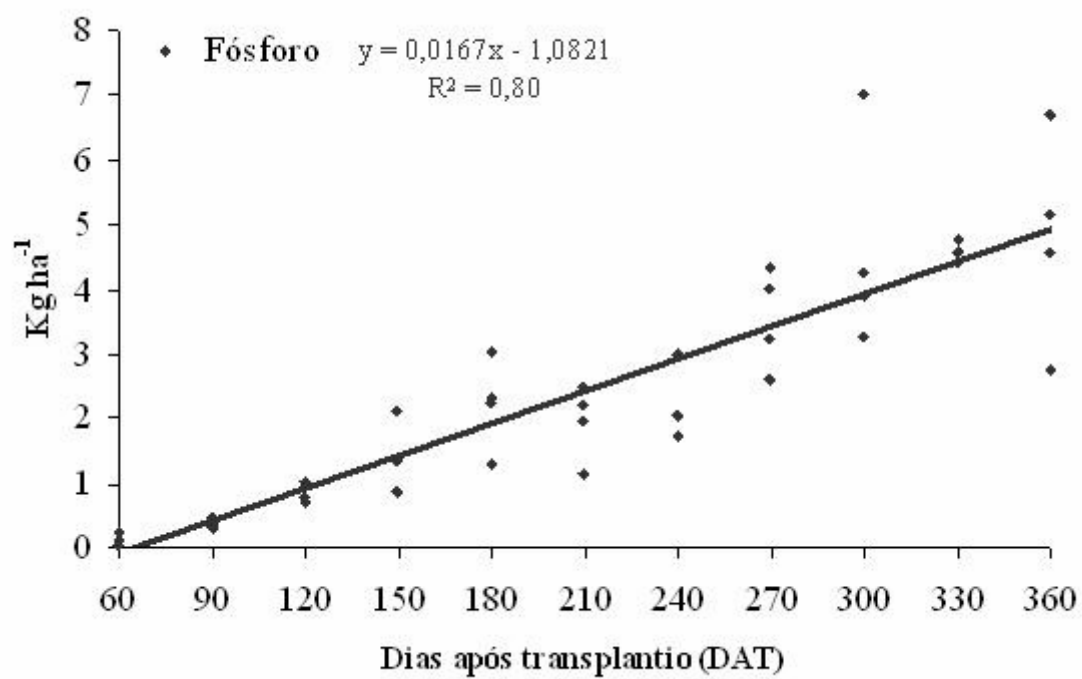


Figura 15. Acúmulo de fósforo, ajustado à equação polinomial quadrática. Seropédica, 2007.

Tabela 7. Teores médios dos nutrientes: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, nas diferentes épocas. Seropédica, 2007.

Épocas	Teores de nutrientes (g kg ⁻¹)									
	N		P		K		Ca		Mg	
	caule	folha	caule	folha	caule	folha	caule	folha	caule	folha
60 DAT¹	16,918*	25,344	2,03	2,14	8,325	9,954	6,469	8,741	1,844	1,203
90 DAT	12,858	31,834	1,96	1,75	7,852	9,880	7,998	10,389	2,540	2,171
120 DAT	10,851	29,068	2,31	2,68	7,256	10,371	10,150	12,018	3,139	2,876
150 DAT	9,826	28,470	1,82	2,21	5,336	6,641	9,675	10,850	2,931	2,398
180 DAT	10,005	28,266	1,68	2,25	7,278	4,856	13,034	12,549	2,984	2,840
210 DAT	16,646	24,918	0,85	1,01	6,872	7,258	12,146	14,419	2,894	3,075
240 DAT	12,791	25,815	1,05	1,76	7,295	7,997	11,901	13,825	2,533	2,889
270 DAT	8,691	17,041	1,08	1,91	5,978	7,368	7,994	14,558	2,090	2,994
300 DAT	9,996	27,689	1,20	2,21	7,284	7,148	7,806	13,198	2,039	2,888
330 DAT	11,501	24,650	1,22	1,89	6,297	7,293	5,531	4,981	2,044	1,831
360 DAT	12,195	12,195	0,93	1,42	7,329	6,764	7,183	7,594	2,419	2,419
Média	11,536	25,026	1,47	1,93	7,009	7,775	9,081	11,193	2,496	2,508

¹Dias após transplântio (DAT)

* Valores médio em cada época

7.5 Fixação biológica de nitrogênio (FBN)

A FBN foi quantificada aos 240, 300 e 360 dias após transplântio (DAT). Notou-se que a quantidade de N oriundo do processo de FBN variou muito pouco até os 300 DAT. A contribuição percentual da FBN nas três épocas não apresenta grande amplitude, com valores variando de 78,83 % a 75,86 % do nitrogênio total contido na biomassa aérea (Tabela 8). Esses valores estão próximos da faixa dos valores encontrados em outras leguminosas variando entre 60 a 80 % (GILLER & WILSON, 1991; MOREIRA, 2003; PEREIRA, 2007).

Quantidades consideráveis de nitrogênio oriundo do processo de fixação biológica nas diferentes épocas foram obtidas, alcançando valores que variam de 27,02 kg ha⁻¹ a 62,22 kg ha⁻¹ de N derivado da FBN (Tabela 8). Essa variação pode ser entendida pelo aumento de matéria seca acumulada pela espécie *Flemingia macrophylla*, ao longo do tempo.

As pequenas variações na abundância natural do ¹⁵N da planta de referência durante as diferentes épocas de amostragens do experimento, explicam-se principalmente pelas naturais variações espaciais devido, possivelmente, a influência de resíduos da leguminosa em estudo. Para estimar a fixação biológica de nitrogênio pelo método da abundância natural de ¹⁵N, é desejável que exista diferença considerável entre valores de $\delta^{15}\text{N}$ entre as plantas fixadoras e não fixadoras (PEOPLES et al., 1989). Dessa maneira os valores de $\delta^{15}\text{N}$ encontrados na planta testemunha podem ser considerados adequados para obter-se um intervalo de valores de FBN, por apresentar valores sensivelmente mais altos em relação à composição isotópica da leguminosa. Esses valores de $\delta^{15}\text{N}$ na testemunha (*Pennisetum purpureum*), estão próximos dos resultados encontrados por VILLATORO (2000), que achou $\delta^{15}\text{N}$ variando de 4,60 a 6,54 para diferentes espécies não fixadoras utilizadas no mesmo tipo de solo do presente estudo. MORAIS (2008), estudando genótipos de capim elefante em um planossolo da mesma região, encontrou valores de $\delta^{15}\text{N}$ pouco mais elevados de algumas testemunhas, que vão de 6,88 a 7,87 ‰.

Técnicas isotópicas para quantificação da FBN são de suma importância para o estudo da adubação verde. Contudo, o conhecimento sobre o potencial de contribuição da FBN da adubação verde para o fornecimento de N, ainda é limitado e restrito a poucas espécies de leguminosas (MOREIRA, 2003).

Tabela 8. Total de N acumulado e contribuição da fixação biológica de nitrogênio (FBN) em *Flemingia macrophylla* em três épocas de crescimento. Seropédica, 2007.

Contribuição da FBN utilizando como testemunha capim elefante¹			
Épocas	N-Total (kg N ha⁻¹)	% FBN	Kg ha⁻¹
240 DAT²	34,25 B*	78,83 A	27,02 B
300 DAT	39,10 B	76,02 A	29,15 B
360 DAT	81,93 A	75,86 A	62,22 A
C.V. (%)	19,78	6,58	19,00

¹ $\delta^{15}\text{N}$ da testemunha: (240 DAT): 4,59; (300 DAT): 4,60; (360 DAT): 3,96.

² DAT: dias após transplante.

* Na coluna, médias seguidas de mesma letra maiúscula, não diferem entre si pelo teste de Tuckey a 5% de significância.

8. CONCLUSÕES

1. A produção de biomassa aérea seca aos 360 dias após o transplântio chegou a 4,1 Mg ha⁻¹ no experimento I (Seropédica) e 2,3 Mg ha⁻¹ para o experimento II (Avelar).

2. A avaliação da capacidade de acúmulo de nutrientes da parte aérea de *Flemingia* revelou valores de 73 kg ha⁻¹ de N, 5 kg ha⁻¹ de P, 33 kg ha⁻¹ de K, para Ca 25 kg ha⁻¹ e 8 kg ha⁻¹ para Mg.

3. A capacidade de fixação biológica de nitrogênio da espécie não variou entre as distintas épocas, baseado no método da abundância natural de ¹⁵N.

4. A produção de sementes referente a primeira florada, chegou a aproximados 21 kg ha⁻¹ no experimento I e 9 kg ha⁻¹ para o experimento II, todavia a produção aumenta com o desenvolvimento das plantas.

Os valores encontrados de biomassa seca e nutrientes acumulados, bem como a porcentagem de N proveniente da FBN, tornam *Flemingia macrophylla* uma espécie promissora para inclusão como adubo verde em sistemas diversos de produção com base agroecológica nas condições edafoclimáticas da baixada Fluminense, mostrando-se como uma interessante fonte de matéria orgânica para o manejo de agroecossistemas tropicais. Em regiões de altitude, estudos mais detalhados precisam ser realizados.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOUD, A. C. S. Eficiência da Adubação Verde Associada a Fosfato Natural de Patos de Minas. **Dissertação** (Mestrado em Ciências) - UFRRJ, Itaguaí, 1986. 298p.

AHN, J.H., ROBERTSON, B.M., ELLIOTT, R., GUTTERIDGE, R.C. AND FORD, C.W. (1989) Quality assessment of tropical browse legumes: tannin content and protein degradation. **Animal Feed Science and Technology** 27, 147-156.

ALCÂNTARA, F.A.; NETO, A.E.F.; PAULA, M.B.; Mesquita, H.A.; MUNIZ, J.A. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um latossolo vermelho-escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p.277-288, 2000.

ALTIERI, M. A. Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa. Rio de Janeiro: PTA/FASE, 1989.

ALTIERI, M. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 1998. 110 p. (Síntese Universitária, 54).

ALVES, B.J.R.; SANTOS, J.C.F.; URGUIAGA, S.; BODDEY, R.M. Métodos de determinação do nitrogênio em solo e planta. In: HUNGRIA, M.; ARAÚJO, R.S., ed. **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola**. Brasília: EMBRAPA/SPI, 1994. p.449-469.

ANDERSSON, J.M.; INGRAM, J.S.I. **Tropical soil biology and fertility: a handbook of methods**. C.A.B. International. Wallingford: CAB, 1993. p. 36-90, 1989.

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.

ANDERSSON, M.S.; SCHULTZE-KRAFT, R.; PETERS, M. 2002. *Flemingia macrophylla* (Willd.) Merrill [Online]. **FAO Grassland Index**, Rome, Italy. Disponível em: (<http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/GBASE/data/pf000154.htm>) Acesso em: jan. 2008.

ANGELOCCI, L.R. **Água na planta e trocas gasosas/energéticas com a atmosfera: introdução ao tratamento biofísico**. Editado pelo autor, Piracicaba, 2002, 27p.

ANTONIOLLI, A.I.; GIRACCA, M.N.; BELLÉ, R.A.; THOMAS, P.S. Quebra de dormência em sementes de *Crotalaria*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.23, n.2, p.165-168, 1993.

ARAÚJO, A.P.; ALMEIDA, D.L. Efeitos da adubação verde associada à adubação com fosfato natural na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, n.2, p.245-251, 1993.

ARAÚJO, R.S. (Ed.). **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola**. Brasília: Embrapa-CNPAF, 1994. p. 471-494.

ARNON, I. Physiological principles of dryland crop production. **In:** Physiological aspects of dryland farming. Gupta. U.S. (Ed.). Oxford publ. Oxford. p. 3-146, 1975.

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.

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

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. Anim. Sci.** 75, 1633–1640, 1997.

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).

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.

BERNARDES, L.M.C. Tipos de clima do Estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Geografia**, v.14, p.57-80, 1952.

BERTONI, J; NETO, F.L. **Conservação do Solo**, 3ª Edição, Editora Ícone. São Paulo, SP. 355p, 1993.

BINH, D.B.; TIEN, N.P.; MUI, N.T. Study on biomass yield and quality of *Flemingia macrophylla* and on soil fertility. **In:** Workshop of Animal Nutrition Science, Proceedings. Ministry of Agriculture. Vietnam, 137 p. 1998.

BLUM, A. Crop responses to drought and the interpretation of adaptation. **In:** Drought tolerance in higher plants. Genetical. physiological and molecular biological analysis. Belhassen E. (Ed.). Kluwer Academic Publ. Dordrecht, p. 57-70, 1997.

BODDEY, R.M.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S. Quantificação da fixação biológica de nitrogênio associada a plantas utilizando o isótopo ¹⁵N. **In:** HUNGRIA, M.; BODDEY, R.M.; PEOPLES, M.B.; PALMER, B. & DART, P.J. Use of the ¹⁵N natural abundance technique to quantify biological nitrogen fixation by woody perennials. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, 57: 235–270, 2000.

BOUHARMONT, P. L. Utilization des plantes de couverture et du paillage dans la culture du caféier arábica au Cameroun. **Café Cação Thé**, 23(2): 75-102, 1979.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Produção Vegetal. **Regras para análise de sementes**. Brasília: 365p, 1992.

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.

BUDELMAN, A. *Flemingia macrophylla*: A valuable species in soil conservation. NFT Highlight 89-04. Morrilton, AR, USA: **Nitrogen Fixing Tree Association**, 2 pp, 1989.

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

BUDELMAN, A. and SIREGAR, M.E. (1992) *Flemingia macrophylla* (Willd.) Merr. In: Mannelje, L. and Jones, R.M. (eds) Plant Resources of South-East Asia. N°. 4. **Forages**. pp. 131-133. (Pudoc Scientific Publishers, Wageningen, the Netherlands).

BUDELMAN, A., SIREGAR, M.E. *Flemingia macrophylla*. In: Faridah Hanum, I., Maesen, L.J.G., van der (Eds.), **Plant Resources of South-East Asia (PROSEA)** N°. 11 Auxiliary plants. Backhuys Publishers, Leiden, Netherlands, pp. 144-147, 1997.

BURG, I. C.; MAYER, P. H. Alternativas ecológicas para prevenção e controle de pragas e doenças. Francisco Beltrão: Grafit, 1999.

BURGER, D. & BRASIL, E.C. A produção de adubos orgânicos no sistema “cultivo em faixas”. In: Pesquisas sobre utilização e conservação do solo na Amazônia Oriental. Relatório final do convênio EMBRAPA-CPATU/GTZ. Belém (EMBRAPA-CPATU, documentos, 40). P. 223-43, 1986.

BUTTERY, B.R. Analysis of the growth of soybeans as affected by plant population and fertilizer. Canadian. **Journal Plant Science**, v.49, p.675-684, 1969.

CALEGARI, A. Alternativa de Rotação de culturas para plantio direto. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, n. v. 80; p. 62-70, 2004.

CALEGARI, A. Espécies para cobertura de solo. In: DAROLT, M.R. (Coord.). Plantio direto: pequena propriedade sustentável. Londrina: Iapar, 1998. p.65-94. (Circular, 101).

CALEGARI, A. **Leguminosas para adubação verde de verão no Paraná**. Londrina: IAPAR, 1995. 118 p. (IAPAR. Circular, 80).

CANFALONE, A.E.; COSTA, L.C.; RODRIGUES, C. P. Crescimento e captura de luz em soja sob estresse hídrico. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, n. 2, p. 165-169, 1998.

CANTO, A. do C. 1989. Importância ecológica do uso de leguminosas como plantas de cobertura em guaranazais no Estado do Amazonas. **Tese Doutorado**. INPA/FUA. Manaus. 121p.

CARVAJAL, J.F. 1984. **Cafeto: cultivo y fertilización**. Instituto Internacional de la Potasa. Berna, Suiza. 254p.

CASTRO, C.R.T.; SILVA, R.F.; LVARENGA, E.M. Interação entre idade, armazenamento e coloração com a dureza tegumentar de sementes de *Stylosanthes capitata* Vog. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.15, n.1, p.37-42, 1993.

CHAGAS, J.M. Considerações sobre a cultura do feijão no inverno em Minas Gerais. Feijão no inverno. **Informe Agropecuário**, v.17, p.5-8, 1994.

CHANDRASEKERA, L.B. 1980. **Ground covers in the tea plantations in Sri Lanka**. Bull. Rubber Res. Inst. (Sri Lanka) 15:20-23.

CIAT. **International Center of Agriculture Tropical**. Disponível em: (<http://www.ciat.cgiar.org>). Acesso em dez. 2007.

COSTA, W.A.J.M. Decomposition and nutrient release from green manures of different tree species in three agroecological zones of Sri Lanka. In: Gunasena, H.P.M. (Ed.), Multipurpose Tree Species in Sri Lanka: Green Manuring and Fodder Tree Species for Crop-livestock Productivity Improvement. Proceedings of the Eleventh National Workshop on Multipurpose Trees, Kandy, Sri Lanka, pp. 1-34, 2000.

CRAWLEY, M.J. 1983. **Herbivory: the dynamics of animal-plant interactions**. Blackwell Scient. Publ., Oxford, 436p.

DAMELYS M.; SANABRIA V.; JOSÉ G. FARIÑAS; URSULINO MANRIQUE; ZOILO FLORES Y YURIMA REINA. Adaptabilidade de gramíneas e leguminosas forrajeras em un paisaje de mesa del estado bolívar, venezuela, Vol. 13(1):63-76 **Zootecnia Trop.**, 1995.

DELHAIZE, E.; RYAN, P.R. Aluminium toxicity and tolerance in plants. **Plant Physiology**, v. 107, p. 315-321, 1995.

DE-POLLI, H.; CHADAS, S.S. Adubação verde incorporada ou em cobertura na produção de milho em solo de baixo potencial de produtividade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 13, p. 287-293, 1989.

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.

DINH, V.B.; NGUYEN, P.T. and NGUYEN, T.M. Study on biomass yield and quality of *Flemingia macrophylla* and on soil fertility. **In:** Proceedings of Workshop on Animal Nutrition Science, Ministry of Agriculture and Rural Development, Vietnam, pp.137, 1998.

DÖBEREINER, J.; ANDRADE, V.O. de; ALCÂNTARA, I. **Protocolo da Embrapa Agrobiologia para Produção de Inoculante para Leguminosa.** Seropédica: Embrapa Agrobiologia, dezembro. 1999. 6p. (Embrapa-CNPAB. Documentos, 97).

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

DUNG, N.T., LEDIN, I., MUI, N.T. Intercropping cassava (*Manihot esculenta* Crantz) with *Flemingia* (*Flemingia macrophylla*); effect on biomass yield and soil fertility. **Livestock Research for Rural Development**, 17 (1) 2005.

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

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.

FERNANDEZ, C.D.; GROF, B.; CARVALHO, J. Escarificação mecânica de sementes de *Stylosanthes* spp. com beneficiadora de arroz. **In:** Embrapa. **Comunicado Técnico:** 2000.

FLORES, M. & NASCIMENTO, J. **Novos Desafios da Pesquisa para o Desenvolvimento Sustentável.** Revista Agricultura Sustentável. Brasília: Embrapa, 1994.

FRANCO, A.A.; DÖBEREINER, J. A biologia do solo e a sustentabilidade dos solos tropicais. **Summa Phytopathológica**, São Paulo, v.20, n.1, p.68-74, 1994.

FRED, E.B. & WAKSMAN, S.A. **Laboratory manual of general microbiology.** New York, McGraw-Hill Book Company, 143p, 1928.

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 K.E. & WILSON K.J. **Nitrogen fixation in tropical cropping system**. Wallingford: CAB International, 1991. 313p.

GODEFROY, J. Observations de l'enracinement du stlosanthes, de la crotalaire et du Flemingia dans un sol volcanique du Cameroun. **Fruits**, vol. 43(2): 79-86, 1988.

GOMES A.A.; ARAÚJO, A.P.; ROSSIELLO, R.O.P.; PIMENTEL, C. Acumulação de biomassa, características fisiológicas e rendimento de grãos em cultivares de feijoeiro irrigado e sob sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.35, n.10, p.1927-1937, 2000.

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.

GONÇALVES, C.N.; CARETTA, C.A.; BASSO, C.J. Sucessões de culturas com plantas de cobertura e milho em plantio direto e sua influência sobre o nitrogênio do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, p. 153-159, 2000.

GREENLAND, D.J. Soil management and soil degradation. **Journal of Soil Science**, Reading, v.32, p.301-322. 1981.

GEURTS, R. & FRANSSSEN, H. 1996. Signal transduction in *Rhizobium* - induced nodule formation. **Plant Physiology**, 112: 447-453.

GULLAN, P.J. & P.S. CRANSTON. 1994. **The Insects. An outline of Entomology**. Chapman & Hall, London, 491p.

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

HAUSER, S. Biomass production, nutrient uptake and partitioning in planted *Senna spectabilis*, *Flemingia macrophylla* and *Dactyladenia barteri* fallow systems over three fallow/cropping cycles on Ultisol and relationships with crop production. **Conference on International Agricultural Research for Development**, University of Bonn, 2006.

HUGHES, A.P., FREEMAN, P.R. Growth analysis using frequent small harvests. **Journal Applied Ecology**, v.4, 553-560, 1967.

HUNT, R. **Plant growth curves: the function approach to plant growth analysis**. London: Edward Arnold, 248p. 1920.

IGUE, K. Dinâmica da material orgânica e seus efeitos nas propriedades do solo. In: ADUBAÇÃO Verde no Brasil. Campinas: Fundação Cargill, 1984. p. 232-267.

ILDIS (International Legume Database and Information Service), 2005. **International Legume Database** [Online]. Disponível em: (<http://www.ildis.org>). Acesso em set. 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.

JELLER, H.; PEREZ, S. C. J. G. A. Estudo da superação da dormência e da temperatura de semente de *Cassia e xcelso*. **Revista Brasileira de Semente**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 32-40, 1999.

JESUS, E.L. de. Histórico e filosofia da agricultura alternativa. **Proposta**, Rio de Janeiro, v.27, p.34-40, 1985.

JIMÉNEZ, M.S. Fijación biológica de nitrógeno por leguminosas arbóreas para sombra de café en Puerto Rico. Mayaguez: Universidad de Puerto Rico. **Dissertación**, 2007. 103p.

KEOGHAN, J. 1987. Smailholder Cattle Development Project Indonesia: **Report of the Forage Consultant**. Department Pertanian Direktorat Jendral Peternakan Proyek Pengembangan Petani Temak Kecil. Jakarta, Indonesia.

KIEHL, E.J. Contribuição para o estudo da poda e da decomposição de adubos verdes. Piracicaba : ESALQ, 1960. 113p. **Tese de Livre Docência**.

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

KUO, S.; SAINJU, U.M.; JELLUM, E.J. Winter cover crop effect on soil organic carbon and carbohydrate in soil. **Soil Science Society of America Journal**, v.61, p.145-152, 1997.

KRAMER, P.J. Drought stress. and the origins of adaptations. In: Adaptation of plants to water and high temperature stress. Turner. N.C. e Kramer. P.J. (Ed.) Wiley publ.. New york. p.7-22, 1980.

KVET, J.; ONDOK, J.P.; NECAS, J.; JARVIS, P.G. Methods of growth analysis. In: SESTÁK, Z.; CATSKÝ, J.; JARVIS, P.G. (Eds.). Plant photosynthetic production: manual of methods. **The Hague** : W. Junk, 1971. p.343-391.

LITTLE, Paulo. **Agropolos e Meio Ambiente: A Dimensão conceitual**. In Agropolos, uma proposta metodológica. Brasília: ABIPTI, 1999.

LOPES, N.F., MAESTRI, M. Análise de crescimento e conversão de energia solar em populações de milho em Viçosa, MG. **Revista Ceres**, v.20, n.109, 189-201, 1973.

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

LY, T.L.; NGUYEN, T.M.; NGUYEN, P.T.; DINH, V.B. and T R PRESTON* Growing Mulberry and *Trichanthera gigantea* in association with *Flemingia macrophylla* on sloping land and using the foliages as feeds for rabbits. Goat and Rabbit Research Center, Sontay, Hatay, Vietnam, 2003.

LUCCHESI, A.A. **Utilização prática da análise de crescimento**. *Anais da Escola superior de agricultura* "Luiz de Queiroz", Piracicaba. V.41, p.181-202, 1984.

MACHADO, E.C.; PEREIRA, A.R.; FAHL, J.I.; ARRUDA, H.V.; SILVA, W.J. da.; TEIXEIRA, J.P.L. **Análise quantitativa de crescimento em quatro variedades de milho em três densidades**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*., Brasília, v.17, p.825-833, 1982.

MAESEN, L.J.G. van der. 1986. *Cajanus* DC. and *Atylosia* W. & A. (Leguminosae). **Wageningen Agricultural University Papers** 85-4. 225 pp.

MAESEN, L.J.G. van der. 2003. *Cajaninae* of Australia (Leguminosae, Papilionoideae). *Austr. Syst. Bot.* 16, 219-227.

MAESEN, L.J.G. van der. Taxonomy of *Cajanus*. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON PIGEONPEAS. 1980, Patancheru, Índia Proceedings. **Patancheru**, v.2, p.9-13, 1981.

MAGALHÃES, A.C.N.; Análise quantitativa do crescimento de vegetais. In: FERRI, M.G. (Ed.) **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EPU, cap.1, p.333-350, 1985.

MASON, C. F. **Decomposição**. São Paulo.SP: EPU/ editora da USP, 1980.

MATTOS, W.R.S., da SILVA, S.C. (Eds.), Proceedings of the XIX International Grassland Congress, São Pedro, São Paulo, Brazil. **Brazilian Society of Animal Husbandry**, Piracicaba, Brazil, pp. 549-556.

MILEO, L.J., SILVA, J.F., BENTES, J.L.S., CHRISTOFFOLETI, P.J. **Plantas daninhas hospedeiras alternativas de *Colletotrichum guaranicola* em cultivos de guaraná no Estado do Amazonas**. *Planta daninha*, 2007, vol.25, no.4, p.771-782.

MILTHORPE, F.L.; MOORBY, J. **An introduction to crop physiology**. Cambridge, Grã-Bretanha : Cambridge University, 1974. 201p.

MIYASAKA, S.; GALLO, J.R.; SILVA, J.G. Histórico de estudos de adubação verde, leguminosas viáveis e suas características. In: **Adubação verde no Brasil**, Campinas: Fundação Cargill, 1984. p.64-123.

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A.; CALEGARI, A. Efeito do material vegetal na acidez do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 17, p. 411-416, 1993.

MONTAGNINI, E. M.; SANCHO, F. Impacts of native trees on tropical soils: a study in the Atlantic lowlands of Costa Rica. Central America. **Ambio**. v.19, p.386-390, 1990.

MONTEITH, J.L. Principles of resource capture by crop stands. In: MONTEITH, J.L, SCOTT, R.K., UNSWORTH, M.H. (Editors). **Resource capture by crops**. Nottingham: Nottingham University Press, 1994. p. 1-15.

MONTE, J.A. Manejo de irrigação na cultura do tomateiro em campo, na região de Seropédica-RJ. **Dissertação Mestrado**, 2007.

MORAIS, R. F. Potencial produtivo e eficiência da fixação biológica de nitrogênio de cinco genótipos de Capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), para uso como fonte alternativa de energia. Seropédica, UFRRJ, 2008, 87p. **Dissertação de Mestrado**.

MOREIRA, V.F. Produção de biomassa de guandu a partir de diferentes densidades de plantio e cultivo de brócolos em faixas intercalares sob manejo orgânico. UFRRJ, **Dissertação mestrado** (Fitotecnia), p.63, 2003.

MUI, T.N.; LEDIN, I.; UDEN, P.; BINH, V.D. Effect of replacing a rice bran-soya bean concentrate with jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) or Flemingia (*Flemingia macrophylla*) foliage on the performance of growing goats. **Livestock Production Science**. v. 72, p. 253-262, 2001.

MUHAMMED, M; SUBBALAKSHMI, P.; SHIPRA, R.; VENU, A. Compositions and methods that contain composed natural of the sources nonconventional that are useful in maintaining normal levels of sugar of blood. **Laboratories of limited Sami** (Bangalore, INSIDE), 2007.

NGUYEN T. M., OHLSSON, I. and PRESTON, T.R. **Effect of management practices on yield and quality of sugar cane and on soil fertility**. Swedish University of Agricultural Sciences, Sweden, 1996b.

NGUYEN T. M., PRESTON, T.R and OHLSSON, I. **Response of four varieties of sugar cane to planting distance and mulching**. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden, 1996a.

NGUYEN T. M.; DINH V. B., NGUYEN P.; TIEN and NGO T. D.; Biomass Production, Status of Soil Fertility and Feeding Value of *Flemingia macrophylla* in the Hilly Lands of North Vietnam. Niah Goat and Rabbit Research Center, Son Tay, Ha Tay, Vietnam. **On Multipurpose Trees**, Kandy, Sri Lanka, p. 1-34, 2000.

NGUYEN, P.T.; NGO T.D.; NGUYEN T.M.; DINH, V.B. and T R PRESTON*. **Improving biomass yield and soil fertility by associations of *Flemingia* (*Flemingia macrophylla*) with Mulberry (*Morus alba*) and cassava (*Manihot esculenta*) on sloping land in the Bavi area**, 2003.

NGUYEN, T.M.; LEDIN, I.; UDÉN, P. and DINH, V.B. Effect of replacing a rice bran-soya bean performance of growing goats. **Livestock Production Science**, v.72, p.253-262, 2001.

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

OTERO, J. R. **Informações sobre algumas plantas forrageiras**. Serviço de Informação Agrícola. Rio de Janeiro. 2 ed., 334p., 1961.

PEIXOTO, R.C. **Manual de Boas Práticas para Laboratório**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, mar. 1999. 52p. (Embrapa-CNPAB. Documentos, 87).

PEOPLES, M.B.; FAIZAH, A.W.; RERKASEM, B.; HERRIDGE, D.F. **Methods for evaluating nitrogen fixation by nodulated legumes in the field**. Canberra: ACIAR, 1989, 72p.

PEREIRA, A.J. Caracterização agronômica 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.

PEREIRA, A.R.; MACHADO, E.C. **Análise quantitativa do crescimento de comunidades vegetais**. Campinas : IAC, 1987. 33p. (IAC. Boletim Técnico, 114).

PERERA, A.N.F., DJAJANEGARA, A., SUKMAWATI, A., 1994. Yield and practice of small rumin- rows in sloping lands of Sri Lanka. Sustainable AAAP, **Animal Science Congress**, Bali, p. 171–172, Vol. 2.

PERIN, A.; SANTOS, R.H.S.; URQUIAGA, S.; GUERRA, J.G.M. & CECON, P.R. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 39: 35-40, 2004.

PORTES, T. de A.; CASTRO JUNIOR, L.G. de. Análise de crescimento de plantas: um programa computacional auxiliar. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v.3, n.1, p.53-56, 1991.

PRESTON, T.R., RODRÍGUEZ, L., BORIN, K. **Associations of cassava and legume trees as perennial forage crops for livestock**. In: Preston, T.R., Ogle, R.B. (Eds.), Proceedings of the National Workshop-Seminar on Sustainable Livestock Production on Experimento Feed Resources, Ho Chi Minh City, Vietnam. SAREC-UAF, University of Tropical Agriculture Foundation and Royal University of Agriculture, Cambodia, 2000.

PRIMAVESI, A.M. **Manejo ecológico de pragas e doenças**. São Paulo: Nobel, 1988. p.137.

PROFORS PROGRAMA FORESTAL SUCUMBIOS M.M.A. - NGUYEN GTZ Cooperación Ecuador – Alemania. Contrato PROFORS - Corporación para el Desarrollo Sostenible CODESO. **Modulos agroforestales de la "finca integral"**. modulo 18, pimienta, gliricidia y flemingia zona baja - suelos buenos. Nueva Loja – Sucumbíos, 1999.

RAZILL, Y.A.E. 1987. Evaluation of tropical forage legumes under *Pinas caribea* var. *Hondurensis* in Costa Rica, Turrialba. **Agrof. Syst.** 5:97-108.

REDCLIFT, M.; GOODMAN, D. The **machinery of hunger: the crisis of Latin America food systems**. In: GOODMAN, D.; REDCLIFT, M. (Eds.) Environment and Development in latin America. UK: Manchester University Press, 1991.

ROEL, A. R.; **Agricultura orgânica ou ecológica e a sustentabilidade da agricultura** Universidade Católica Dom Bosco Revista Internacional de Desenvolvimento Experimento. Vol. 3, N. 4, p. 57-62, Mar. 2002.

ROSHETKO, J.M. **Treatment and inoculation of the seed**. Agroforestry for the peaceful technologies. Factsheet 12. Morrilton. AIR. USA: Association repairing of the tree of the nitrogen. 4 pp. 1995.

RRIM. Species and varieties of Flemingia in Malaya. **Planter's Bulletin**, 61. Kuala Lumpur. 1962.

RUMJANEK, N.G. Protocolo da Embrapa Agrobiologia para Isolamento de Rizóbio a partir de Nódulo de Planta-Isca. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, dez. 1999. 8p. (Embrapa-CNPAB. **Documentos**, 105).

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.; ABBOUD, 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.

SCHEFFER-BASSO, SIMONE M. & VENDRUSCULO, MARICE C. Germinação de sementes das leguminosas forrageiras nativas *Adesmia araujoii* Burk. e *Desmodium incanum* D.C. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.3, n.2, p.65-68, 1997.

SCHNEIDER, J. O.; LENZ, M.; M.; PETRY, A. **Realidade Brasileira**. 10ª ed. rev. Porto Alegre: Sulina, 1990, 425p.

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.

SESTÁK, Z.; CATSKÝ, J.; JARVIS, P.G. (Eds.). **Plant photosynthetic production: manual of methods**. The Hague : W. Junk, 1971. p.343-391.

SHEARER, G.; KOHL, D. H. Natural ^{15}N -abundance as a method of estimating the contribution of biologically fixed nitrogen to N_2 -fixing systems: potencial for non-legumes. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 110, p. 317-327, 1988.

SHELTON, H.M. Advances in forage legumes: shrub legumes. In: Gomide, J.A., Mattos, W.R.S., da Silva, S.C. (Eds.), Proceedings of the XIX International Grassland Congress, São Pedro, São Paulo, Brazil. **Brazilian Society of Animal Husbandry**, Piracicaba, Brazil, pp. 549–556, 2001.

SILVA, A.V. da, Efeito da época de semeadura, da adubação nitrogenada e da população de plantas sobre o rendimento de grãos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Porto Alegre - RS. 95p. **Tese (Mestrado em Agronomia)** - Curso de pós graduação em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1975.

SILVA, E.M.R.; ALMEIDA, D.L. de; FRANCO, A.A.; DÖBEREINER, J. Adubação verde no aproveitamento do fosfato em solo ácido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.9, p.85-88, 1985.

SIQUEIRA, L.O.M.; VALIO, I.F.M. Germinação de sementes de *Desmodium barbatum* (L) Benth. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.15, n.2, p135-138, 1992.

SIX, J.; FELLER, C.; DENEFF, K.; OGLE, S.M.; SÁ, J.C.M.; ALBRECHT, A. Soil organic matter, biota and aggregation in temperate and tropical soils, effect no-tillage. **Agronomie**, Paris, v. 22,p. 755-775, 2002.

SMITH, J.L.; MYUNG, H.U. Rapid procedures for preparing soil and KCl extracts for ^{15}N analysis. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.21, p.2173-2179, 1990.

SOUZA, D.F. de A. A adubação verde e o problema dessa prática agrícola na lavoura canavieira paulista. Piracicaba : ESALQ, 1953. 47p. Tese de Doutorado.
SOUZA, F.H.D. Preparo das sementes de estilosantes “mineirão” para semeadura. Embrapa Gado de Corte. **Comunicado Técnico**, n.53, 1996.

SKERMAN, P.J. **Tropical forage legumes**. FAO Plant Production and Protection Series No. 2. p. 506. (FAO, Rome), 1977.

STONE, L.F.; PORTES, T. de A.; MOREIRA, J.A.A. Efeitos da tensão da água do solo sobre a produtividade e crescimento do feijoeiro. II. Crescimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.23, n.5, p.503-510, 1988.

SUSILAWATI, S.H., BUDHI, G.S., RUSASTRA, W. **Alley cropping farming systems in Indonesia**. Improving smallholder farming systems in Imperata areas of Southeast Asia, p. 20, 1997.

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.

TELES, M. M.; ALVES, A. A.; OLIVEIRA, J. C.G.; BEZERRA, A.M.E. Métodos para quebra da dormência em sementes de *Leucaena leucocephala* L.). **Anais da XXXIV REUNIÃO DA SBZ**, Juiz de Fora - MG, 1997.

TESTA, V.M.; TEIXEIRA, L.A.J.; MIELNICZUK, J. Características químicas de um Podzólico Vermelho-Escuro afetadas por sistemas de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.1, p.107-114, 1992.

THOMAZ, L.F. População de plantas para feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) na safrinha em Santa Maria-RS. Santa Maria – RS. 129 p. **Tese (Mestrado em Agronomia)** – Curso de pós graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, 2001.

THUÂN, N.V. Legumineuses - Papilionoide - Phaseoles. In: Aubre-ville, A., Leroy, J.-F. (Eds.), Flore du Cambodge, du Laos et du Viet-Nam: revision de la flore generale de l'Indochine, vol. 17. **Museum National D'Histoire Naturelle**, Paris, France, pp. 138–155, 1979.

TIEN, N.P., DUNG, N.T., MUI, N.T., BINH, D.V., PRESTON, T. R. Improving biomass yield and soil fertility by associations of *Flemingia* (*Flemingia macrophylla*) with Mulberry (*Morus alba*) and cassava (*Manihot esculenta*) on slopping land in Bavi area. **In: Proceedings of Final National Seminar-Workshop on Sustainable Livestock Production on Experimento Feed Resources** (Editors: Reg Preston and Brian Ogle). HUAF-SAREC, Hue City, 25-28 March, 2003. Disponível em (<http://www.mekarn.org/sarec03/tienbavi.htm>) Acesso em Jan. 2006.

TROPICAL FORAGES. An interactive selection tool. *Flemingia macrophylla* [Online] Disponível em: (http://www.tropicalforages.info/key/Forages/Media/Html/Flemingia_macrophylla.htm) Acesso em dez. 2007.

TURNER, N.C. Adaptation to water deficits: a changing perspective. Austr. **J. Plant Physiol.** 43: 175-190, 1986.

URCHEI, M.A. et al., Análise de crescimento de duas cultivares de feijoeiro sob irrigação, em plantio direto e preparo convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.3, p.497-506, mar.2000.

VAN EMDEN, H.F. Aphids as phytochemists, p.25-43 *In: HARBONE, J.B., ed, Phytochemical Ecology*. Academic, London, 337 p. 1972.

VAN EMDEN, H.F. Insects and secondary plant substances – an alternative viewpoint with special reference to aphids. 309-323 p. *In: HARBONE, J.B., ed, Biochemical aspects of plant and animal coevolution* Academic, New York, 1978.

VANLAUWE, B.; VANLANGENHOVE, G.; MERCKX, R. E.; VLASSAK, K. Impact of rainfall regime on the decomposition of leaf litter with contrasting quality under subhumid tropical conditions. **Biol. Fertil. Soils** 20, 8–16, 1995.

VERLIÈRE, G. Valeur fertilisante de deux pantes utilisées dans les essais de paillage du caféier. *Tithonia diversifolia* et *Flemingia congesta*. **Café, Tabaco, Thé**, vol. 10(3): 228-36, 1966.

VIANA, O. J. & ALBUQUERQUE, J. J. L. Influência de diferentes tipos de cortes na produção de massa verde e sobrevivência do feijão-guandu. *Cajanus flavus* D. C. **Bol. Cear. Agron.** v.10, p.23-36, 1969.

VIEIRA, R.F.; VIEIRA, C.; VIEIRA, R.F. **Leguminosas graníferas**. Viçosa: UFV, 206 p.: il., 2001.

VIERA-VARGAS M.S., OLIVEIRA O.C., SOUTO C.M., CADISCH G., URQUIAGA, S., AND BODDEY, R.M. Use of different ¹⁵N labeling techniques to quantify the contribution of biological N₂ fixation to legumes. **Soil Biol. Biochem.** 27: 1185-1192, 1995.

VIERA-VARGAS M.S., SOUTO C.M., URQUIAGA, S., BODDEY, R.M. Quantification of the contribution of N₂ fixation to tropical forage legumes and transfer to associated grass. **Soil Biol. Biochem.** 27: 1193-1200, 1995.

VINCENT, J. M. Manual for the practical study of root nodule bacteria. **Oxford: Blackwell**, 1970. 164 p.

WUTKE, E.B. Característica fenológica e avaliação agronômica de genótipos de guandu (*Cajanus cajan* (L.) Mill sp.). 164p. 1987. **Dissertação** (Mestrado) – ESALQ, Piracicaba.

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.

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.

ZOTARELLI L.; FERREIRA E.; DE OLIVEIRA O.C., et al. Limitação de nitrogênio da decomposição da matéria orgânica do solo de uma pastagem degradada de *Panicum maximum*. **In:** Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas, 3, 1997, Ouro Preto. *Anais...* Ouro Preto: SINRAD. Pôster.

10. ANEXOS

Tabela 9. Análise de variância relativa à germinação de sementes aos 7 dias, 14 dias, 21 dias, 28 dias e 35 dias de incubção.

Quadrado médio							
Fonte de variação	GL	7 dias	14 dias	21 dias	28 dias	35 dias	Total
Tratamento	11	1182,133*	71,533*	98,580*	25,116*	0,266 ^{ns}	1468,850
Resíduo	33	7,225	10,725	8,050	3,475	0,150	1306,250
CV%		25,86	29,32	32,21	28,56	22,65	28,34

ns,* :não significativo e significativo a 5 % de probabilidade, pelo teste de Tukey, respectivamente.

Tabela 10. Análise de variância relativa à altura, diâmetro do colo, número de folíolo, número de ramificações, matéria seca de caule, matéria seca de raiz, volume de raiz e número de nódulos do experimento I.

Quadrado médio					
Fonte de variação	GL	Altura	Diâmetro do colo	Nº folíolo	Nº de ramificações
Tratamento	11	12467,19*	112,84*	14512,75*	378,84*
Bloco	3	73,51 ^{ns}	5,86*	704,37 ^{ns}	35,01 ^{ns}
Resíduo	33	77,98	1,990	612,87	29,04
CV%		77,81	10,73	25,77	32,02
Média		113,11	13,15	96,08	16,83
Fonte de variação	GL	MS caule	MS raiz	Volume de raiz	Nº de nódulos
Tratamento	11	39488,15*	2986,18*	20645,11*	300,43*
Bloco	3	44,93 ^{ns}	96,16*	274,11 ^{ns}	4,54 ^{ns}
Resíduo	33	1600,62	96	156,88	14,99
CV%		38,47	28,96	14,88	16,75
Média		104,00	33,81	84,18	23,12

ns,* :não significativo e significativo a 5 % de probabilidade, pelo teste de Tukey, respectivamente

2dados transformados para logaritmo.

Tabela 11. Análise de variância relativa à altura, diâmetro do colo, número de folíolo, número de ramificações do experimento II.

Quadrado médio					
Fonte de variação	GL	Altura	Diâmetro do colo	Nº folíolo	Nº de ramificações
Tratamento	11	33665,80*	319,33*	9835,69*	494,78*
Bloco	3	7314,91*	78,01*	1951,20*	165,43*
Resíduo	273	371	4,22	226,30	17,64*
CV%		22,3	21,4	42,89	47,94
Média		86,38	9,60	35,07	8,89

ns,* :não significativo e significativo a 5 % de probabilidade, pelo teste de Tukey, respectivamente.

Tabela 12. Análise de variância relativa à produção de sementes, número de vagens e peso de cem sementes do experimento I e experimento II.

Quadrado médio					
Fonte de variação	GL	Altura	Diâmetro do colo	Nº folíolo	Nº de ramificações
Tratamento	11	33665,80*	319,33*	9835,69*	494,78*
Bloco	3	7314,91*	78,01*	1951,20*	165,43*
Resíduo	273	371	4,22	226,30	17,64*
CV%		22,3	21,4	42,89	47,94
Média		86,38	9,60	35,07	8,89

ns: não significativo a 5 % de probabilidade.

Tabela 13. Análise de variância relativa à teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio do experimento I.

Quadrado médio						
Fonte de variação	GL	N	P	K	Ca	Mg
Tratamento	3	14,4847*	0,0018*	15,3446*	0,1198*	0,0037*
Bloco	10	2054,6765*	0,0883*	5546,6798*	4,3610*	0,3750*
Resíduo	30	91,582	0,007	241,746	0,304	0,036
CV%		31,80	38,29	26,22	36,44	47,13
Média		30,10	0,22	59,29	1,51	8,89

* significativo a 5 % de probabilidade.

Tabela 14. Análise de variância relativa à produção de sementes, número de vagens e peso de 100 sementes entre o experimento I e experimento II.

Quadrado médio				
Fonte de variação	GL	Produção de	Número de	Peso de 100
		sementes (Kg ha ⁻¹)	vagens planta ⁻¹	sementes (g)
<i>Flemingia macrophylla</i>				
Tratamento	1	7700,06 ^{ns}	2002,56 ^{ns}	0,0355 ^{ns}
Resíduo	14	3582,89	916,84	9,95E-03
CV%		62,88	60,33	7,41

ns: não significativos a 5% de probabilidade.

Tabela 15. Análise de variância relativa à percentagem de fixação biológica de nitrogênio (FBN), da quantidade de nitrogênio por hectare e do nitrogênio proveniente da FBN do experimento I.

Quadrado médio				
Fonte de variação	GL	% FBN	Kg N ha ⁻¹	N-FBN
				(Kg ha ⁻¹)
Tratamento	2	8,34076 ^{ns}	2065,653*	1168,498*
Resíduo	6	25,19942 ^{ns}	104,8888*	56,26443*
CV%		6,52	19,78	19,00

ns,* não significativos e significativos a 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de Tukey.

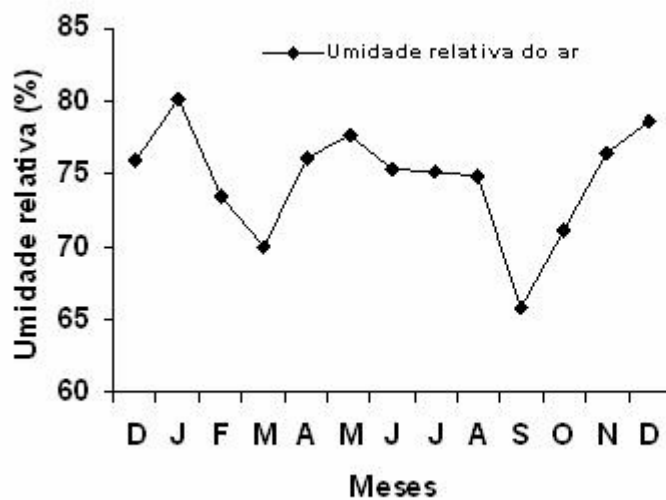


Figura 16. Umidade relativa mensal média, em Seropédica/RJ, de dezembro de 2006 a dezembro do ano de 2007 (PESAGRO/EES, 2006).

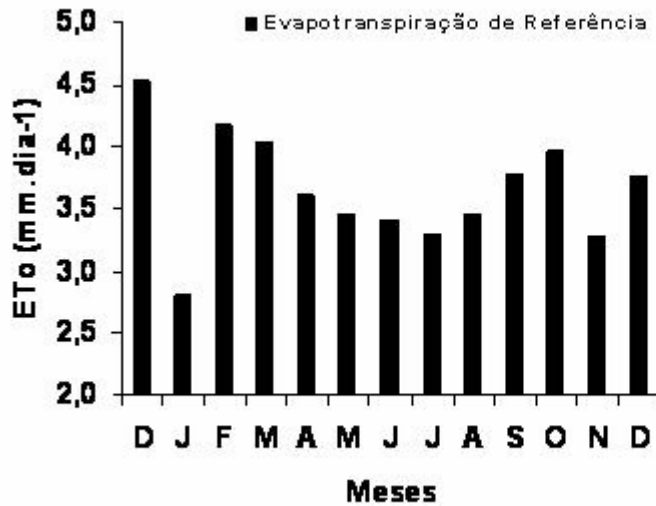


Figura 17. Evapotranspiração de referência mensal média, em Seropédica/RJ, de dezembro de 2006 a dezembro do ano de 2007 (PESAGRO/EES, 2006).

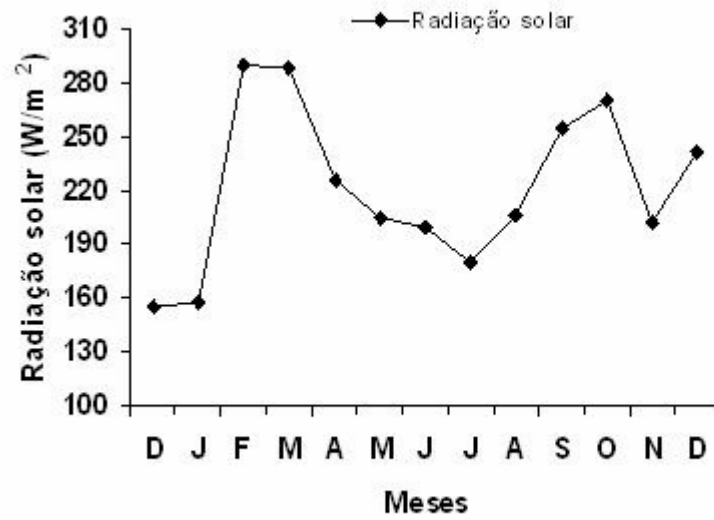


Figura 18. Radiação solar média, em Seropédica/RJ, de dezembro de 2006 a dezembro do ano de 2007 (Pesagro/EES, 2006).

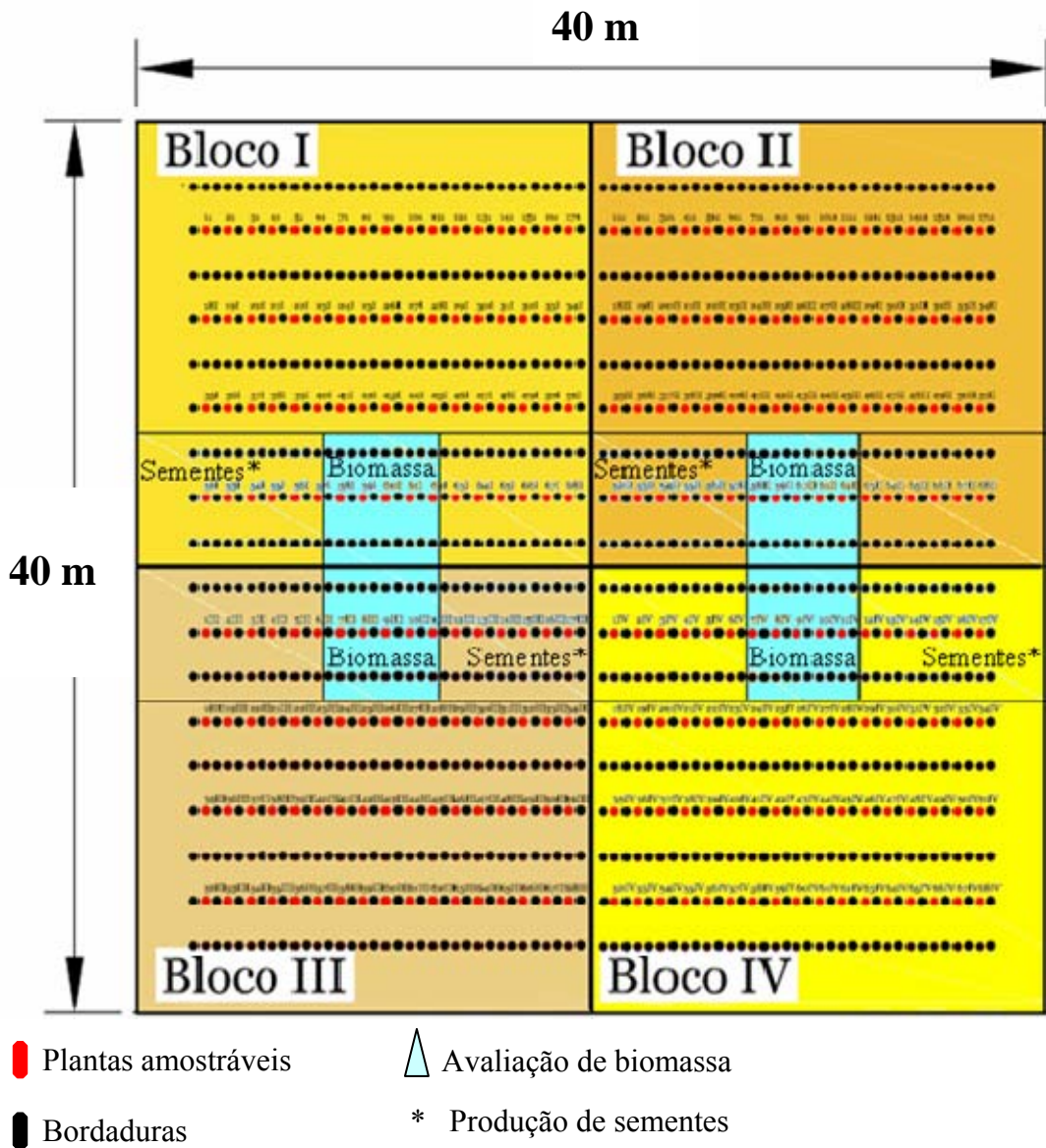


Figura 19. Croqui do experimento I.

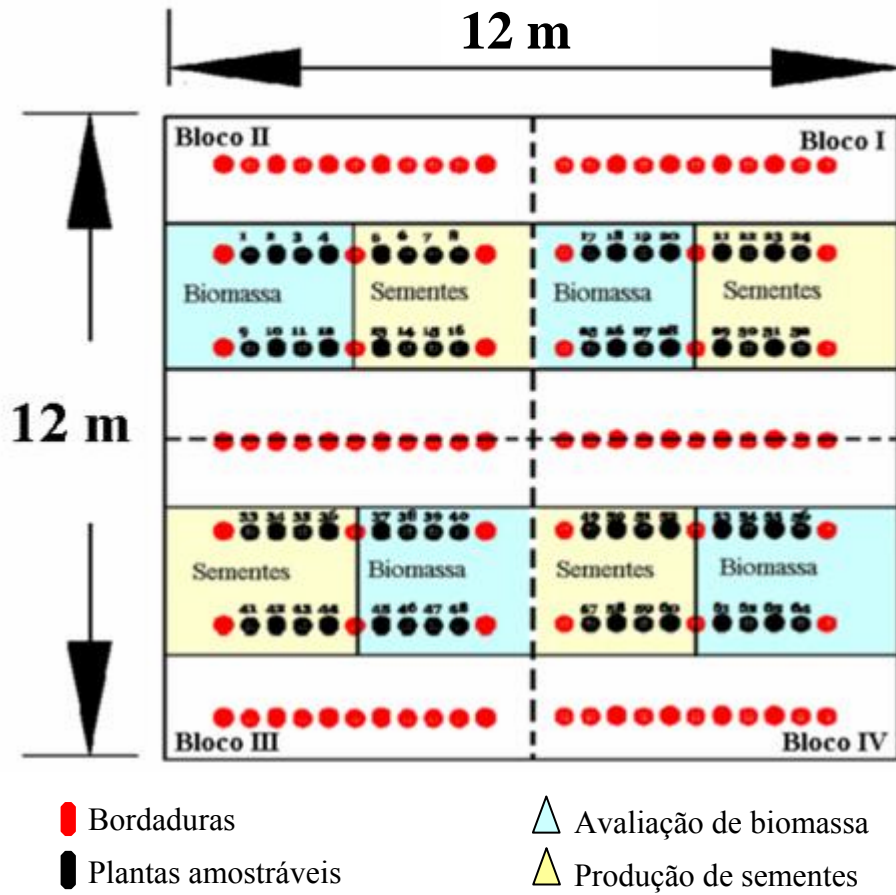


Figura 20. Croqui do experimento II.



Figura 21. A esquerda plantas com 360 dias após transplantio (DAT). À direita detalhe da poda realizada ao final de doze meses no campo. Seropédica, RJ, 2007.