

**UFRRJ**

**INSTITUTO DE AGRONOMIA**

**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**CIÊNCIA DO SOLO**

**TESE**

**Desempenho de Leguminosas Arbóreas no  
Estabelecimento de um Sistema Agroflorestal com  
Bananeiras**

**Patrícia Diniz de Paula**

**2008**



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

**DESEMPENHO DE LEGUMINOSAS NO ESTABELECIMENTO DE  
UM SISTEMA AGROFLORESTAL**

**PATRÍCIA DINIZ DE PAULA**

*Sob a Orientação de*  
**Gabriel de Araújo Santos**

*e Co-orientação de*  
**Eduardo Francia Carneiro Campello  
José Guilherme Marinho Guerra**

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Ciência do Solo

Seropédica, RJ  
Maio de 2008

634.772

P324d

T

Paula, Patrícia Diniz de, 1973-

Desempenho de leguminosas arbóreas no estabelecimento de um sistema agroflorestal com bananeiras / Patrícia Diniz de Paula - 2008.

80f. : il.

Orientador: Gabriel de Araújo Santos.

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

Bibliografia: f. 59-78.

1. Bananeira - Adubos e fertilizantes - Teses. 2. Agrossilvicultura - Teses. 3. Leguminosa - Adubos e fertilizantes - Teses. 4. Adubação verde - Teses. I Santos, Gabriel de Araújo, 1949-. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.

É permitida a cópia parcial ou total desta Tese, desde que seja citada a fonte.

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

**PATRÍCIA DINIZ DE PAULA**

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de Concentração em Ciência do Solo.

TESE APROVADA EM 30/05/2008

---

Gabriel de Araújo Santos. Ph.D. UFRRJ  
(Orientador)

---

José Guilherme Marinho Guerra. Dr. Embrapa Agrobiologia  
(Co-orientador)

---

Alexander da Silva Resende. Dr. Embrapa Agrobiologia

---

Aluísio Granato de Andrade. Dr. Embrapa Solos

---

Silvio Nolasco de Oliveira Neto. Dr. UFV

---

Dejair Lopes de Almeida. Dr. Embrapa Agrobiologia

## DEDICATÓRIA

À minha querida e amada Gabriela  
dedico

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao Dr. Eduardo F. C. Campello pelo estímulo e atenção dispensada.

Ao Dr. Gabriel de Araújo Santos pela orientação.

Aos pesquisadores da Embrapa Agrobiologia, Dr. José Guilherme Marinho Guerra, Dr. Bruno Alves, Dra. Elisabeth Correia, Dr. Alexander Resende e Dr. José Antônio Espíndola, pelo apoio técnico.

A Dra. Lúcia Helena dos Anjos, pela compreensão e apoio em momentos difíceis.

Aos funcionários do Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Eugênio, Paulo, Edílson, Silas, Samuel, Ébio, Enivaldo e José Pedro.

Ao técnico agrícola Ernani, pelo total e irrestrito apoio na condução do experimento no campo.

Aos laboratoristas Altiberto, Roberto Gregio, Telmo, Fernando, Adriana, Monalisa e Ana Paula.

Aos funcionários do Curso de Pós Graduação em Agronomia - Ciência do Solo (CPGA-CS), Luciene, Roberto e Marquinhos.

Aos colegas e amigos pelo auxílio nos estudos e momentos de descontração.

Ao CNPQ pela bolsa concedida.

A SEAPPA-RJ pela liberação parcial para conclusão do curso.

## **BIOGRAFIA**

PATRÍCIA DINIZ DE PAULA nasceu na cidade do Rio de Janeiro em 02 de fevereiro de 1973. No ano de 1992 ingressou no curso de Zootecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRuralRJ), transferindo-se para o curso de Engenharia Agrônoma no ano de 1995, durante o qual foi bolsista de Iniciação Científica, com bolsa cedida pelo Conselho Nacional de Pesquisa Científica (CNPQ). Em 1998 graduou-se Engenheira Agrônoma. No período entre 1999 e 2001 participou da 1ª turma do programa de Residência em Engenharia Agrônoma da UFRuralRJ, com bolsa cedida pela Prefeitura Municipal de Barra Mansa/RJ. No ano de 2001 iniciou o curso de Mestrado em Fitotecnia, área de concentração em Agroecologia, do Instituto de Agronomia da UFRuralRJ, sendo bolsista da CAPES. Em 2004 ingressou no curso de Doutorado em Agronomia, área de concentração em Ciência do Solo, do Instituto de Agronomia da UFRuralRJ, com bolsa cedida pelo CNPQ. Em janeiro de 2006 foi admitida, através de concurso público, pela Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária, Pesca e Abastecimento (SEAPPA-RJ), do Estado do Rio de Janeiro, onde realiza atividades na Coordenadoria de Defesa Sanitária Vegetal.

## RESUMO

PAULA, Patrícia Diniz de. **Desempenho de leguminosas arbóreas no estabelecimento de um Sistema Agroflorestal com bananeiras**. 2008. 80f. Tese (Doutorado em Agronomia, Ciência do Solo). Instituto de Agronomia, Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2008.

Os Sistemas Agroflorestais (SAF) trazem benefícios múltiplos e constituem uma alternativa para minimizar a degradação ambiental e alcançar um desenvolvimento sustentável, devido à diversidade de espécies. O estudo avaliou a contribuição das leguminosas arbóreas, *Gliricidia sepium* e *Acacia angustissima*, cultivadas em aléias intercaladas com banana (*Musa* sp.), utilizadas como adubos verdes na implantação de Sistema Agroflorestal. Comparou-se a produção de biomassa, ciclagem de nutrientes, aporte de N, atividade e diversidade da fauna edáfica e produtividade da bananeira, no SAF e com a leguminosa herbácea *Pueraria phaseoloides* e adubação nitrogenada. O SAF foi implantado em maio de 2004, no Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, em Seropédica, RJ. O sistema envolveu o plantio da palmácea açai (*Euterpe oleraceae*) e de bananeiras (*Musa* sp.), cujas mudas foram plantadas em outubro de 2005. No ano seguinte foi plantada a espécie florestal mogno africano (*Kaya senegalensis*), no centro das aléias de leguminosas. O delineamento experimental foi de blocos casualizados com cinco tratamentos, constituídos das leguminosas acácia angustíssima (*Acacia angustissima*), kudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*), gliricidia (*Gliricidia sepium*) dispostas nas entrelinhas da banana e do açai; além de adubação nitrogenada, como uréia, e cobertura viva oriunda da vegetação espontânea. Para quantificar a produção de biomassa e liberação de N, P, Ca, Mg e K ‘*in situ*’ foram cortadas as leguminosas e roçado o kudzu tropical e a vegetação espontânea. As determinações da matéria seca remanescente, liberação de nutrientes, constantes de decomposição e os tempos de meia vida dos resíduos vegetais foram realizadas acondicionando-se 50g de material fresco em “litterbags”, dispostos na superfície do solo, tomando-se amostras aos 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 60 e 75 após o início do experimento. *Acácia angustíssima* e kudzu tropical apresentaram maior produção de biomassa seca, de e 10,8 Mg. ha<sup>-1</sup>. Os resíduos da gliricidia resultaram em maiores constantes de decomposição, nas duas estações do ano. A atividade e a diversidade da fauna do solo foram avaliadas através de armadilhas do tipo *pitfall* e pelo método TSBF, cuja serapilheira foi removida e retiradas amostras de solo aos 0-10, 10-20 e 20-30cm. Na área com kudzu tropical, foi verificado o maior número de indivíduos, 416 ind/arm/dia<sup>-1</sup>, seguido pela gliricidia, vegetação espontânea e *Acácia angustíssima*, sem diferença estatística entre os tratamentos. Pelo método TSBF, os tratamentos com as leguminosas, na camada de 0-10 cm, foram superiores à vegetação espontânea, com maior número de grupos de fauna nas camadas de 0-10 cm e 10-20 cm. Em relação ao desenvolvimento vegetativo da bananeira, aos 5 meses e 11 meses após o plantio, houve diferença na altura média do pseudocaule, no tratamento sob *Acácia angustíssima*, e do diâmetro médio do pseudocaule sob *Acácia angustíssima* e gliricidia. Considerando o comprimento e o diâmetro médio dos frutos de bananeiras, assim como a produtividade e peso do cacho, peso das pencas, número de frutos por cacho e número de pencas por cacho não houve diferença decorrente da presença dos tratamentos. A produtividade da bananeira alcançou média de 13Mg. ha<sup>-1</sup> no 1º ciclo produtivo. Destaca-se que o desempenho produtivo inicial das bananeiras não foi prejudicado pela presença das espécies arbóreas *Acacia angustissima* e *Gliricidia sepium*.

**Palavras-chave:** Cultivo em aléias. Adubação verde. *Musa* sp. Fauna de Solo.

## ABSTRACT

PAULA, Patrícia Diniz de. **Performance of leguminous trees in establishing an Agroforestry System with banana crop**. 2008. 80p. Thesis (Doctor Science in Agronomy, Soil Science) Instituto de Agronomia, Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2008.

The Agroforestry Systems (SAF) bring multiple benefits and they are an alternative to minimize environmental degradation, and to achieve a sustainable development, due to greatest diversity of species. This study evaluated the contribution of the leguminous trees, *Gliricidia sepium* and *Acacia angustissima*, grown in alley cropping of banana (*Musa* sp.), used as green manure in the implantation of a Agroforestry System. They were compared the production of biomass, nutrients cycling, nitrogen intake, activity and diversity of soil fauna, and banana productivity in the SAF, and with the usage of the legume *Pueraria phaseoloides* and nitrogen fertilization. The SAF implantation occurred in May 2004, at the Research Center of Embrapa Agrobiologia, municipality of Seropédica, Rio de Janeiro State. It was composed of “açaf” palm (*Euterpe oleraceae*) and banana tree (*Musa* sp.), whose seedlings were planted in October 2005. The following year it was planted the forest African mahogany specie (*Kaya senegalensis*), at the centre of the legumes alleys. The experimental design was of randomized blocks with five treatments and four repetitions. The treatments consisted of the leguminous trees arranged between the lines of bananas and the “açaf” palm, and they were: acacia angustíssima (*Acacia angustissima*), tropical kudzu (*Pueraria phaseoloides*), and gliricidia (*Gliricidia sepium*); besides application of nitrogen as urea and spontaneous vegetation. To quantify the production of biomass, and the release of N, P, Ca, Mg and K, the legumes branches were cut and the kudzu tropical and spontaneous vegetation were mowed, in the rainy and dry seasons. The determination of remaining dry matter, releasing of nutrients, decomposition rates, and half life time of plant residues were held to 50 grams of fresh material from litterbags, placed on the soil surface, sampled at 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 60 and 75 days after the installation of the experiment. *Acacia angustissima* and kudzu tropical showed higher dry biomass, 9.5 and 10.8 Mg.ha<sup>-1</sup>, respectively. The gliricidia residues showed the highest decomposition rates, in the two year seasons. To assess the activity and diversity of soil fauna there were installed traps of the type pitfall and TSBF. The litter was removed and the soil blocks were divided into three layers: 0-10, 10-20 and 20-30cm. In the kudzu tropical area, it was verified the greatest number of individuals, 416 ind/arm/dia<sup>-1</sup>, followed by gliricidia, spontaneous vegetation and *Acacia angustissima*, with no statistical difference between treatments. By the TSBF method, the treatments with leguminous trees, in the 0-10cm layer, showed higher numbers than the spontaneous vegetation, with more fauna groups in the layers of 0-10 and 10-20cm. Regarding the growing development of banana, at 5 months and 11 months after planting, there was difference in average height of the pseudo stem in *Acácia angustíssima* treatment, and in the average diameter of pseudo stem in *Acácia angustíssima* and gliricidia. Taken the medium length and diameter of the fruit per banana bunch, as well as the productivity and weight of the bunch, weight of hands, number of fruit per bunch and number of hands per bunch, there was no difference between treatments. The productivity of banana in the first cycle has averaged 13Mg.ha<sup>-1</sup>. It is noted that the initial banana crop production was not affected by the presence of the *Acacia angustissima* e *Gliricidia sepium* trees.

**Keywords** : Alley cropping. Green manure. *Musa* sp. Soil fauna.

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Análise da fertilidade do solo da área experimental, realizada em abril de 2004....	17
<b>Tabela 2.</b> Categorias de inibição e estimulação dos grupos da fauna de solo em resposta ao manejo (modificado de Wardle, 1995). .....	23
<b>Tabela 3.</b> Análise da fertilidade do solo da área experimental, realizada em outubro de 2007. ....	26
<b>Tabela 4.</b> Produção de biomassa seca, relação C/N e teores de nutrientes, das folhas três diferentes leguminosas e vegetação espontânea em um SAF, por ocasião da estação seca, em maio de 2005, no município de Seropédica/RJ.....	29
<b>Tabela 5.</b> Produção de biomassa fresca e seca das folhas de três diferentes leguminosas e vegetação espontânea em um SAF, por ocasião da estação chuvosa, nos meses de março, junho e outubro de 2006, no município de Seropédica/RJ. ....	29
<b>Tabela 6.</b> Parâmetros da equação $X = X_0 e^{-kt}$ ajustada aos valores de matéria seca e tempos de meia vida por ocasião dos cortes realizados durante a estação seca, e chuvosa, nos anos de 2005 e 2006, respectivamente, Seropédica/RJ.....	30
<b>Tabela 7.</b> Parâmetros da equação $X = X_0 e^{-kt}$ ajustada aos valores de N, P, K, Ca e Mg e respectivos tempos de meia vida por ocasião dos cortes realizados durante a estação seca, de três diferentes leguminosas e vegetação espontânea, Seropédica/RJ, 2005.....	33
<b>Tabela 8.</b> Parâmetros da equação $X = X_0 e^{-kt}$ ajustada aos valores de N, P, K, Ca e Mg e respectivos tempos de meia vida por ocasião dos cortes realizados durante a estação chuvosa, de três diferentes leguminosas e vegetação espontânea, Seropédica/RJ, 2006. .	36
<b>Tabela 9.</b> Capacidade de fixação de N calculada para kudzu tropical ( <i>Pueraria phaseoloides</i> ), gliricídia ( <i>Gliricidia sepium</i> ) e acácia angustíssima ( <i>Acacia angustissima</i> ) utilizando-se usando três diferentes espécies não fixadoras como referência para cada leguminosa, Seropédica, 2007.....	40
<b>Tabela 10.</b> Biomassa seca, %N e N total das leguminosas e vegetação espontânea. ....	40
<b>Tabela 11.</b> Resultados da Atividade (Ind/arm/dia), Índice de Shannon (IS), Índice V (V) e Riquezas Total (RT) e Média (RM), dos grupos da macrofauna do solo. ....	41
<b>Tabela 12.</b> Atividade (Ind/arm/dia) dos grupos da macrofauna do solo, coletados através do método TSBF, Seropédica, RJ. ....	44
<b>Tabela 13.</b> Índice V (V) dos grupos da macrofauna do solo. ....	44
<b>Tabela 14.</b> Valores dos dois componentes principais ( $Y_1$ e $Y_2$ ) para a camada de 0-10 cm em estudo e a porcentagem da informação retida pelos componentes principais (% variância e % variância acumulada). Os valores entre parênteses correspondem a ordenação decrescente dos tratamentos para $Y_1$ e $Y_2$ .....	44
<b>Tabela 15.</b> Coeficientes de correlação linear entre as variáveis e os dois primeiros componentes principais ( $Y_1$ e $Y_2$ ), na camada de 0-10 cm. ....	45
<b>Tabela 16.</b> Valores dos dois componentes principais ( $Y_1$ e $Y_2$ ) para a camada de 10-20 cm em estudo e a porcentagem da informação retida pelos componentes principais (% variância e % variância acumulada). Os valores entre parênteses correspondem a ordenação decrescente dos tratamentos para $Y_1$ e $Y_2$ .....	46
<b>Tabela 17.</b> Coeficientes de correlação linear entre as variáveis e os dois primeiros componentes principais ( $Y_1$ e $Y_2$ ) na camada de 10-20 cm. ....	46
<b>Tabela 18.</b> Valores dos dois componentes principais ( $Y_1$ e $Y_2$ ) para a camada de 20-30 cm em estudo e a porcentagem da informação retida pelos componentes principais (% variância e % variância acumulada). Os valores entre parênteses correspondem a ordenação decrescente dos tratamentos para $Y_1$ e $Y_2$ .....	48

<b>Tabela 19.</b> Coeficientes de correlação linear entre as variáveis e os dois primeiros componentes principais ( $Y_1$ e $Y_2$ ), na camada de 20-30 cm de solo. ....	48
<b>Tabela 20.</b> Principais espécies de ervas espontâneas ocorrentes e suas respectivas famílias (Lorenzi, 1982) em um SAF no campo experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ, 2005.....	50
<b>Tabela 21.</b> Valores dos dois componentes principais ( $Y_1$ e $Y_2$ ) para os as ervas espontâneas em estudo e, ainda, porcentagem da informação retida pelos componentes principais (% variância e % variância acumulada). Os valores entre parênteses correspondem a ordenação decrescente dos tratamentos para $Y_1$ e $Y_2$ . ....	51
<b>Tabela 22.</b> Coeficientes de correlação linear entre as variáveis e os dois primeiros componentes principais ( $Y_1$ e $Y_2$ ). ....	51
<b>Tabela 23.</b> Altura e diâmetro do pseudocaule de bananeiras consorciadas com três diferentes leguminosas e vegetação espontânea, Seropédica, 2007. ....	53
<b>Tabela 24.</b> Proporção de cachos colhidos e época de colheita observados em bananeiras consorciadas com três diferentes leguminosas e vegetação espontânea, Seropédica, 2007. ....	54
<b>Tabela 25.</b> Comprimento e diâmetro médio dos frutos observados em bananeiras consorciadas com três diferentes leguminosas, vegetação espontânea Seropédica, 2007. ....	54
<b>Tabela 26.</b> Produtividade do cacho, peso do cacho, peso das pencas, número de frutos por cacho e número de pencas por cacho observados em bananeiras consorciadas com três diferentes leguminosas, vegetação espontânea Seropédica, 2007. ....	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Temperatura e Precipitação Pluviométrica ano de 2004. ....	18
<b>Figura 2.</b> Umidade relativa e Evaporação Total no ano de 2004. ....	18
<b>Figura 3.</b> Temperatura e Precipitação Pluviométrica ano de 2005. ....	18
<b>Figura 4.</b> Umidade relativa e Evaporação Total no ano de 2005. ....	18
<b>Figura 5.</b> Temperatura e Precipitação Pluviométrica ano de 2006. ....	18
<b>Figura 6.</b> Umidade relativa e Evaporação Total no ano de 2006. ....	18
<b>Figura 7.</b> Temperatura e Precipitação Pluviométrica ano de 2007. ....	18
<b>Figura 8.</b> Umidade relativa e Evaporação Total no ano de 2007. ....	18
<b>Figura 9.</b> Representação esquemática do SAF implantado no Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia. ....	20
<b>Figura 10.</b> Dimensões da parcela experimental do SAF implantado no Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ. ....	21
<b>Figura 11.</b> Mapa de isolinhas para areia e umidade, e a distribuição dos tratamentos na área de estudo: T1-Acácia angustíssima ( <i>Acacia angustissima</i> ), T2-Gliricídia ( <i>Gliricidia sepium</i> ), T3-Kudzu tropical ( <i>Pueraria phaseoloides</i> ), T4-vegetação espontânea, composta basicamente por capim colônia ( <i>Panicum maximum</i> ) e T5-vegetação espontânea com adubação nitrogenada. ....	26
<b>Figura 12.</b> Liberação de matéria seca dos resíduos vegetais ao longo da estação seca, no município de Seropédica/RJ, 2005. ....	30
<b>Figura 13.</b> Liberação de matéria seca dos resíduos vegetais ao longo da estação chuvosa, no município de Seropédica/RJ, 2006. ....	31
<b>Figura 14.</b> Liberação de nitrogênio dos resíduos vegetais ao longo da estação seca, no município de Seropédica/RJ, 2005. ....	34
<b>Figura 15.</b> Liberação de fósforo dos resíduos vegetais ao longo da estação seca, no município de Seropédica/RJ, 2005. ....	34
<b>Figura 16.</b> Liberação de potássio dos resíduos vegetais ao longo da estação seca, no município de Seropédica/RJ, 2005. ....	35
<b>Figura 17.</b> Liberação de cálcio dos resíduos vegetais ao longo da estação seca, no município de Seropédica/RJ, 2005. ....	35
<b>Figura 18.</b> Liberação de magnésio dos resíduos vegetais ao longo da estação seca, no município de Seropédica/RJ, 2005. ....	36
<b>Figura 19.</b> Liberação de nitrogênio dos resíduos vegetais ao longo da estação chuvosa, no município de Seropédica/RJ, 2006. ....	37
<b>Figura 20.</b> Liberação de fósforo dos resíduos vegetais ao longo da estação chuvosa, no município de Seropédica/RJ, 2006. ....	37
<b>Figura 21.</b> Liberação de potássio dos resíduos vegetais ao longo da estação chuvosa, no município de Seropédica/RJ, 2006. ....	38
<b>Figura 22.</b> Liberação de cálcio dos resíduos vegetais ao longo da estação chuvosa, no município de Seropédica/RJ, 2006. ....	38
<b>Figura 23.</b> Liberação de magnésio dos resíduos vegetais ao longo da estação chuvosa, no município de Seropédica/RJ, 2006. ....	39
<b>Figura 24.</b> Percentual de indivíduos coletados por armadilha/dia, do tipo <i>Pitfall</i> . ....	42
<b>Figura 25.</b> Análise de componentes principais (ACP) das variáveis da fauna do solo: larvas de coleóptera (LC), casulos de minhoca (CM), Formicidae (Fo), Isoptera (It), Diplopoda (Di), Isopoda (Ip), Oligochaeta (Ol), Gastropoda (Ga) para gliricídia (GL), Acácia	

angustíssima (AC), vegetação espontânea (VE) e kudzu tropical (KD), na camada de 0-10 cm de solo. ....	45
<b>Figura 26.</b> Análise de componentes principais (ACP) das variáveis da fauna do solo: casulos de minhoca (CM), Formicidae (Fo), Isoptera (It), Diplopoda (Di), Oligochaeta (Ol), Gastropoda (Ga), Archaeognatha (Ar) e Coleóptera (Co), para gliricidia (GL), Acácia angustíssima (AC), vegetação espontânea (VE) e kudzu tropical (KD), na camada de 10-20 cm de solo. ....	47
<b>Figura 27.</b> Análise de componentes principais (ACP) das variáveis da fauna do solo: larvas de coleóptera (LC), formicidae (Fo), casulos de minhoca (CM), Diplopoda (Di) e Oligochaeta (Ol) para os tratamentos gliricidia, acácia angustíssima, kudzu tropical e vegetação espontânea, na camada de 20-30 cm de solo. ....	48
<b>Figura 28.</b> Análise de componentes principais (ACP) da vegetação espontânea: <i>Panicum maximum</i> (CL); <i>Echinochloa colonum</i> (L.) Link (CN); <i>Commelina benghalensis</i> L. (TR); <i>Cyperus sp.</i> (TI); <i>Galinsoga parviflora</i> Cav (FA); <i>Arachis pintoi</i> (AM); <i>Botãozinho</i> (BO); <i>Emilia sp.</i> (SE); <i>Indigofera sp.</i> (IN); <i>Ageratum conyzoides</i> (BO); <i>Cyathula prostrata</i> (CA); <i>Sida carpinifolia</i> (VA); <i>Pueraria phaseoloides</i> (KD); <i>Phyllanthus niruri</i> L. (QP); <i>Chloris sp.</i> (PG); <i>Momordica charantia</i> L (MC); <i>Mimosa pudica</i> L (DO); <i>Malvastrum coromandelianum</i> (GU) para os tratamentos <i>Gliricidia sepium</i> (GL); <i>Acacia angustíssima</i> (AC), vegetação espontânea (VE) e <i>Pueraria phaseoloides</i> (KD). ....	52
<b>Figura 29.</b> Parcelas de <i>Acacia angustissima</i> , Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica/RJ, 2005. ....	74
<b>Figura 30.</b> Parcelas de <i>Pueraria phaseoloides</i> , Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica/RJ, 2005. ....	74
<b>Figura 31.</b> Parcelas com vegetação espontânea, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica/RJ, 2005. ....	75
<b>Figura 32.</b> Parcelas com <i>Gliricidia sepium</i> , Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica/RJ, 2005. ....	75
<b>Figura 33.</b> Poda da <i>Acacia angustissima</i> e confecção de “litter bags”, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica/RJ, 2005. ....	76
<b>Figura 34.</b> Poda da <i>Gliricidia sepium</i> e confecção de “litter bags”, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica/RJ, 2005. ....	76
<b>Figura 35.</b> Roçada do <i>Pueraria phaseoloides</i> e confecção de “litter bags”, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica/RJ, 2005. ....	77
<b>Figura 36.</b> Armadilhas do Tipo <i>Pitfall</i> , Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica/RJ, 2005. ....	77
<b>Figura 37.</b> Blocos “TSBF” para coleta de fauna de solo, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica/RJ, 2005. ....	78
<b>Figura 38.</b> Bananeiras sob as aléias de <i>Gliricidia sepium</i> , Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ, 2006. ....	78
<b>Figura 40.</b> Bananeiras sob as aléias de <i>Acacia angustissima</i> , Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ, 2006. ....	79
<b>Figura 41.</b> Bananeira em produção nas parcelas com <i>Pueraria phaseoloides</i> , Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ, 2007. ....	80

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>2</b>
2.1. Potencial de Utilização de Leguminosas Arbóreas em Sistemas Agrícolas Tropicais ...	2
2.2. O Estado da Arte dos Sistemas Agroflorestais no Brasil.....	4
2.3. O Aporte de Matéria Orgânica em Sistemas Agroflorestais (SAF) e o Papel da Fauna do Solo na Ciclagem de Nutrientes e .....	10
2.4. A Produção de Banana ( <i>Musa</i> sp.) em Sistemas Agroflorestais (SAF).....	12
2.4.1. Aspectos gerais do mercado de banana .....	12
2.4.2. O cultivo e nutrição da bananeira ( <i>Musa</i> sp.).....	14
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>17</b>
3.1. Localização e Caracterização Edafoclimática da Área Experimental .....	17
3.2. Delineamento Experimental.....	19
3.3. Determinação da Produção de Biomassa Seca das Folhas e Análise Química de Tecido das Espécies Vegetais .....	21
3.4. Taxa de Decomposição “ <i>in situ</i> ” dos Resíduos Vegetais da Parte Aérea das Espécies Vegetais.....	21
3.5. Estimativa da Fixação Biológica de N <sub>2</sub> (FBN).....	22
3.6. Determinação da Atividade e Diversidade da Fauna do Solo .....	23
3.7. Determinação da Comunidade de Plantas Espontâneas.....	24
3.8. Tratos Culturais.....	24
3.9. Determinação dos Atributos Físicos do Solo .....	24
3.10. Análise Estatística .....	24
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>25</b>
4.1. Atributos Físicos e Fertilidade do Solo, realizados durante a condução do experimento no campo, nos anos de 2005 e 2007, respectivamente. ....	25
4.2. Produção de Biomassa e Liberação de Nutrientes da Parte Aérea das três Leguminosas e Vegetação Espontânea.....	27
4.3. Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN).....	39
4.4. Determinação da Fauna de Solo .....	40
4.5. Avaliação da Comunidade de Ervas Espontâneas .....	49
4.6. Componentes da Produção da Bananeira.....	52
<b>5. CONCLUSÕES .....</b>	<b>55</b>
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>56</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>57</b>
<b>8. ANEXOS .....</b>	<b>74</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A situação atual de devastação ambiental, explicitada pela erosão e a perda da fertilidade natural dos solos, a diminuição da diversidade biológica, a diminuição das fontes de água potável e mais recentemente o aquecimento global, vem mostrar que esses fatores estão ligados direta ou indiretamente à retirada da cobertura florestal. Algumas linhas de pesquisa em Agroecologia vêm aplicando práticas conservacionistas, que visam o equilíbrio e a melhoria das condições químicas, físicas e biológicas do solo e do meio ambiente, aliados à atividade da agricultura.

Os Sistemas Agroflorestais (SAF) fazem parte de uma dessas correntes da agroecologia, onde há o resgate do componente arbóreo nos sistemas agrícolas, o que tornaria esses sistemas do ponto de vista ambiental, mais próximos dos agroecossistemas sustentáveis.

Os estudos em SAF são, talvez, aqueles que exijam a maior mudança de paradigma para serem devidamente compreendidos, em uma nova visão de mundo, onde não é apenas a adoção de novas técnicas, mas numa mudança constante que começa no ser que irá fazer parte desse diferente sistema de produção agrícola. A formação de um arranjo agroflorestal deve ser criteriosa, para que as culturas de interesse agrônômico expressem seu potencial de produção, assegurando renda ao produtor.

Os SAF podem apresentar desenhos ou arranjos simples, com poucas espécies por unidade de área, ou complexos, com grande diversidade de espécies, cujos benefícios nem sempre são fáceis de quantificar. Podem ainda, se basear na sucessão natural das florestas, desde as pioneiras, passando pelas secundárias, até atingir as espécies clímax, ou apenas se caracterizar por consórcios ou cultivos em aléias, desde que se faça presente o componente florestal em conjunto com as espécies agrícolas.

Por outro lado, a bananeira é uma espécie cultivada normalmente em grandes sistemas monoculturais e também de forma extrativista, em locais adjacentes às áreas de proteção ambiental, em áreas de capoeiras e de mata ciliar, e aparentemente mostra adaptabilidade quando em consórcio com espécies arbóreas. Além disso, se configura como uma das culturas mais importantes do estado do Rio de Janeiro, sendo produzida na maior parte dos municípios fluminenses. Uma preocupação é como se deve conduzir a produção de banana em regiões limítrofes aos parques de proteção ambiental e em regiões do Estado, outrora cobertas por Mata Atlântica e que hoje se caracterizam por vastos campos de pastagens degradadas, como no caso do Vale do Paraíba e das regiões Norte e Noroeste fluminenses. A implantação de Sistemas Agroflorestais pode vir a ser uma alternativa para os cultivos agrícolas nessas áreas, podendo se caracterizar por cultivos em aléias intercalares de arbóreas, ou em sistemas mais complexos, com maior utilização de espécies diferentes numa mesma área.

Deve-se considerar que em os SAF são formados não apenas para que o ponto clímax seja exclusivamente a recomposição da cobertura florestal, mas também para incentivar a presença de espécies arbóreas em todas as fases dos processos de implantação do sistema. Essas fases podem ser estanques, ou seja, uma produção agrícola em sistemas de aléias pode se perpetuar, desde que satisfaça as necessidades sociais, econômicas e ambientais locais, ou continuar evoluindo, sendo modificado, inserindo-se outras espécies, na medida em que se adquira conhecimento, prática e sensibilidade, oferecendo assim um caráter dinâmico e evolutivo ao sistema.

Face ao exposto o presente estudo objetivou avaliar a contribuição das leguminosas arbóreas, *Gliricidia sepium* e *Acacia angustissima* cultivadas em aléias intercaladas com a cultura da bananeira, utilizadas também como adubos verdes na implantação de um Sistema Agroflorestal.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Potencial de Utilização de Leguminosas Arbóreas em Sistemas Agrícolas Tropicais

As fontes de nitrogênio para as plantas podem ser oriundas da adição de fertilizantes minerais e orgânicos, pela água das chuvas ou pela fixação biológica de nitrogênio (FBN). Em linhas gerais, a FBN envolve a redução do N<sub>2</sub> atmosférico através da enzima nitrogenase, que é encontrada em bactérias de vida livre ou em simbiose com algumas plantas. A associação entre leguminosas e bactérias dos gêneros *Rhizobium* e *Bradyrhizobium* apresenta-se como uma das formas mais eficientes de acrescentar nitrogênio ao solo.

Segundo Derpsch et al. (1991) a quantidade de nitrogênio fixado por leguminosas varia em função das espécies utilizadas e das condições de clima e de solo, podendo chegar a mais de 100 kg de N/ha. Características edafoclimáticas podem influenciar diretamente na fixação biológica de nitrogênio. A aplicação de fertilizantes nitrogenados e a elevada acidez do solo tendem a inibir a nodulação e a atividade dos nódulos em leguminosas (Franco & Neves, 1992).

As leguminosas utilizadas como adubos verdes podem ser perenes ou anuais. Geralmente as espécies perenes são utilizadas em consórcios, pela sua capacidade de rebrota, sendo fonte de matéria orgânica ao longo do ciclo das culturas consorciadas. Já as espécies anuais, freqüentemente são utilizadas em pré-cultivos, ou seja, preparando o terreno para a implantação de outras culturas.

Vários estudos relatam o uso leguminosas herbáceas perenes, especialmente consorciadas com espécies frutíferas, utilizadas como cobertura viva do solo (Guerra & Teixeira, 1997). Perin (2001) estudou os efeitos da cobertura viva sob os atributos físicos do solo e Espíndola (2006), num ensaio utilizando as leguminosas herbáceas perenes *Arachis pintoi*, *Pueraria phaseoloides* e *Macroptilium atropurpureum*, pesquisou os efeitos da cobertura viva na produção de bananeira da cultivar Nanicão, demonstrando a viabilidade da utilização dessas leguminosas, utilizadas como adubo verde na produção da bananeira.

A *Gliricidia sepium* é uma espécie arbórea pertencente à família Leguminosae, subfamília Faboideae (Papilionoideae). Outras espécies associadas ao gênero *Gliricidia* são a *G. maculata* que é nativa da península de Yucatán, no México e *G. guatemalensis*, nativa de regiões altas da região do México Meridional, Guatemala, El Salvador, Honduras e, possivelmente, a Nicarágua (Hughes, 1987). É uma espécie nativa, desde o México até o norte da América do Sul e foi introduzida na região tropical da África, no sudeste da Ásia, na América do Sul e no Caribe (National Academy of Sciences, 1980; Parrota, 1992). Parrota (1992) relata que o nome do gênero *Gliricidia*, em latim significa "mata-ratos" e o nome específico, *sepium*, significa "cercas vivas", indicando uma das possíveis formas de sua utilização.

A *Gliricidia sepium* é uma árvore caducifólia, com folhagem sobre galhos grossos e irregulares que, com freqüência, se curvam para baixo, podendo atingir de 12 a 15 metros de altura, com um tronco curto, de diâmetro até 30 cm, sem espinhos (Parrota, 1992).

Apresenta flores reunidas em inflorescências axilares e terminais, as pétalas são de cor lilás-rósea ou branca, (Hughes, 1987; Parrota, 1992; Kill & Drumond, 2000). As inflorescências surgem no início da primavera (Hughes, 1987). As plantas em floração apresentam um efeito paisagístico muito grande, cujas flores, são muito visitadas por insetos, principalmente abelhas do gênero *Apis*. Os frutos são vagens chatas, que geralmente são de cor verde pálido, podendo apresentar tonalidades róseo-arroxeadas em função da exposição solar (Drumond et al., 1999). As sementes são elípticas, achatadas, brilhantes, de coloração pardo clara a escura e 10 mm de largura (Little, 1983). Apresentam dormência tegumentar

quando armazenadas por mais de um ano (Drumond et al., 1999). Nas folhas há a presença de cumarina, substância aromática encontrada em alguns condimentos, conferindo-lhes um odor adocicado. Os folíolos são oblongo-ovalados, coniformes na base, agudos no ápice e de comprimento médio de 4 a 6 cm (Drumond et al., 1999).

A *Gliricidia sepium* é conhecida comumente como gliricidia no Brasil, *madre de cacao* em Honduras, Porto Rico e Costa Rica, provavelmente devido a sua utilização para sombreamento em plantações de cacau, *mata-ratón* na Colômbia, por suas raízes serem utilizadas como veneno para roedores e *cocoite* no México (National Academy of Sciences, 1980; Hughes, 1987; Parrota, 1992).

A *Gliricidia sepium* possui boa adaptabilidade, capacidade de rebrota e crescimento rápido, se adapta às elevadas altitudes, que vão desde o nível do mar até 1.500 metros, apresentando boa plasticidade a diferentes zonas ecológicas (Little, 1983). É uma espécie que tolera a seca, mas não resiste a geadas (Little, 1983; Hughes, 1987; Franco, 1988). Temperaturas anuais entre 22 e 28°C são características das áreas de distribuição natural e artificial da espécie, com temperaturas máximas entre 34 e 41°C e mínimas variando entre 14 e 20°C (Webb et al., 1984).

A gliricídia cresce em uma variedade de tipos de solo, desde solos arenosos e pedregosos até Vertissolos profundos de cores escuras. Desenvolve-se em áreas de declives acentuados e compete bem com ervas daninhas (Hughes, 1987; Neves et al., 2004). Tolerar solos ácidos, porém o pH na maioria de suas áreas de distribuição é de 5,5 a 7,0 (Baggio & Heuveldop, 1982; Hughes, 1987).

Budowski & Russo (1993) listaram 92 espécies utilizadas como cercas vivas na Costa Rica, onde buscaram resgatar parte do conhecimento empírico dos agricultores nesta prática. As espécies mais indicadas para uso como moirão vivo são aquelas que apresentam capacidade de enraizamento por estaquia, resistência a podas e ao fogo, boa capacidade de rebrota, maior durabilidade e crescimento rápido, entre outras características. E concluíram que existem poucas espécies de leguminosas com capacidade de enraizamento das estacas.

A *Acacia angustissima* é uma espécie arbórea da família Leguminosae, sub família Mimosaceae. Teve a sua origem em Belize, na América Central (Dzowela, 1994). Embora ainda haja pouco estudo sobre a *A. angustissima* há um novo interesse na utilização desta espécie em sistemas agroflorestais, devido ao seu elevado potencial de crescimento e fixação de nitrogênio. Ela ocorre em regiões tropicais e subtropicais do México e no sul do Panamá (Turner, 1996). Também é encontrada no sudeste da Ásia, especialmente Indonésia, Austrália, onde é utilizada em experimentos. Há estudos para determinar o seu potencial como forragem ou cobertura morta em países tropicais como Zimbabuê, Etiópia, Haiti, Nova Guiné, Brasil e Indonésia.

Turner (1996) realizou um estudo sobre *Acacia angustissima* e citou seis variedades relacionadas (*angustissima*; *hirta*; *suffruticosa*; *chisosiana*; *leucothrix* e *oaxacana*). Ela pode atingir 2 a 7 m de altura, possuindo um tronco curto (McVaugh, 1987). As folhas são assimétricas (Turner, 1996). As inflorescências são elipsoidal, esbranquiçadas a rosadas (McVaugh, 1987). Ocorrem durante todo o ano, e foram observadas no final da estação seca em ensaios realizados no Zimbabuê (Dzowela, 1994). A vagem é oblonga com 3 a 6 cm de comprimento e 6 a 9 mm de largura, verdes, transformando em marrom café quando amadurecem (Dzowela, 1994).

A *A. Angustissima* é encontrada em encostas, em encostas de pedras e em pastagens com outros arbustos. É freqüentemente encontrada em florestas decíduas tropicais (McVaugh, 1987). Podendo crescer até 2600 metros do nível do mar (Brook et al., 1992). Tolerar climas frios e solos ácidos (Dzowela, 1994). Também a períodos de seca, possivelmente devido ao seu substancial volume de raízes, mantendo uma folhagem verde, ao longo de 8 meses de seca, observados na Indonésia (Gutteridge et al., 1994).

*Acacia angustissima* cresce rapidamente e responde bem ao corte regular. No entanto, ela produz ramos fracos que podem quebrar com a ocorrência de ventos moderados (Brook et al., 1992). Esta capacidade de crescer rapidamente resultou em estudos para composição de cultivo em aléias e sistemas silvipastoris (McVaugh, 1987).

A capacidade de competição com ervas espontâneas é uma preocupação entre alguns pesquisadores, sobre a conveniência de sua utilização em sistemas agroflorestais (Bray & Palmer, 1997). As plantas daninhas podem suprimir precocemente o crescimento e o estabelecimento das plântulas (Maasdorp & Gutteridge, 1986).

*Acacia angustissima* produz grandes quantidades de folhagem com potencial forrageiro. A arquitetura da copa da árvore permite suportar freqüentes cortes com uma alta taxa de crescimento e recuperação (Gutteridge et al., 1994). Na produção de biomassa demonstrou-se o intervalo entre 10,3 a 11,4 toneladas de matéria seca por hectare (Brook et al., 1992; Dzowela et al., 1997) no espaçamento de 2 metros. No espaçamento de 3 m, a biomassa aumenta para um intervalo de 11,5 a 12,4 toneladas de matéria seca por hectare (Brook et al., 1992). Estes números baseiam-se em podas na altura de 50 cm acima do solo.

Algumas pesquisas mostram que as estacas de *A. Angustissima* podem conter níveis elevados de N, P, K, mas devido a um elevado teor taninos (6% sobre a massa seca), a proteína é menos acessível para o gado, sendo mal degradadas no rúmen das vacas (Dzowela, 1994). Bray & Palmer (1997) encontraram resultados semelhantes observando que *A. angustissima* produziu uma biomassa significativamente superior a outras leguminosas arbustivas, *Leucaena* spp., *Calliandra calothyrsus*, *Gliricidia sepium*, *Cajuns cajan*, e *Sesbania* spp. E concluiu que, embora *A. Angustissima* tenha o potencial para produzir um alto rendimento foliar, o alto conteúdo de tanino limita o valor nutricional para animais.

Embora *A. Angustissima* não seja comumente utilizada em sistemas agroflorestais na sua região nativa, é uma importante espécie medicinal para os índios Tzotzil e Tzeltal Maya no México. Ela se configura como uma importante espécie utilizada na cura e tratamento de diarreia. Ela também é usada como tratamento de reumatismo e lesões cutâneas, e é relatada inibindo o crescimento de tumores malignos. Testes mostram também que *A. Angustissima* possui um leve efeito antimicrobiano sobre *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*, a casca amarga e adstringente é também utilizada no México para fermentação na tomada de bebidas alcoólicas (Graham, 1991). Em testes laboratoriais *A. Angustissima* demonstrou inibir completamente o crescimento de *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Klebsiella pneumoniae*, e *Candida albicans* (Hoffman et al., 1993 citados por Brook et al., 1993). Isto indica que a *A. Angustissima* tem o potencial para ser utilizado em aplicações contra doenças humanas causadas por bactérias e leveduras.

A *Gliricidia sepium* e a *A. angustissima* são leguminosas arbóreas que possuem um potencial de utilização em SAF, especialmente pelas características de ambas as espécies de crescimento rápido e produção expressiva de biomassa. Elas podem fazer parte do sistema, como adubos verdes, preparando o terreno para o estabelecimento de outras espécies ou em consórcios, quando cultivadas em aléias intercalares.

## **2.2. O Estado da Arte dos Sistemas Agroflorestais no Brasil**

A pesquisa e a promoção dos Sistemas Agroflorestais (SAF) começou no final da década de 70 (Nair, 1989). Em 1977 foi criado o Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal (ICRAF), em Nairobi, Kenya. Por volta de 1983, o agricultor suíço Ernst Gotsch iniciou seus trabalhos no Brasil. A REBRAAF, Instituto Rede Brasileira Agroflorestal que promove a adoção no Brasil de alternativas agroflorestais, foi criada em 1990 (Hoffmann, 2005).

Inicialmente o enfoque foi sobre a descrição, as possíveis vantagens e desvantagens biológicas e socioeconômicas e o inventário de SAF tradicionais (Budowski, 1982; Nair,

1989). Posteriormente começou-se a avaliar a produtividade dos SAF já existentes, e mais recentemente as interações entre as espécies componentes do sistema, com o objetivo de melhorar o manejo e a rentabilidade e reduzir os riscos (Beer et al., 2003).

No final dos anos 90, a crescente preocupação internacional sobre os temas ambientais, resultou em tratados, como por exemplo, o Protocolo de Quioto, que dentre outras premissas, enfatizou os serviços ambientais como um modo de uso alternativo da terra. Imediatamente se reconheceu nos SAF inúmeras vantagens sobre os monocultivos, para responder a essa demanda de uma agricultura multifuncional e provedora de serviços ambientais importantes (Beer et al., 2003).

As práticas agroflorestais ocupam espaço tanto no preenchimento de lacunas ambientais (aumento da biodiversidade, produção e qualidade da água, amparo à fauna, reciclagem de nutrientes, produção de matéria orgânica) como sociais (oferta de empregos, melhoria da saúde) e econômicas (diversificação na oferta de produtos, valorização da paisagem e da produção) (Altieri, 2002).

Vivan (1998) afirma que os SAF são uma alternativa para minimizar a degradação ambiental, numa perspectiva de desenvolvimento sustentável, devido à maior diversidade de espécies no sistema. Dessa forma, há melhor utilização dos recursos naturais disponíveis (nutrientes, água e luz), e o componente arbóreo, geralmente, contribui para proteção e melhoria do solo e manutenção do processo de ciclagem direta de nutrientes.

Os SAF podem ainda prover um habitat e recursos para espécies de plantas e animais, mantendo a conexão entre as diferentes paisagens, facilitando o movimento de animais, sementes e pólen (Beer et al., 2003). São uma ferramenta complementar para a conservação, ao ser incorporados no manejo das paisagens, para conservar e proteger os fragmentos de bosques remanescentes, aumentar a cobertura arbórea das fazendas agrícolas e conectar áreas de proteção ambiental, funcionando como corredores ecológicos (Beer et al., 2003; Schroth et al., 2004).

O isolamento de áreas protegidas em unidades de conservação de uso restrito, muitas vezes, não são capazes de manter as características dos principais *habitats* do mundo, sendo necessário que estes ecossistemas possam ser conectados através de corredores de biodiversidade, através de sistemas de produção que se caracterizem pelo uso sustentável da biodiversidade, ao mesmo tempo em que sejam capazes de gerar alternativas de renda que possam fazer frente aos sistemas de uso de solo tradicionais. Desse modo, os SAF seriam capazes, em maior ou menor grau, de prover parte destes serviços, não da mesma forma que os ecossistemas primários, mas sem dúvida, de maneira muito mais expressiva do que os sistemas agrícolas ou florestais tradicionais, baseados em monoculturas (Fearnside, 2002).

Os SAF apresentam ainda várias vantagens frente aos sistemas monoculturais tais como a utilização mais eficiente do espaço, a redução da erosão, sustentabilidade da produção e estímulo à economia de produção, com base participativa e principalmente, o plantio de árvores em lavouras e pastagens constitui uma forma de reposição, embora diminuta, da cobertura florestal destruída durante o avanço da fronteira agrícola (Botero & Barker, 2002).

Uma prática muito utilizada em conservação do solo, as barreiras vivas podem ser combinadas com outras práticas de conservação como terraços e cordões vegetados. Também, podem ser usadas para recuperação ou estabilização de solos em terrenos muito inclinados ou para proteção de fontes de água (Beer et al., 2003).

O melhoramento do solo em um SAF pode ser vinculado ao crescimento de árvores fixadoras de nitrogênio, de árvores e arbustos com raízes extensas que aumentam a disponibilidade de nutrientes por meio, respectivamente, da fixação biológica e da reciclagem de nutrientes das camadas profundas até a superfície do solo, bem como devido a acumulação de matéria orgânica no solo através da adição de serapilheira (Rao et al., 1998).

Os sistemas agroflorestais são classificados de diferentes maneiras, variando de acordo com sua estrutura espacial, desenho no tempo, importância relativa e a função dos diferentes componentes, objetivos da produção e características socioeconômicas predominantes. Por exemplo, quanto à sua composição, esses sistemas podem ser classificados como sistemas agrissilviculturais (árvores e culturas); silvipastoris (árvores e animais); agrissilvipastoris (árvores, culturas e animais).

A classificação dos SAF adotada pelo ICRAF e Centro Agronômico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) (OTS/CATIE, 1986) e pela Rede Brasileira Agroflorestal (REBRAF), se baseia no tipo de componentes incluídos e na associação entre eles. Os sistemas são classificados em sequenciais, simultâneos ou complementares.

Nos SAF sequenciais os cultivos agrícolas anuais e as plantações de árvores se sucedem no tempo. Nesta categoria se incluem os sistemas de agricultura migratória com intervenção e manejo de capoeiras; sistemas silvagrícolas rotativos (capoeiras melhoradas com espécies arbóreas de rápido crescimento); sistema taungya (cultivos anuais consorciados apenas temporariamente com árvores, durante os primeiros anos de implantação). Já nos SAF simultâneos há integração espaço - temporal de cultivos anuais e perenes com árvores madeiráveis ou de uso múltiplo e/ou pecuária, incluem as associações de árvores com cultivos anuais ou perenes; hortos caseiros mistos e sistemas agrissilvipastoris (OTS/CATIE, 1986).

Os SAF complementares podem ser desenhados sob a forma de cercas vivas e cortinas quebra-vento; fileiras de árvores para delimitar uma unidade de produção ou gleba ou servir de proteção para outros componentes e outros sistemas. Nos sistemas simultâneos, os componentes agropecuários e florestais sempre se encontram presentes em uma mesma unidade do terreno. O mais comum é o sistema de cultivo em aléias, que associa renques de árvores a faixas com culturas anuais ou perenes (OTS/CATIE, 1986).

No Brasil, os SAF são conhecidos e usados secularmente na Amazônia e na região cacauera do Sul da Bahia. Embora desenvolvidos empiricamente, dois outros sistemas são tradicionalmente conhecidos, a agricultura de corte e queima que se intercala com um período de pousio, e os pomares caseiros com arranjos variados (Yared, 2004).

Em um levantamento realizado por Vasconcelos et al. (2004), foram relatados a existência de 133 trabalhos publicados sobre a região Amazônica, dos quais aproximadamente 70% corresponderam aos sistemas silvagrícolas.

Entre os assuntos abordados, os trabalhos sobre manejo de SAF e solos, biomassa e nutrientes são os mais frequentes.

Nos temas solo-biomassa-nutrientes muitos trabalhos referem-se à produção de biomassa (Corrêa et al., 2004), exportação de nutrientes, (Correia & Oliveira, 2000), caracterização e avaliação de plantas invasoras (Mota & Vieira, 2000). Também são contemplados trabalhos na linha sócio econômica (Sá et al., 2004), serviços ambientais (Russo & Pádua, 2001), revisão de literatura e ensino e capacitação agroflorestal (Dubois, 1989; Baggio, 1999; Miranda et al., 2004), e modelos estatísticos (Carvalho et al., 2001).

Entre as espécies frutíferas mais frequentes nos trabalhos com SAF estão o cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*), seguido da pupunheira (*Bactris gassipaes*) com aproveitamento dos frutos e palmito, bananeira (*Musa* sp.), açaizeiro (*Euterpe oleraceae*), cacaueteiro (*Theobroma cacao*) e capoeirão (*Colubrina glandulosa*), genipapo (*Genipa americana*), acerola (*Malpighia glabra*), castanha do pará (*Bertholletia excelsa*) e araçá-boi (*Eugenia stipitata*). Entre as anuais, mandioca, arroz, milho e caupi. As espécies florestais mais citadas são a seringueira (*Hevea brasiliensis*), teca (*Tectona grandis*), mogno (*Swietenia macrophylla*), eucalipto (*Eucalyptus* sp.), ingá (*Inga edulis*), *Eugenia stipitata*, *Gliricidia sepium*, *Vismia cayennensis*, *Acacia mangium*, *Sclerolobium paniculatum*, *Inga edulis*, *Acacia angustissima* (ligeirinha), *Jacaranda copaia*, *Albizia guachapelle*, *Bagassa guianensis*, *Senna reticulata* e *Acacia auriculiformis*.

A pesquisa em SAF na Região Nordeste é incipiente. Siqueira et al. (2006), publicaram um artigo, no qual revelam que nas regiões mais úmidas do Nordeste havia tradicionalmente sistemas complexos de consórcios de culturas envolvendo frutíferas, hortaliças e pequenos animais, mas nunca se caracterizaram como SAF, a exceção dos SAF envolvendo a cultura do cacau (*Theobroma cacao*) no sul da Bahia.

Alvim e Nair (1986) e May et al. (1985), descreveram alguns cultivos envolvendo caju (*Anacardium occidentale*), coco (*Cocos nucifera*), babaçu (*Orbignya martiniana*), carnaúba (*Copernicia prunifera*) e dendê (*Elaeis guianensis*). Outras experiências agroflorestais no Nordeste são relatadas por Peneireiro (2004 a b), Siqueira e Trindade Neto (2004), Bolfe et al. (2005, a b); Dias & Soares (2006); Zaia (2006); Moreira et al. (2006) e Vaz (2006) cujos trabalhos enfocam o manejo de SAF já estabelecidos, e outros trabalhos envolvendo desenvolvimento participativo e associativismo (Siqueira et al., 2006; Blanes et al., 2006).

Na Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), em Ilhéus, BA, Sacramento (2001) pesquisou o uso de especiarias em SAF, utilizando as espécies pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.), cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum* L.), canela (*Cinnamomum zeylanicum*), noz moscada (*Myristica fragrans* L.), cardamomo (*Elletaria cardamomum* L.), pimenta-da-jamaica (*Pimenta dióica*), pimenta-hortícola (*Capsicum sp.*) e baunilha (*Vanilla fragrans*).

Atualmente, destaca-se a condução de áreas com SAF sucessionais em uma unidade de produção, localizada em Piraí do Norte, sul da Bahia, pertencente a Ernest Gotsch, agrônomo e produtor rural, que há cerca de 20 anos vem investindo em SAF na região. Segundo Siqueira et al. (2006), a fazenda encontra-se no bioma Mata Atlântica e serve para estudos agroflorestais que resultam trabalhos acadêmicos, monografias, dissertações e teses.

Na região Centro Oeste, a pesquisa em SAF concentra-se em sistemas silvipastoris (Miller & Pedroso, 2006), recuperação de áreas degradadas e de matas ciliares (Souza & Araújo, 2000) e de capacitação agroflorestal (Bezerra et al., 2004). Segundo Daniel (2003), em um diagnóstico realizado sobre a situação do desenvolvimento de SAF no Mato Grosso do Sul, os resultados obtidos demonstraram que esta área de investigação é pouco prestigiada na região, e que não há linha de pesquisa específica, além da pouca articulação de instituições públicas e privadas.

As instituições de ensino que ministram a disciplina SAF são a Universidade Federal de Mato Grosso do Sul no Curso de Mestrado em Agronomia, a Universidade Federal de Mato Grosso, no Curso de Engenharia Florestal, o qual possui em sua grade curricular a disciplina optativa Agro-silvicultura, e a Escola Agrotécnica Federal de Cáceres (MT), onde são desenvolvidos experimentos com SAF (Daniel, 2003). Alguns trabalhos em assentamentos e comunidades indígenas também são descritos como parte de ações governamentais, no entorno de Unidades de Conservação e Terras Indígenas (Bezerra et al., 2004).

Segundo Daniel (2003) e Nicodemo et al. (2004), no que tange aos SAF, aqueles que incluem componentes animais (Sistemas Agrissilvipastoris e Silvipastoris) apresentam maior potencial de aplicação em Mato Grosso do Sul. Daniel (2003), também sugere sistemas que incluam tanto espécies florestais nativas quanto exóticas (eucalipto, pinheiros, grevíleas, cássias e outros) no componente lenhoso, associadas às culturas tradicionais como soja, milho, arroz, mandioca, abacaxi, plantas medicinais, etc. As conclusões do diagnóstico realizado por Daniel (2003) indicam que são raras as pesquisas concluídas ou em desenvolvimento em SAF na região e que, a rigor, não há informações a respeito de SAF suficientes para sustentar a adoção dos sistemas por parte dos agricultores e que há falta de um planejamento de atividades de pesquisa relacionadas ao tema.

O uso de árvores em divisas, é talvez o tipo de sistema Silvipastoril mais encontrado na Região Centro-Oeste e especialmente em Mato Grosso do Sul. O plantio de grevilea (*Grevillea robusta*) também relatado por Silva et al. (1998), sansão-do-campo (sabiá),

guajuvira (*Patagonula americana*), tucum e a macaúba (*Acrocomia aculeata*), ou exóticas como a gliricídia (Daniel, 2003).

Pott & Pott (2000) sugerem uma lista de plantas nativas potenciais para SAF em Mato Grosso do Sul, formada de 116 espécies lenhosas nativas, principalmente frutíferas para consumo humano e para a fauna, além de fins madeireiros, forrageiros, medicinais, matéria prima para artesanato, apícolas, mata ciliar e eventuais utilidades específicas como produção de fibra, tanino, óleo comestível, aromática e ornamental. Os autores destacam como mais importantes, por suas múltiplas utilidades: bocaiúva (*Acrocomia aculeata*), buriti (*Mauritia flexuosa*), chico-magro (*Guazuma ulmifolia*), cumbaru (*Dipteryx alata*), embaúba (*Cecropia pachystachya*), ingá (*Inga vera*), jatobás (*Hymenaea courbaril* e *H. stigonocarpa*), pequi (*Caryocar brasiliense*), periquiteira (*Trema micrantha*) e tarumã (*Vitex cymosa*). São também recomendados o cumbarú ou barú (*Dipteryx alata*), além do buriti (*Mauritia flexuosa*), piaçava e gueroba (Ribeiro et al., 2001).

Por outro lado, a literatura indica várias espécies de potencial econômico da própria fisionomia do cerrado, os exemplos destacados são: a sucupira preta (*Bowdichia virgilioides*), a faveira (*Dimorphandra mollis*), o pacari (*Lafoensia pacari*), o pequi (*Caryocar brasiliense*), a mama cadela (*Brosimum gaudichaudii*), a pimenta de macaco (*Xylopia aromatica*), o gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium*), a mangaba (*Hancornia speciosa*) e o murici (*Byrsonima verbascifolia*) (Ratter et al., 1997).

Por outro lado, no estado de Mato Grosso, Passos et al. (2000) relatam grande número de trabalhos com SAF. Trabalhos desenvolvidos por Jurandir Melado na Fazenda Ecológica Santa Fé do Moquéim, em Nossa Senhora do Livramento, MT, que preconiza o melhoramento de pastagens no interior da vegetação de cerrado são citados por Daniel et al. (1999).

Na região sudeste os trabalhos com SAF são realizadas com enfoques diversos. Segundo Garcia et al. (2001), as pesquisas com sistemas silvipastoris estão concentradas no Estado de Minas Gerais, em áreas de reflorestamento com *Eucalyptus* sp., com a utilização de leguminosas forrageiras como o *Calopogonium mucunoides* consorciadas com gramíneas, especialmente *Panicum maximum*, *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria brizantha*. Estes autores observaram que áreas de topografia acidentada da Zona da Mata de Minas Gerais, a consorciação do eucalipto com *B. decumbens* tem proporcionado maior produção de madeira em relação à monocultura de eucalipto.

Uma experiência realizada no município de Unaí, em Minas Gerais, consistiu de uma modificação do sistema de reflorestamento da fazenda, que passou um sistema agroflorestal em que o eucalipto (*Eucalyptus urophylla*) foi consorciado com grãos (CENTRO, 1992). Na área experimental pertencente a CAF Florestal Ltda, no município de Dionísio, no Estado de Minas Gerais, estudo sobre o plantio de leguminosas com eucalipto como alternativa para a manutenção da produtividade florestal (Netto et al., 1992). No município de Peçanha, no Vale do Rio Doce, no Estado de Minas Gerais, estudou-se o sistema agroflorestal com *Eucalyptus grandis* (Passos et al., 1992). Tsukamoto Filho (2003) desenvolveu uma tese sobre fixação de carbono em SAF com eucalipto, na região do cerrado de Minas Gerais. Na Universidade Federal de Viçosa, algumas teses foram defendidas (Dubè, 1999; Daniel, 2000; Tsukamoto Filho, 2003), cujo enfoque abrangeu os SAF.

As espécies arbóreas leucena (*Leucaena leucocephala*) e gliricídia (*Gliricidia sepium*) são citadas na literatura, compondo SAF (Garcia et al., 2001).

Além dos sistemas silvipastoris, os SAF envolvendo a cultura do café também são uma constante no Estado de Minas Gerais. Arato et al. (2000), pesquisaram a utilização de sistema agroflorestal com café visando à recuperação de uma área degradada no município de Viçosa, Zona da Mata de Minas Gerais.

Geralmente estes trabalhos enfocam inventário florestal, riqueza de espécies arbustivo-arbóreas, restauração de áreas degradadas, controle biológico de pragas e doenças do cafeeiro e consórcios com outras espécies agrônômicas, como a bananeira.

No estado de São Paulo, Sampaio et al. (2001) estudaram a produção, partição e biomassa do açaizeiro na fase juvenil em função da intensidade de irradiância disponível em diferentes sistemas agroflorestais, utilizando fileiras de Leucena (*Leucaena leucocephala*), cacauzeiro (*Theobroma cacao*) e guarantã (*Esenbeckia leiocarpa*) e seringueiras (*Hevea brasiliensis*).

A Certificação Agroflorestal foi alvo de uma palestra proferida por Pinto (2000) e Jovchelevich (2000), que mostrou a atuação do Instituto Biodinâmico (IBD), na certificação de sistemas de produção agroflorestais, principalmente a cultura do café. Segundo Jovchelevich (2000), em São Paulo, Espírito Santo, Pernambuco, Bahia, Rondonia e Minas Gerais existem exemplos de café agroflorestal em diferentes intensidades de manejo. Há fazendas que estão trabalhando apenas com espécies de leguminosas exóticas, as quais são plantadas na linha do café e podadas anualmente após a colheita. Outros produtores trabalham com regeneração natural e plantio de espécies nativas. Outra parte do manejo é o uso de espécies arbóreas para semi sombreamento do café.

Leão & Engel (2000) realizam pesquisas na Unesp de Botucatu sobre balanço de carbono em SAF.

No Estado do Rio de Janeiro, destacam-se a Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), através do grupo liderado pelo pesquisador Antonio Carlos da Gama-Rodrigues, cujos enfoques são ciclagem de nutrientes (Gama-Rodrigues, 2004), a Embrapa Agrobiologia e Solos e a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, cujos enfoques são de monitoramento de módulos agroflorestais (Reis et al., 2002; Paula et al., 2005; Silva et al., 2006; Nóbrega et al., 2006; Campello et al., 2006; Paula et al., 2006), uso de leguminosas arbóreas consorciadas ou em aléias, visando recuperação de áreas degradadas (Dias et al., 2002; Campello et al., 2005), manejo agroflorestal em áreas de reserva legal de Mata Atlântica e sistemas silvipastoris, recomposição florestal e seqüestro de carbono (May et al., 2005; Oliveira et al., 2005; Oliveira Neto et al., 2006).

As espécies florestais mais citadas em trabalhos desenvolvidos no Estado do Rio de Janeiro são: Angustíssima (*Acacia angustissima*), Cedro (*Cedrela* sp.), Acácia (*Acacia mangium*), Copaíba (*Copaifera langsdorffii*), Acácia (*Acacia holosericia*), Guapuruvu (*Schizolobium parahyba*), Albízia (*Albizia lebbek*) Ipê (Tabebuia sp.), Angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa*), Jacarandá (*Dalbergia nigra*), Bracatinga (*Mimosa flocculosa*), Jatobá (*Hymenaea courbaril*), Cinamomo (*Melia azedarach*), Gliricídia (*Gliricídia sepium*), Ingá (*Inga uruguensis*), Sombreiro (*Clitoria fairchildiana*), Ingá (*Inga edulis*), Urucum (*Bixa orellana*) e Orelha de negro (*Enterolobium contortisiliquum*). E frutíferas: Abacaxi (*Ananas comosus*), Açaí (*Euterpe oleracea*), Banana (*Musa* sp.), Cana-de-açúcar (*Sacharum officinarum*), Biribá (*Duguetia marcgraviana*), Mamão (*Carica papaya*), Café (*Coffea arábica*), Maracujá (*Passiflora* sp.), Cajá manga (*Spondias* sp.), Cajá-mirim (*Spondias mombin*), Camu-camu (*Mirciaria dúbia*), Fruta-do-conde (*Anona squamosa*), Graviola (*Annona muricata*), Jaca (*Artocarpus eterofolia*), Palmito juçara (*Euterpe edulis*), e Pupunha (*Bactris gassipae*).

Vieira et al. (2001) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) avaliaram o desempenho econômico de um sistema agroflorestal na região de Florianópolis – SC, cujas espécies arbóreas utilizadas foram: Tucaneira (*Cytharexillium milliantum*), Corticeira (*Eritrina falcata*), Olandi (*Calophyllum brasiliensis*), Inga (*Inga uruguensis* e *Inga sesselis*) e Licurana (*Hyeronima alchorneoides*). Entre as linhas de árvores foram plantadas culturas agrícolas de feijão preto (*Phaseolus vulgaris*), e milho verde (*Zea mays*), em sistema de plantio direto, usando como cobertura de solo a aveia preta (*Avena sativa*).

Vivan (2002), da Emater-RS, abordou em palestra a extensão rural em Sistemas Agroflorestais e afirmou: “de todas as intervenções humanas nos sistemas naturais, os Sistemas Agroflorestais são um exemplo de grande demanda de contextualização e necessidade de incorporação do saber local em sua concepção, implantação e manejo. Mesmo a mais simplificada das práticas agroflorestais, como a instalação e manejo de uma cerca-viva em uma pastagem, necessita de um saber ecológico local e de uma rotina de manejo que pode necessitar de modificações sutis, mas decisivas dentro mesmo de uma microregião. Talvez seja por isso a grande dificuldade no desenvolvimento de pesquisas em SAF, a parceria com o saber local”.

Castro et al. (1999) observam que o reconhecimento do valor potencial dos sistemas agroflorestais está em crescimento no Brasil, mas a utilização desses sistemas ainda é muito baixa, e depende da geração de maior volume de informações e da divulgação dos seus benefícios sociais, econômicos e ambientais.

### **2.3. O Aporte de Matéria Orgânica em Sistemas Agroflorestais (SAF) e o Papel da Fauna do Solo na Ciclagem de Nutrientes**

A manutenção da produtividade dos agroecossistemas tropicais depende, em grande parte, do processo de transformação da matéria orgânica e, por conseguinte, o componente biológico ocupa papel preponderante deste processo. Neste contexto a fauna edáfica é o reservatório definido como biomassa microbiana do solo e são responsáveis pela decomposição e mineralização dos resíduos vegetais e pela imobilização temporária de macro e micronutrientes (Gama-Rodrigues, 1999).

A população de organismos edáficos está relacionada à dependência direta dos fatores ambientais e, quando favoráveis essa população aumenta (Silveira Neto et al., 1976). Seguindo esse princípio, as populações da fauna edáfica manifestam, por meio das características das suas comunidades, as condições do ambiente, podendo servir como indicadores de qualidade do solo (Sautter, 1998). Dessa forma, o manejo antrópico do solo modifica as características físico-químicas e a biota edáfica (Decaëns et al., 1994; Curry et al., 1995; Coleman & Hendrix, 2000). Estas modificações geralmente ocorrem nos índices de diversidade e densidade populacionais, características que têm sido utilizadas como indicadores das condições do solo (Coleman & Hendrix, 2000). Um dos grupos da fauna edáfica que tem merecido destaque como indicador biológico é a Ordem Collembola. Isto porque colêmbolos são indivíduos extremamente sensíveis, o que permite que manifestem rapidamente as conseqüências às variações ambientais em suas populações (Coleman & Hendrix, 2000). Esta característica sugere que estes organismos sejam bons indicadores biológicos.

Os ecossistemas de regiões temperadas e tropicais são muito diferentes e um dos aspectos principais é com respeito à ciclagem de nutrientes. Nas regiões temperadas, os solos, de uma maneira geral, são mais férteis e a maior parte dos nutrientes minerais está armazenada no solo, inclusive a matéria orgânica, que se acumula naturalmente por causa das taxas de decomposição mais baixas (Engel, 1999).

Nas regiões tropicais, a maior parte dos nutrientes não está disponível de forma imediata, e encontra-se armazenada na própria biomassa, não há grande acúmulo de matéria orgânica no solo, uma vez que a decomposição desta é muito rápida, os solos, em geral, são pobres, muito lixiviados e tendem a ser ácido. Logo, a destruição da cobertura florestal e da matéria orgânica do solo, por si só, remove a maior parte do estoque de nutrientes dos ecossistemas, levando a uma diminuição de sua fertilidade e capacidade produtiva (Santos & Camargo, 1999; Engel, 1999; Gama-Rodrigues, 2004).

As variações nas concentrações de nutrientes entre a folhagem e a serapilheira serão indicadoras da intensidade de ciclagem biogeoquímica dos nutrientes contidos na serapilheira (Reis & Barros, 1990; Leite et al., 1998; Gama-Rodrigues & Barros, 2002).

A biomassa dos ecossistemas florestais tropicais varia de acordo com as suas condições edafoclimáticas, os processos de transferências dentro dos compartimentos processam-se por meio da água (chuva, escoamento dos troncos, lavagem das folhas e da serapilheira, percolação e escoamento lateral) e através da matéria orgânica (produção de resíduos vegetais, decomposição e liberação de nutrientes) (Fassbender, 1993; Gama-Rodrigues, 1997; Cunha, 2002).

Estes sistemas caracterizam-se por ser um mecanismo eficiente de ciclagem de nutrientes, compondo sistemas de ciclo “fechado” de nutrientes com pequena perda ou ganho relativo destes e altas taxas de ciclagem interna no sistema solo-planta. Ao contrário, muitos sistemas agrícolas representam sistemas abertos, comparativamente, com altas perdas de nutrientes, enquanto a ciclagem de nutrientes em sistemas agroflorestais situar-se-ia entre esses “extremos” (Nair et al., 1999).

Na ciclagem de nutrientes em sistemas agroflorestais, é importante observar o conceito de “sistemas”, posto que um sistema é uma entidade ou um todo, quando um dos componentes se altera pode influir sobre todo o restante. Cada tipo de sistema agroflorestal deve ser avaliado como um sistema único, pois sua adoção dependerá da demanda sócio-econômica em nível local ou regional. A presença de árvores introduz novas interações e uma dinâmica diferente em comparação aos sistemas agrícolas (Engel, 1999).

O melhoramento do solo em SAF está vinculado ao crescimento de árvores fixadoras de nitrogênio, de árvores e arbustos de raízes profundas que aumentam a disponibilidade de nutrientes através da fixação biológica de nitrogênio, ciclagem de nutrientes de camadas profundas até a superfície do solo e acumulação de matéria orgânica no solo (Rao et al., 1998).

Beer et al. (2003) descrevem sobre a pesquisa em SAF na África, onde inicialmente se enfocou as formas de se manter a fertilidade do solo em sistemas de cultivos anuais, ao usar espécies de leguminosas arbóreas, como por exemplo, nos SAF em zonas de savana, em cultivos em aléias.

Entretanto, Carter (1995) considera que, apesar do incremento na produtividade e na fertilidade do solo, a adoção dos sistemas de cultivo em aléias por parte dos agricultores é incipiente devido à alta necessidade de mão de obra, a falta de mercado, o uso familiar dos produtos provenientes dos cultivos e o longo tempo requerido para o retorno financeiro.

Em áreas onde se derruba e queima a vegetação, em curtos espaços de tempo, a árvores podem evitar a perda da fertilidade do solo (Anderson & Sinclair, 1993). A disponibilidade de N, determinada pelo conteúdo de N inorgânico do solo, a mineralização aeróbica de N entre 0-20 cm de profundidade e o N fixado na biomassa, podem ser significativamente mais altos depois de uma rotação de árvores fixadoras de N<sub>2</sub>, devido a maior acumulação de material orgânico, armazenamento de nutrientes na biomassa, maior densidade e distribuição vertical das raízes, que ajudam a manter as reservas de nutrientes ao reduzir a lixiviação e/ou “bombear” os nutrientes das camadas mais profundas até a superfície do solo (Beer et al., 2003). Szott & Palm (1994) citados por Beer et al. (2003), afirmam que as árvores de crescimento rápido podem acelerar a restauração das reservas de P, K, Ca e Mg na camada superior do solo, onde podem ser aproveitados pelos cultivos agrícolas.

As árvores sombreando os cultivos perenes, por exemplo, café e cacau, aportam folhas e resíduos de podas que cobrem o solo, reduzem o impacto da chuva, a velocidade de escoamento e erosão, melhoram a estrutura, o conteúdo de N e a retenção de nutrientes no solo (Beer et al., 2003).

Em função da importância da Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) na ciclagem de nutrientes, especialmente o nitrogênio, foram desenvolvidas diferentes metodologias para quantificar tal processo (Peoples et al., 1989). Incluem-se aí aferições da diferença de N acumulado entre planta fixadora e não fixadora (Urquiaga & Boddey, 1987), redução de acetileno (Hardy et al., 1968), abundância relativa de ureídios na seiva das plantas (Alves, 1996) assim como técnicas isotópicas envolvendo N<sub>2</sub> marcado (Ruschel et al., 1975), diluição isotópica, (Boddey et al., 1994) e abundância natural de <sup>15</sup>N (Shearer & Kohl, 1986).

Técnicas baseadas no <sup>15</sup>N possibilitam uma melhor compreensão da dinâmica do N no sistema solo-planta-atmosfera. Na natureza, todos os elementos químicos possuem isótopos. O nitrogênio possui somente dois isótopos estáveis de ocorrência natural, um de peso atômico 14 e outro 15. Na atmosfera, 96,337% e 0,3663% dos átomos são de <sup>14</sup>N e <sup>15</sup>N, respectivamente. Uma planta fixadora de N<sub>2</sub> tem duas fontes principais de N, sendo o N disponível no solo e o N do ar via FBN (Peoples et al., 1989).

Shearer & Kohl (1986) destacam como vantagem do método de abundância natural, o fato de não haver necessidade da adição de nitrogênio marcado, evitando os problemas de inibição da fixação biológica de nitrogênio e de estabilidade da marcação ao longo do tempo.

#### **2.4. A Produção de Banana (*Musa sp.*) em Sistemas Agroflorestais (SAF)**

A partir do contato com a tradição asiática de SAF, os portugueses já haviam instalado no século XVII os sistemas multiestratificados, incluindo a bananeira e várias espécies do trópico e subtropical (Landauer, 1990; Anderson, 1993).

A bananeira se caracteriza por ser uma cultura amplamente utilizada em arranjos agroflorestais. Numa pesquisa realizada no estado do Pará, Ribeiro et al. (2004) relataram que a cultura da bananeira está presente em 66% das unidades de produção agroflorestais.

Segundo Vivan (2002), a sombra produzida pelos estratos dominantes atua como um importante redutor dos danos ocasionados pelo fungo *Mycosphaerella musicola*, causador da Sigatoka Amarela. As podas regulam o nível de sombra e o material resultante, juntamente com adubações orgânicas e o manejo da cobertura herbácea, fertilizam o sistema. Avaliações preliminares apontam para a eficiência desses SAF em melhorar os níveis de cobertura do solo, reduzir impactos de doenças fúngicas e criar alternativas de renda, mantendo produtividades niveladas com os padrões regionais (Vivan, 2000).

Os Sistemas Agroflorestais envolvendo bananeiras, quando manejados de forma adequada, podem se configurar como alternativas eficientes de uso da terra, devido a capacidade de otimizar os efeitos benéficos das interações que ocorrem entre os componentes arbóreos e a banana, aproveitando ao máximo o rendimento da área, diminuindo o uso de agroquímicos, reduzindo a contaminação dos recursos d'água e solos, e a perda da biodiversidade (Nair, 1989).

##### **2.4.1. Aspectos gerais do mercado de banana**

De acordo com dados da FAO (Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação), a Índia é o maior produtor mundial de banana, enquanto o Brasil ocupa o 2º lugar, com cerca de 9% do que é produzido mundialmente. A bananicultura ocorre em todos os estados brasileiros e é prática comum entre os agricultores familiares (FAO, 2007).

O brasileiro consome 7 kg de banana/ano, segundo os dados da última 'Pesquisa de Orçamento Familiar' (POF) 2002/2003, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2003). Também segundo a FAO, entre os anos de 1992 e 2002, a produção de banana brasileira, em milhões de toneladas, sofreu pouca variação. O Brasil, nos últimos dez anos manteve uma produção média de 5,7 milhões de toneladas ao ano, havendo um decréscimo na produção entre 1996 e 2000. Avaliando os dados do IBGE (2001), entre os anos de 1940 e

2001, a produção brasileira de banana sofreu um aumento espetacular na década passada, principalmente entre os anos de 1998 e 2001.

Quanto à produtividade, no Brasil foi de 12,5 Mg. ha<sup>-1</sup>, enquanto a Costa Rica teve uma produtividade de 46,6 Mg. ha<sup>-1</sup> e o Equador de 32,7 Mg. ha<sup>-1</sup> (FAO, 2004).

No Brasil, as três regiões de destaque no cultivo de bananas são o Nordeste, Sudeste e Norte (IBGE, 2002). O Estado que concentrou a maior produção de banana foi São Paulo, com 18% da produção nacional, com produção destinada aos principais centros consumidores brasileiros, com destaque, a capital paulista.

A Região Nordeste é a principal região geográfica produtora de banana do Brasil, representando 34% da produção nacional. Esta posição se deve ao estado da Bahia, segundo maior estado produtor de banana depois de São Paulo, com 12% da produção total. A produção nordestina está mais focada na produção da variedade “pacovan” e atende principalmente as capitais nordestinas, exceto o sul da Bahia, onde se encontra um pólo forte de produção de prata anã e no Estado do Rio Grande do Norte, onde se encontra um pólo forte de produção de nanica voltada para a exportação, principalmente para o mercado europeu (Furlaneto *et al.*, 2005).

O Rio de Janeiro ocupa o 9º lugar nacional em área colhida de banana (24.295 ha) e o 13º em quantidade produzida (160.916 ton) de acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2004). Entretanto, se considerarmos os dados do Acompanhamento Sistemático da Produção Agrícola – ASPA, referentes a 2005 (Emater-Rio, 2005), verifica-se que houve uma diminuição da área plantada em 14% (20.892,2 ha), porém, ocorreu um acréscimo de 8,1% na quantidade produzida (173.995,7 ton). Destacam-se os municípios de Mangaratiba, Itaguaí, Trajano de Moraes, Paracambi, Seropédica, Macaé, Cachoeiras de Macacu e Rio de Janeiro (Emater-Rio, 2005).

A cultura tem grande importância social, pois além da geração de empregos e ser uma das culturas mais plantadas no país, é uma importante fonte de alimento. Além disso, 99% da fruta produzida é consumida no mercado interno, fazendo parte do hábito alimentar da população. A bananicultura ocupa grande quantidade de mão-de-obra, embora seja explorada, na maioria das vezes, de forma extrativista. Os produtores fluminenses, em grande parte, empregam mão-de-obra familiar e revelam deficiências em relação ao emprego de tecnologia. A falta de assistência é outro problema, que tem acarretado baixa produtividade.

As principais variedades plantadas no Brasil são do grupo Prata e Nanicão. Os principais gargalos, segundo Nascente (2003), são a alta incidência de pragas e doenças (moleque, nematóides, Mal-do-Panamá, Sigatoka Negra e Sigatoka Amarela), baixo nível de tecnologia utilizado na produção e na pós-colheita e falta de capacitação dos agentes da cadeia produtiva.

No Estado do Rio de Janeiro, há grande diversidade de material genético cultivado, embora predomine o plantio das variedades do tipo Prata, devido não só à adaptação climática, mas também à preferência dos consumidores.

A banana é caracterizada por ser um produto perecível, tornando importante que sua comercialização seja rápida, racional e com cuidados para reduzir as perdas e, ainda, para que o produto chegue ao seu destino em boas condições. A qualidade da fruta é essencial não apenas para a exportação, mas também para o mercado interno, pois muitos supermercados já diferenciam os preços de produtos perecíveis, caso das frutas, através da marca e, obviamente, da qualidade (Anuário Estatístico, 1998).

A estrutura de comercialização da banana no Brasil, de acordo com Fagundes & Yamanishi (2001), consiste, quase sempre, na participação direta do produtor e do comprador, sendo que as Centrais de Abastecimento (CEASA's) centralizam a distribuição dos produtos nas capitais dos Estados.

Em termos de origem da banana comercializada no Estado do Rio de Janeiro, 87,27% são provenientes de outros Estados, destacando-se o Estado de Minas Gerais, responsável por mais de 40% do abastecimento do mercado interno do Rio de Janeiro (CEASA-RJ, 2006). O percentual comercializado com procedência do Estado do Rio de Janeiro é de 13%, com um total de 456.000 toneladas de produtos (CEASA-RJ, 2006).

Segundo Fagundes & Yamanishi (2001), a quantidade de banana ofertada no país é grande; no entanto, a qualidade do produto, em determinados locais, ainda é baixa, contribuindo para que o preço, principalmente para o produtor, seja baixo. A baixa qualidade da banana e a adoção de estruturas precárias de produção e comercialização são consideradas entraves à exportação da fruta pelo país.

#### **2.4.2. O cultivo e nutrição da bananeira (*Musa* sp.)**

A bananeira (*Musa* sp.) é uma frutífera pertencente à família *Musaceae*, cultivada em diversos países de clima tropical. Seus frutos apresentam boa aceitação pelos consumidores, sendo altamente energéticos e contendo quantidades consideráveis de vitaminas e minerais (Medina et al., 1995). As cultivares de banana comestíveis originaram-se no continente asiático, existindo relatos sobre sua chegada na Europa por volta do século X D.C, e os portugueses levaram mudas de bananeira da costa oeste africana para a América do Sul no início do século XVI D.C. (Morton, 1987).

Trata-se de uma planta herbácea, com tronco curto e subterrâneo denominado rizoma, onde se inserem raízes adventícias e fibrosas. O pseudocaule é formado pela união das bainhas foliares, apresentando na sua extremidade folhas longas e largas. Sua inflorescência possui conjunto de flores que quando reunidas formam uma penca, com um número variável de frutos. Durante seu desenvolvimento ocorre a formação de rebentos (perfilhos) na base da planta, permitindo a renovação do bananal (Dantas et al., 1997).

A diversidade genética encontrada no gênero *Musa* permitiu a formação de vários cultivares de bananeira, cuja seleção favorece a expressão de características como aumento da produtividade e resistência a pragas e doenças (Alves, 1990). A bananeira é classificada em grupos genômicos (combinações variadas de genomas das espécies *Musa acuminata* e *Musa balbisiana*) e subgrupos (complexo de cultivares oriundos de um único clone, através de mutação (Alves et al., 1995). De acordo com esses autores, as cultivares mais usadas no Brasil pertencem aos grupos genômicos AAA (subgrupo Cavendish) e AAB (subgrupos Prata e Terra).

A bananeira é propagada vegetativamente, por meio de mudas desenvolvidas a partir de gemas do rizoma. A escolha de mudas de boa qualidade constitui um fator fundamental para o sucesso da implantação do bananal (Souza et al., 1997). Mais recentemente, as técnicas de cultura de tecidos têm favorecido a obtenção de material livre de vírus e outros patógenos transmissíveis pelos métodos de propagação convencionais (Marciani-Bendezú et al., 1988).

A cultivar Prata Ken, lançada no Nordeste com o nome de Pacovan Ken é um tetraplóide AAAB, obtida pelo cruzamento entre o diplóide M53 (AA) com a cultivar Pacovan (AAB), pertencente ao subgrupo prata. A cultivar foi obtida na Embrapa Mandioca e Fruticultura, avaliada e selecionada como resistente a Sigatoka-amarela e ao Mal-do-panamá. Na Embrapa Amazônia Ocidental, foi avaliada e selecionada para resistência a Sigatoka-negra (Gasparotto et al., 2001). É uma cultivar que produz frutos cujo formato e sabor assemelham-se em muito com frutos das cultivares do subgrupo prata (Gasparotto et al., 2001).

A bananeira é uma planta de crescimento rápido e que necessita para seu desenvolvimento e produção que o solo apresente altos teores de nutrientes disponíveis. Esses podem ser fornecidos, em parte, pelo solo e pela própria ciclagem no sistema solo-planta (Soto, 1992).

Em cultivos de alto rendimento ( $70 \text{ Mg. ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ) e para as condições da América Central, López & Espinosa (1995) estimaram que a quantidade de nutrientes exportada com os frutos seria superior a  $400 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  de K, 125 de N e 15 de P. Esses autores destacaram que a manutenção de rendimentos elevados ao longo do tempo depende da reposição dos nutrientes exportados.

A absorção e exportação de nutrientes pela cultura (frutos+engajo) foram objetos de estimativa em vários trabalhos, entretanto, há grande variação entre os valores determinados pelos diversos autores. Fatores como variedade, manejo da cultura, condições edafoclimáticas e métodos de amostragem empregados em cada trabalho têm muito efeito sobre os resultados obtidos. Na literatura, há unanimidade em relação à importância da nutrição nitrogenada e potássica para a bananeira. O N tem papel fundamental no crescimento e desenvolvimento da cultura, determinando em grande parte o porte da planta e o rendimento de frutos. O suprimento de N normalmente não atende as necessidades nutricionais das bananeiras, mesmo nos solos férteis cultivados com bananeira na América Central; em quantidade acumulada na biomassa, o N só é superado pelo K, que é considerado o elemento-chave da nutrição das bananeiras, interferindo diretamente na fotossíntese, translocação de fotossintetizados, no equilíbrio hídrico da planta e frutos, entre outras funções. A deficiência de K afeta a qualidade e quantidade de frutos, bem como a resistência das plantas a estresses bióticos (pragas e doenças) e abióticos (frio e seca) (López & Espinosa, 1995).

A preocupação com a sustentabilidade dos cultivos de bananeira, pelo menos em relação à fertilidade do solo, é antiga. A grande acumulação de K na biomassa das plantas e a exportação desse nutriente pelos frutos implicam que, mesmo em solos com boas reservas de K, sejam necessárias adubações potássicas em doses elevadas, sem as quais o rendimento da cultura declinará rapidamente (Uexküll, 1985).

Trabalhos pioneiros de pesquisa em adubação de bananeira para as condições de cultivo de São Paulo foram realizados por Cunha & Fraga Jr. (1963). Na década de 40, esses autores encontraram extensos bananais no litoral norte paulista que haviam sido abandonados por apresentarem produção muito baixa devido, entre outras causas, ao esgotamento das reservas de nutrientes essenciais do solo. Baseados em um conjunto de experimentos, detectaram respostas mais significativas à aplicação de potássio, seguidas por respostas, em menor magnitude, ao nitrogênio. Gallo et al. (1972) destacaram a importância do manejo cuidadoso da fertilidade do solo como condição para manutenção de rendimentos elevados desta fruteira ao longo do tempo. Ao compararem a adubação comumente aplicada à cultura com as quantidades de nutrientes absorvidos e exportados, estes autores constataram que todo o potássio adicionado seria removido pelos cachos. Já naquela época, os autores acreditavam que a sustentabilidade da produção estaria ameaçada na hipótese de o pseudocaule vir a ser aproveitado pela indústria como matéria prima para a extração de fibras, sem a adequada reposição dos nutrientes.

Saes (1995), em um trabalho com 'Nanicão' no Vale do Ribeira (SP), mesmo aplicando potássio regularmente, detectou diminuição no teor de K de  $2,3 \text{ mmolc dm}^{-3}$  (amostragem inicial) para  $0,8 \text{ mmolc dm}^{-3}$  e  $0,6 \text{ mmolc dm}^{-3}$ , respectivamente. Estes resultados são indicadores de que a perenidade dos cultivos de bananeira pode ser comprometida em consequência do esgotamento acelerado das reservas de nutrientes do solo.

No caso do N, a aplicação de doses acima das exigidas pela planta representa não só desperdício, como também pode causar a produção de cachos menores e com problemas de enchimento dos frutos, apesar da aparência sadia das plantas (Robinson, 1996). A queda de frutos das pencas já amadurecidas "*finger drop*" tem sido associada à nutrição desbalanceada de N. Esse problema de pós-colheita é comum em áreas tropicais, na estação úmida e com baixo suprimento de potássio. O excesso de N pode também retardar a frutificação,

produzindo cachos com pencas muito espaçadas e alta suscetibilidade aos danos decorrentes do manuseio e transporte (Robinson, 1996).

A manutenção de área foliar ativa por mais tempo é uma luta constante para os produtores de banana, sendo que a primeira preocupação é com o controle de doenças foliares. Entretanto, Teixeira et al (2001), observaram que mesmo com controle adequado da Sigatoka-amarela, a senescência das folhas em bananeiras, entre a época da emissão da inflorescência e a colheita dos cachos, é acelerada em condições de desequilíbrio nutricional de N e K além da falta de água. Em contrapartida, a adubação potássica favorece a manutenção de folhas ativas, especialmente sob condições de sequeiro.

O equilíbrio entre os cátions e teores adequados de K e N disponíveis no solo são, segundo Delvaux (1995), as condições químicas mais importantes para o cultivo de bananeiras visando a obtenção de altos rendimentos produtivos.

Embora haja um crescente aumento de trabalhos científicos realizados com diversos arranjos, observou-se que trabalhos científicos relacionados ao cultivo de bananeiras em faixas consorciadas com leguminosas arbóreas, considerando as informações coletadas na literatura, são escassas, especialmente nas condições brasileiras. Desta forma, espera-se que este estudo, além de ser uma fonte de informação científica seja também uma fonte de inspiração para futuros trabalhos com Sistemas Agroflorestais.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Localização e Caracterização Edafoclimática da Área Experimental

O experimento foi implantado em área pertencente à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), no Centro Nacional de Pesquisa de Agrobiologia (CNPAB), localizado no município de Seropédica (coordenadas 22° 45' S e 43° 42' W e altitude de 33m), estado do Rio de Janeiro, Brasil.

O solo no qual o experimento foi implantado é um Argissolo Vermelho Amarelo. Na Tabela 1 encontram-se os resultados de análise química de amostras de solo coletadas nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm de profundidade, realizada em abril de 2004, por ocasião da implantação do experimento.

Nas Figuras 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 encontram-se representadas as médias mensais de temperatura, precipitações pluviométricas, umidade relativa e evaporação total ocorridas entre os anos de 2004 a 2007, no município de Seropédica, RJ, sendo os dados coletados na Estação Experimental da Pesagro em Seropédica, RJ.

**Tabela 1.** Análise da fertilidade do solo da área experimental, realizada em abril de 2004.

Bloco/profundidade	pH	Al <sup>+3</sup>	Ca <sup>+2</sup> +Mg <sup>+2</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	P disponível	K <sup>+</sup>
		cmol/dm <sup>3</sup>			Mg/dm <sup>3</sup>		
I - 0-20	5,3	0,0	3,0	2,2	0,8	4	61
I - 20-40	5,1	0,2	2,6	1,5	1,1	3	23
II - 0-20	5,1	0,2	3,8	2,5	1,3	8	61
II -20-40	4,9	0,3	2,8	1,7	1,1	3	20
III - 0-20	5,2	0,1	3,8	2,6	1,2	6	56
III -20-40	5,0	0,3	2,8	1,8	1,0	3	28
IV - 0-20	5,1	0,2	3,4	2,4	1,0	3	46
IV -20-40	4,8	0,3	2,5	1,8	0,7	3	45

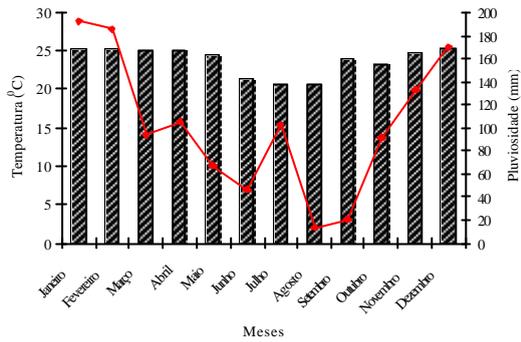


Fig. 1. Temperatura e Precipitação Pluviométrica ano de 2004.

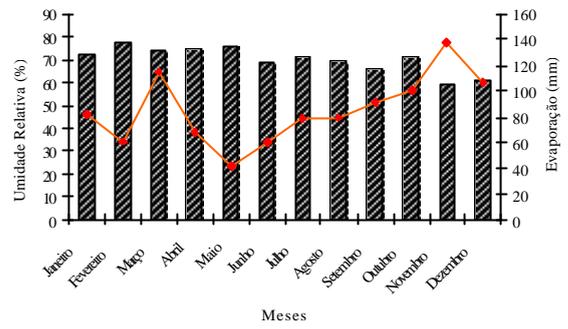


Fig. 2. Umidade relativa e Evaporação Total no ano de 2004.

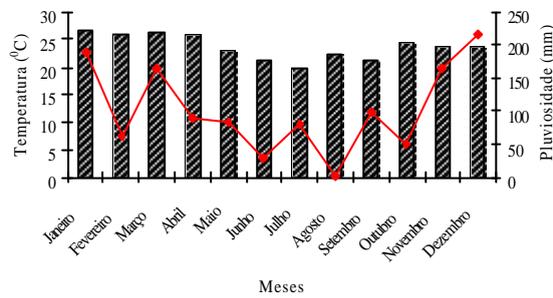


Fig. 3. Temperatura e Precipitação Pluviométrica ano de 2005.

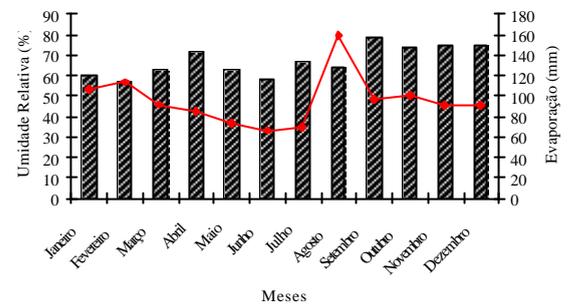


Fig. 4. Umidade relativa e Evaporação Total no ano de 2005.

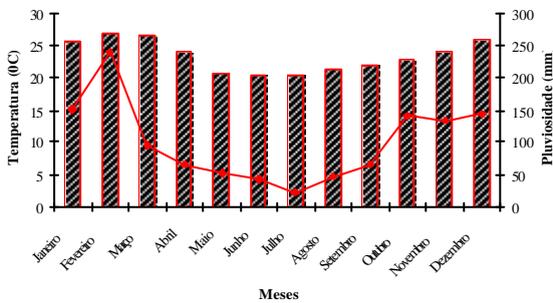


Fig. 5. Temperatura e Precipitação Pluviométrica ano de 2006.

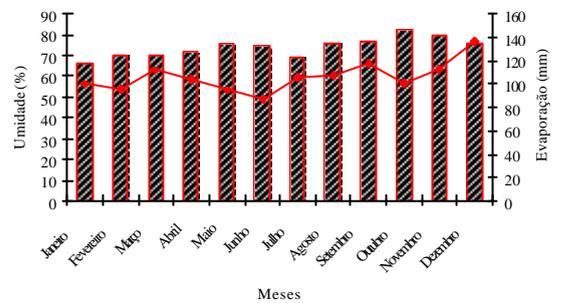


Fig. 6. Umidade relativa e Evaporação Total no ano de 2006.

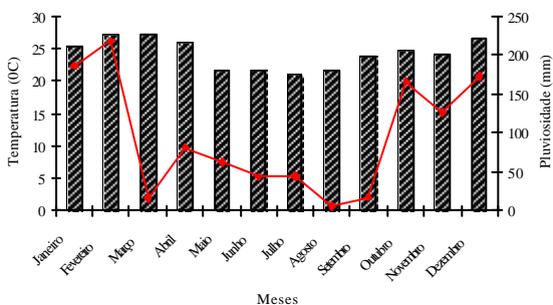


Fig. 7. Temperatura e Precipitação Pluviométrica ano de 2007.

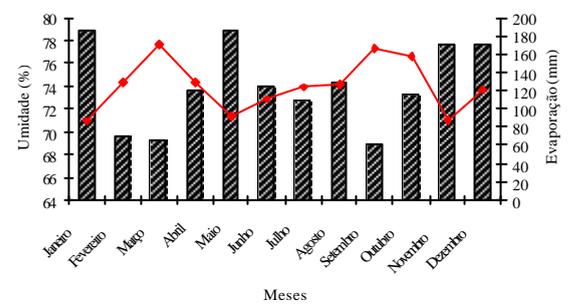


Fig. 8. Umidade relativa e Evaporação Total no ano de 2007.

▨ Temperatura → Precipitação Pluviométrica

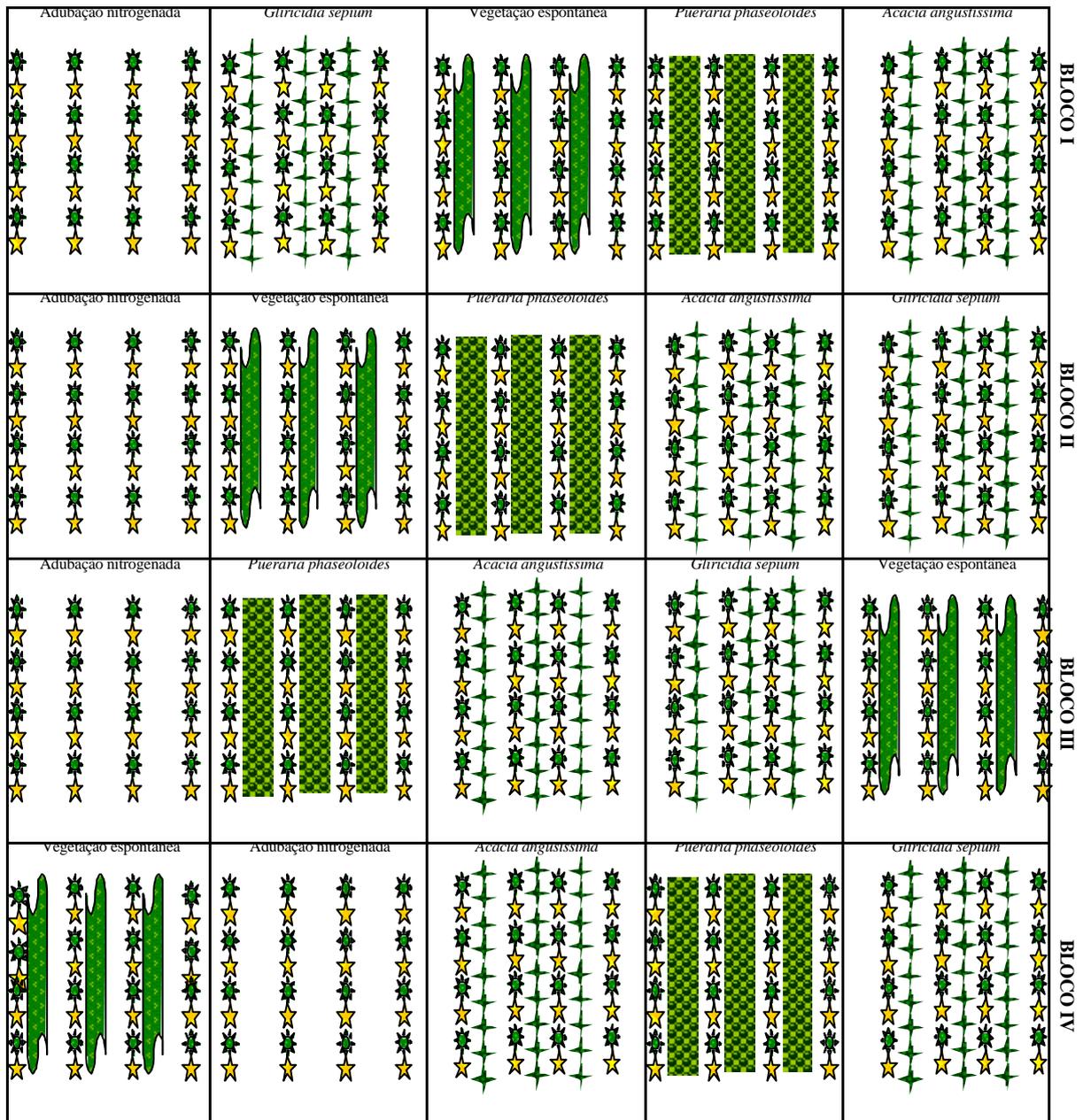
▨ Umidade → Evaporação

### 3.2. Delineamento Experimental

A implantação do SAF ocorreu em abril do ano de 2004. Antes do plantio das espécies foram realizadas uma aração e a marcação de 20 parcelas com dimensões de 9 x 9m cada, totalizando 1620 m<sup>2</sup> de área experimental. O delineamento experimental adotado foi de blocos casualizados com 5 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos constituíram-se de aléias de leguminosas dispostas nas entrelinhas de bananeiras (*Musa sp.*) e de açazeiros (*Euterpe oleraceae*) e foram: Acácia angustíssima (*Acacia angustissima*); Gliricidia (*Gliricidia sepium*); Kudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*); além de um tratamento que constou de vegetação espontânea com adubação nitrogenada das bananeiras e vegetação espontânea. A vegetação espontânea é formada pelo capim colônia (*Panicum maximum*), representados na figura 9.

As mudas das bananeiras foram transplantadas em outubro de 2005, no espaçamento de 3 x 3m, correspondendo a 16 plantas de bananeira por parcela, num total de 400 plantas na área experimental. Para aferição das análises foram utilizadas na área útil, quatro plantas de bananeira por parcela. Em novembro de 2006 foi plantada a espécie florestal Mogno africano (*Kaya senegalensis*), no centro das aléias de leguminosas, correspondendo a um indivíduo por parcela (Figura 10).

No plantio do açaí e das leguminosas foi feita uma adubação com 100g de fosfato de rocha (30 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e 10 g de FTE-BR12 na cova de cada cultura. No plantio das bananeiras foi realizada adubação com 5 kg de esterco bovino por cova (120 kg N total/ha), sendo esta adubação repetida três meses após o plantio, mantendo-se a mesma dose e tendo sido realizada em cobertura. Em agosto de 2006, foi realizada a adubação de cobertura com 300g de termofosfato (130 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e 50 g de sulfato de potássio (60 kg/ha K<sub>2</sub>O) em todos os tratamentos, e de 45 g de uréia (50 kg/ha N) apenas nas parcelas referentes ao tratamento com N sintético, baseando-se na análise do solo e na recomendação de adubação para a cultura da bananeira no estado do Rio de Janeiro (Almeida et al., 1988).



Legenda:

- ★ Bananeira – *Musa* sp.
- ✱ Açaí - *Euterpe oleraceae*
- ✦ Leguminosas arbóreas - *Gliricidia sepium* ou *Acacia angustissima*
- ▣ Leguminosa herbácea – *Pueraria phaseoloides*
- Vegetação espontânea

**Figura 9.** Representação esquemática do SAF implantado no Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia.



em sacolas confeccionadas com tela plástica (“litterbags”) com abertura de malha de 4 mm, permitindo assim a passagem de microrganismos e alguns invertebrados.

As sacolas foram dispostas na superfície do solo e as taxas de decomposição e liberação de nutrientes foram monitoradas através de coletas realizadas aos 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 60 e 75 dias após a instalação no campo. Em cada data de coleta a quantidade remanescente das sacolas foi levada ao laboratório e retiradas as partículas de solo. Após esta etapa, foram acondicionados em sacos de papel, e levados à estufa de ventilação forçada de ar, a 65°C, até o material alcançar massa constante para determinação de massa seca.

O material seco foi processado em moinho do tipo Willey (abertura de peneira de 20 mesh). Foi então realizada a análise de N de acordo com o método preconizado por Bremner & Mulvaney (1982). P e K foram determinados a partir da digestão nítrico-perclórica (Bataglia et al., 1983). A determinação do P foi feita por colorimetria através da formação da cor azul do complexo fosfato - molibdato em presença de ácido ascórbico, e do K por espectrofotometria de absorção atômica (Embrapa, 1997). As determinações de Ca e Mg foram feitas por espectrofotometria de absorção atômica (Bataglia et al., 1983).

A decomposição dos resíduos e liberação de nutrientes seguiu o modelo exponencial simples utilizado por Rezende et al. (1999):

$$X = X_0 e^{-kt}$$

Onde X é a quantidade de matéria seca ou nutriente remanescente após um período de tempo t, em dias; X<sub>0</sub> é a quantidade de matéria seca ou nutriente inicial; e k é uma constante de decomposição. A constante de decomposição ou valor k é calculada através da seguinte equação:

$$k = -\ln(X/X_0)/t$$

O tempo de meia vida expressa o período de tempo necessário para que a metade dos resíduos se decomponha ou para que metade dos nutrientes contidos nesses resíduos seja liberada. De acordo com Rezende et al. (1999), é possível calcular os tempos de meia vida através da equação:

$$t_{1/2} = \ln(2)/k$$

onde t<sub>1/2</sub> é o tempo de meia vida da matéria seca ou nutriente.

### 3.5. Estimativa da Fixação Biológica de N<sub>2</sub> (FBN)

A técnica da abundância natural do <sup>15</sup>N baseia-se na hipótese de que o N do solo é levemente enriquecido em <sup>15</sup>N em comparação ao N<sub>2</sub> do ar (Shearer & Kohl, 1986), sendo que o N da atmosfera possui 99,6337% de átomos de <sup>14</sup>N e 0,3663% de átomos de <sup>15</sup>N (Junk & Svec, 1958, citados por Alves, 1996).

Nas transformações que o nitrogênio sofre no sistema solo-planta, (mineralização/imobilização; nitrificação/desnitrificação), pode-se observar pequenas variações na composição isotópica (<sup>14</sup>N e <sup>15</sup>N) no solo e nas plantas. Estas variações são muito pequenas, então, convencionou-se que cada unidade de delta <sup>15</sup>N seria a abundância natural dividida por mil, ou seja, 0,0003663 átomos % de <sup>15</sup>N em excesso.

As espécies capazes de obter do ar a maior parte do nitrogênio necessário para sua nutrição apresentarão valores de δ<sup>15</sup>N bem próximos a zero, uma vez que a maior parte virá do N do ar que por sua vez é o padrão da técnica, e possui 0,3663 % de <sup>15</sup>N, ou seja, zero unidade de delta <sup>15</sup>N em excesso. E, as plantas não fixadoras crescendo no mesmo solo terão

valores de  $\delta^{15}\text{N}$  mais elevados e próximos aos do solo, uma vez que toda ou a maior parte do N necessário para o seu desenvolvimento será derivado do solo.

Na ocasião dos cortes das leguminosas espécies não leguminosas foram coletadas nas parcelas para serem utilizadas como testemunhas para a quantificação da FBN. São elas a tiririca (*Cyperus rotundus*), açai (*Euterpe oleracea*); serralha (*Emilia sp.*) capim colônia, (*Panicum maximum*); eucalipto grandis (*E. grandis*), eucalipto citriodora (*E. citriodora*). Para o cálculo da quantificação da FBN utilizou-se um valor médio de B igual a -1,00, para todas as leguminosas, baseando-se nos dados apresentados por Boddey et al. (2000) para diversos tipos de leguminosas de cobertura na região tropical.

$$\text{FBN\%} = \frac{(\delta^{15}\text{N}_{\text{controle}} - \delta^{15}\text{N}_{\text{fixadora}})}{(\delta^{15}\text{N}_{\text{controle}} - B)} \times 100$$

### 3.6. Determinação da Atividade e Diversidade da Fauna do Solo

Para avaliar a atividade e a diversidade da macrofauna edáfica e epígea, foram instaladas armadilhas do tipo *pitfall* (Moldenke, 1984) e TSBF (*Tropical Soil Biology and Fertility*) (Anderson & Ingram, 1993), antes da instalação da cultura da banana e durante o seu ciclo. Em cada parcela foram dispostas duas armadilhas situadas diagonalmente na área útil da parcela. Após a coleta, as armadilhas foram levadas ao laboratório para a triagem da macrofauna capturada e identificação em nível dos grandes grupos taxonômicos. As alterações da comunidade da fauna epígea nos diferentes sistemas foram avaliadas utilizando-se o índice V de Wardle & Parkinson (1991). A fórmula utilizada para este índice foi:

$$V = \frac{2dM}{dM + dSM} - 1$$

Onde: V= índice de mudança; d= densidade; M=com o manejo; SM=sem o manejo

A vegetação espontânea foi considerada a área sem manejo, enquanto os tratamentos com as diferentes leguminosas foram considerados como parte integrante do sistema de manejo.

**Tabela 2.** Categorias de inibição e estimulação dos grupos da fauna de solo em resposta ao manejo (modificado de Wardle, 1995).

<b>Categoria</b>	<b>Índice V</b>
Inibição Extrema (IE)	$V < -0,67$
Inibição Moderada (IM)	$-0,33 > V > -0,67$
Inibição Leve (IL)	$-0,05 > V > -0,33$
Sem Alteração (SA)	$-0,05 < V < 0,05$
Estimulação Leve (EL)	$0,05 < V < 0,33$
Estimulação Moderada (EM)	$0,33 < V < 0,67$
Estimulação Extrema (EE)	$V > 0,67$

O Índice de Diversidade de Shannon (H) leva em consideração a riqueza das espécies e sua abundância relativa, sendo definido por:

$$H = -\sum p_i \log p_i$$

em que  $p_i = n_i/N$ ;  $n_i$  = valor de importância de cada espécie ou grupo;  $N$  = total dos valores de importância.

Os dados relativos ao número de indivíduos por metro quadrado e o respectivo erro-padrão da média foram obtidos a partir da média dos grupos, em cada tratamento.

A riqueza total (RT) é definida como número de grupos taxonômicos, encontrados em cada tratamento. A riqueza média (RM) representa o número médio de grupos da fauna coletados por amostra, em cada tratamento.

O método proposto pelo programa TSBF (*Tropical Soil Biology and Fertility*) descrito por Anderson & Ingram (1993) consiste em delimitar blocos de solo para captura da fauna do solo. Foi utilizado 1 bloco de solo por parcela, totalizando 20 blocos de 25cm x 25cm x 30cm de profundidade. A serapilheira foi removida e os blocos foram divididos em três camadas: 0-10 cm; 10-20 cm e 20-30 cm. Posteriormente, o solo foi triado manualmente para retirada, quantificação e identificação dos macroinvertebrados.

### **3.7. Determinação da Comunidade de Plantas Espontâneas**

A amostragem para determinação das espécies de plantas espontâneas foi realizada em três pontos da área útil de cada parcela, com o auxílio de um quadro de PVC, com dimensão de 1,0 x 1,0m. As ervas espontâneas foram cortadas próximas ao solo e classificadas conforme a espécie.

### **3.8. Tratos Culturais**

Não foi observada a ocorrência de doenças na cultura da banana, entretanto, em relação às pragas, especificamente a formiga cortadeira, foi utilizado o inseticida Mirex-S, cujo controle foi insatisfatório prejudicando o desenvolvimento das mudas de açaí. Houve vários replantios de mudas, provocando a desuniformidade no 'stand' de plantas, inviabilizando as aferições previstas na cultura do açaí.

### **3.9. Determinação dos Atributos Físicos do Solo**

Apesar de não um dos focos principais do presente estudo, avaliou-se a variabilidade espacial da textura, da densidade de partículas e do conteúdo de água no solo da área experimental, em um levantamento realizado durante a disciplina de Física dos Solos, oferecida no Curso de Pós-graduação em Agronomia-Ciência do Solo.

As amostras de solo foram coletadas no dia 08 de agosto de 2005 em uma grade regular de 5 x 5 m, totalizando 99 pontos de amostragem, na camada de 0,0 – 0,10 m. As análises da umidade gravimétrica do solo ( $g\ g^{-1}$ ), da textura ( $g\ kg^{-1}$ ) e da densidade de partículas do solo ( $kg\ dm^{-3}$ ) foram realizadas no Laboratório de Física do Solo da UFRRJ de acordo com EMBRAPA (1997). A umidade do solo foi apresentada em porcentagem.

### **3.10. Análise Estatística**

Nos dados referentes à decomposição de nutrientes, as curvas de liberação de matéria seca e as equações matemáticas foram obtidas através do Excel.

Para avaliação da fauna do solo e comunidade de ervas espontâneas utilizou-se o método multivariado denominado Análise dos Componentes Principais (ACP). Na interpretação dos resultados da ACP, além dos escores dos dois primeiros componentes principais ( $Y_1$  e  $Y_2$ ), também foram utilizados os valores de coeficientes de correlação linear entre as variáveis originais e os dois componentes. Utilizou-se do programa Canoco (Ter Braak & Smilauer, 2002) para a realização da ACP.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Atributos Físicos e Fertilidade do Solo, Durante a Condução do Experimento no Campo, em 2005 e 2007

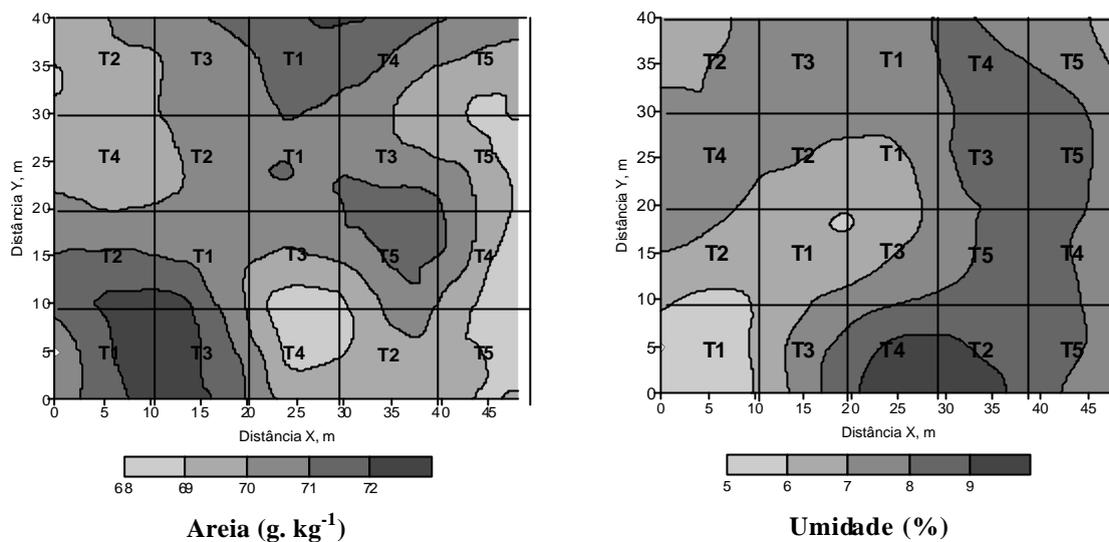
Destaca-se inicialmente que é necessário compreender como os atributos físicos interferem no desenvolvimento das culturas, bem como sua variação no espaço, visto que eles desempenham importante papel dentre as propriedades do solo (Warrick & Nielsen, 1980).

Para a caracterização de solos, a textura e a densidade de partículas são consideradas elementos de grande importância na tomada de decisão, na identificação e na classificação, pois se constituem numa das características físicas mais estáveis do solo (Eguchi et al., 2002). Por outro lado, a textura influencia na retenção de água, onde as forças de adsorção dependem, basicamente, da espessura do filme de água que recobre as partículas, a qual varia de acordo com sua superfície específica. Assim, a retenção de água é maior em solos argilosos e com alto teor de matéria orgânica (Silva et al., 2005). O balanço de água no solo também está relacionado com a sua cobertura. Cintra (1988), constatou que a manutenção da cobertura vegetal sobre o solo proporciona uma maior conservação da umidade quando comparado com o solo sem cobertura.

Na Figura 11 são apresentados os mapas de isolinhas para a distribuição espacial da areia e da umidade na área de estudo, juntamente com os tratamentos. Observou-se que, de modo geral, a variabilidade do teor de areia foi relativamente pequena ( $4g\ kg^{-1}$ ). Os tratamentos que apresentaram teores mais elevados de areia tendem a ter menores teores de umidade no solo em função da menor quantidade de argila. A densidade de partículas será mais baixa nas áreas com valores mais elevados de areia. Áreas com teores mais elevados de areia possuem poros maiores e a água é drenada rapidamente.

Os tratamentos dispostos sobre áreas mais homogêneas podem apresentar melhor desempenho que os tratamentos dispostos sobre áreas com maior gradiente de variação. A umidade do solo possui valores mais elevados nas áreas com os tratamentos onde não havia vegetação espontânea, sendo composta por capim colônia. Nos demais tratamentos a umidade assume valores mais baixos. A baixa umidade na camada estudada (0,0 – 0,10 m) pode ser atribuídos à ação direta dos fatores climáticos sobre o solo (Siqueira & Vieira, 2005).

Os resultados da análise da fertilidade do solo são apresentados na Tabela 3. Observou-se que, após os três anos de cultivo na área experimental houve um decréscimo geral nos teores de nutrientes, com exceção para o  $Al^{+++}$ . Esse fator foi, provavelmente, decorrente da extração dos nutrientes por parte das culturas que compõem o SAF. A deposição de matéria orgânica, via podas da parte aérea das leguminosas, talvez não tenha sido suficiente para repor os elementos extraídos por estas mesmas culturas. O tempo de deposição também pode não ter sido suficiente para elevar a quantidade de nutrientes do solo. No processo de ciclagem dos nutrientes, os elementos depositados no solo foram reutilizados para o crescimento, manutenção e produção das culturas ali presentes.



**Figura 11.** Mapa de isolinhas para areia e umidade, e a distribuição dos tratamentos na área de estudo: T1-Acácia angustíssima (*Acacia angustissima*), T2-Glicirídia (*Gliricidia sepium*), T3-Kudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*), T4-vegetação espontânea, composta basicamente por capim colômbio (*Panicum maximum*) e T5-vegetação espontânea com adubação nitrogenada.

**Tabela 3.** Análise da fertilidade do solo da área experimental, realizada em outubro de 2007.

Bloco/profundidade	pH	$\text{cmol/dm}^3$				$\text{Mg/dm}^3$	
		$\text{Al}^{+3}$	$\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}$	$\text{Ca}^{+2}$	$\text{Mg}^{+2}$	P disponível	$\text{K}^+$
I - 0-20	5,0	0,4	2,5	2,0	0,5	9	52
I - 20-40	5,0	0,5	2,1	1,7	0,5	0	30
II - 0-20	5,1	0,2	2,7	2,0	0,7	4	48
II - 20-40	5,0	0,6	2,2	1,7	0,5	0	31
III - 0-20	5,0	0,3	2,6	2,0	0,6	3	48
III - 20-40	5,0	0,4	2,0	1,5	0,5	1	39
IV - 0-20	5,0	0,3	3,0	1,9	0,7	3	70
IV - 20-40	5,0	0,4	2,0	1,5	0,5	1	39

## 4.2. Produção de Biomassa e Liberação de Nutrientes da Parte Aérea das três Leguminosas e Vegetação Espontânea

Os dados relativos à produção de biomassa e liberação de nutrientes encontram-se nas Tabelas 4 e 5. O maior acúmulo de biomassa ocorreu no ano de 2005, quando foi realizada a primeira poda após um ano da implantação do experimento. No ano seguinte foram feitas três podas, nos meses de março, junho e outubro. A poda realizada no mês de março mostrou valores maiores que nos outros meses, possivelmente por ter sido realizada no final da estação chuvosa, favorecendo assim o maior acúmulo de massa verde nas leguminosas.

Na primeira poda realizada em maio de 2005, a *Acácia angustíssima* e o kudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*) apresentaram maiores produções de biomassa seca, 9,5 e 10,8 Mg. ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 4), quando comparadas com a gliricídia (*Gliricidia sepium*) e a vegetação espontânea, na mesma época.

Na poda realizada em março de 2006, as leguminosas *Acácia angustíssima*, gliricídia e kudzu tropical apresentaram maiores valores de biomassa fresca, 9,75; 15,5 e 16,5 Mg. ha<sup>-1</sup> respectivamente, quando comparadas com a vegetação espontânea (Tabela 5). No mês de junho, os valores de biomassa não diferiram entre as leguminosas e vegetação espontânea. Já no mês de outubro o kudzu tropical se destacou com maiores valores de biomassa fresca e seca, 23,30 e 7,32 Mg. ha<sup>-1</sup> respectivamente (Tabela 5).

Em relação à composição química dos resíduos vegetais da parte aérea, a avaliação realizada no ano de 2005 mostrou que as leguminosas apresentaram maiores teores de N e Ca (Tabela 4). Como não houve grandes variações em relação aos teores de C, os valores calculados para a relação C:N foram conseqüentemente maiores para a vegetação espontânea, composta basicamente por capim colônio (*Panicum maximum*).

Segundo Espíndola (2001), o aporte da biomassa e a decomposição dos resíduos das leguminosas pode ser uma fonte de carbono e nutrientes para a biota do solo e posteriormente para as plantas, destacando a importância da sincronização entre a liberação de nutrientes pelas plantas em consórcio e sua demanda pelas culturas principais. Esses nutrientes são liberados pela decomposição dos resíduos das árvores, por meio das podas. Kang et al. (1990) enfatizam que repetidas aplicações desse material aumentariam o conteúdo de matéria orgânica do solo e o sistema radicular profundo das árvores seria capaz de extrair nutrientes de camadas profundas do solo, deixando-os ao alcance para o crescimento das culturas através da ciclagem.

A gliricídia é uma leguminosa arbórea, resistente à seca, que vem sendo cultivada como fonte de forragem e lenha em propriedades rurais. Em razão de sua alta capacidade de fixar nitrogênio atmosférico (Bala et al., 2003) e de produzir biomassa, em condições de baixa disponibilidade hídrica. É uma planta que pode ser capaz de melhorar a fertilidade do solo e de aumentar a produtividade das culturas agrícolas associadas, quando usada como adubo-verde (Barreto & Fernandes, 2001), por isso, essa espécie pode ser ideal para o cultivo em aléias (Palm et al., 2001; Vanlauwe et al., 2005).

Barreto & Fernandes (2001), num estudo nos tabuleiros costeiros de Sergipe, relataram a grande contribuição da gliricídia para o cultivo em aléias, em função da produtividade de biomassa seca (de 5,8 Mg ha<sup>-1</sup>, na média de quatro anos) e de alta riqueza nutricional, contribuindo com 160 kg ha<sup>-1</sup> por ano de nitrogênio para o sistema. Essa leguminosa, assim como a acácia angustíssima, além de demonstrar uma expressiva produção de biomassa possui também uma extraordinária capacidade de rebrota.

A acácia angustíssima, por tratar-se de uma leguminosa que apresenta rápido crescimento, associada às elevadas taxas de sobrevivência (Locatelli et al., 1992; Costa et al., 1998), bem como a altos teores de N, tem despertado o interesse para uso em sistemas silvo pastoris.

A capacidade de produção de resíduos da parte aérea de cada espécie modifica-se com a fase de desenvolvimento da planta ou do ecossistema florestal, supondo-se o aumento na produção de serapilheira em função do aumento da idade da floresta, até que atinja a maturidade ou clímax (Gonzalez & Gallardo, 1986).

Andrade (1997) avaliou povoamentos homogêneos de *Mimosa caesalpinifolia*, *Acacia mangium* e *Acacia holosericea* com quatro anos de idade, em Seropédica, RJ e demonstrou uma produção anual de 9 a 10 Mg. ha<sup>-1</sup> de serapilheira.

Em relação aos teores de nutrientes, Silva *et al.* (2007) observaram valores de teores de N semelhantes aos apresentados na tabela 4, para acácia angustíssima e gliricidia, 4,14 % e 2,93 %, respectivamente, em um estudo realizado em Seropédica, RJ. Esses mesmos autores elaboraram um banco de dados, disponível em [www.cnpab.embrapa.br/adubacao\\_verde](http://www.cnpab.embrapa.br/adubacao_verde), correlacionando a composição química e a velocidade de decomposição de plantas para adubação verde. Acessando-se esse mesmo banco de dados observa-se que os valores dos teores de nitrogênio para acácia angustíssima variaram entre 2,6 % e 3,83% (Rodrigues *et al.*, 1999; Cattanio, 2002; Costa *et al.*, 2004; Silva *et al.*, 2004); para gliricidia os valores de N estão entre 2,5% e 3,85% (Costa, 1998; Silva *et al.*, 2004 e Bianchi *et al.*, 2005), e para o kudzu tropical estão entre 2,48 % e 3,68% (Calegari *et al.*, 1992; Urquiaga & Zapata, 2000; Martins *et al.*, 2003; Ribeiro *et al.*, 1999 e Espíndola *et al.*, 1997), esses dados concordam com os valores de nitrogênio obtidos no presente estudo, 3,50%, 3,05% e 2,95% para acácia angustíssima, gliricidia e kudzu tropical, respectivamente (Tabela 4).

Caldeira *et al.* (2000), num estudo com acácia-negra (*Acacia mearnsii*) observaram um alto teor de N nas folhas, que pode ser justificado pela capacidade que a mesma possui, como espécie leguminosa, de fixar N<sub>2</sub> e pelo efeito sinérgico da ação das bactérias diazotróficas e micorrizas (Franco *et al.*, 1992). Segundo Auer & Silva (1992), a acácia-negra, em solos tropicais, pode fixar até 200kg de N ha ano<sup>-1</sup>.

Já a gliricídia e a canafístula apresentaram os valores de acúmulo de N em torno de 89 kg. ha<sup>-1</sup> em um experimento com adição de P e de 74 kg. ha<sup>-1</sup> no experimento sem adição de P, realizado por Queiroz *et al.* (2007).

Pouca informação foi encontrada sobre *A. Angustissima* sendo usado dentro dos sistemas agrícolas em florestas nativas. Em Nova Guiné, ensaios foram realizados utilizando *A. Angustissima* num sistema de intercalado com batata doce. *Acacia angustissima* supriu suficientemente o N, P, K para a cultura, mas, devido ao rápido crescimento da cultura sombreada, inibiu o rendimento do tubérculo (Brook *et al.*, 1993). Esse efeito também foi observado sobre o crescimento vegetativo da bananeira no presente estudo.

Durante outros ensaios, seu potencial como fonte de matéria orgânica tem sido questionado, devido à presença de compostos secundários que ligam o N e resultam em baixa qualidade (decomposição lenta). Isso pode significar ter mais efeitos residuais que poderiam beneficiar a cultura subsequente, ou seja, uma boa fonte de N para ajudar a construir a matéria orgânica no solo (Dzowela, 1994; Mafongoya *et al.*, 1997). Estes benefícios em longo prazo poderiam superar o baixo retorno inicial de nutrientes ao solo ao longo de vários anos. A lenta decomposição das podas pode ter valor para suprimir crescimento de plantas daninhas em culturas associadas.

A produção de biomassa das leguminosas *Acacia angustissima* e *Gliricidia sepium*, tanto quanto da *Pueraria phaseoloides* foi variável de um ano para outro e por vezes, superior ao relatado em outras pesquisas, demonstrando que essas espécies podem responder muito diversamente aos diferentes tipos de manejo e às diferentes condições edafoclimáticas.

**Tabela 4.** Produção de biomassa seca, relação C/N e teores de nutrientes, das folhas três diferentes leguminosas e vegetação espontânea em um SAF, por ocasião da estação seca, em maio de 2005, no município de Seropédica/RJ.

Espécie	Biomassa Seca (Mg.ha <sup>-1</sup> )	C/N Folhas	Cálcio	Magnésio	Fósforo	Potássio	C	N
<i>Acacia angustissima</i>	9,5 a	11,2 c	10,71 b	2,65 c	1,57 a	11,37 b	52,70 a	35,00 a
<i>Gliricidia sepium</i>	5,8 b	15,7 bc	16,91 a	5,77 a	3,08 a	16,75 a	50,43 b	30,90 a
<i>Pueraria phaseoloides</i>	10,8 a <sup>(1)</sup>	20,0 b	13,33 b	3,82 b	1,44 a	12,62 b	51,36 a	29,50 a
Vegetação espontânea <sup>(2)</sup>	3,8 b	40,0 a	5,12 c	3,25 bc	3,07 a	20,62 a	49,58 b	10,50 b

<sup>(1)</sup> Os valores representam médias de 4 repetições; médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

<sup>(2)</sup> Formada por capim colônião (*panicum maximum*)

**Tabela 5.** Produção de biomassa fresca e seca das folhas de três diferentes leguminosas e vegetação espontânea em um SAF, por ocasião da estação chuvosa, nos meses de março, junho e outubro de 2006, no município de Seropédica/RJ.

Espécies	Biomassa Fresca (Mg. ha <sup>-1</sup> )				Biomassa Seca (Mg. ha <sup>-1</sup> )			
	Março	junho	outubro	total	março	junho	outubro	Total
<i>Acacia angustissima</i>	9,75 ab	6,00 a	6,67 b	22,42 b	4,05 a	2,16 a	2,59 b	8,80 b
<i>Gliricidia sepium</i>	16,50 a	4,30 a	2,70 b	23,50 b	4,53 a	0,90 a	0,65 b	6,08 b
<i>Pueraria phaseoloides</i>	15,50 a <sup>(1)</sup>	6,12 a	23,30 a	44,92 a	4,83 a	1,94 a	7,32 a	14,09 a
Vegetação espontânea <sup>(2)</sup>	5,00 b	7,34 a	3,76 b	16,10 c	1,29 b	1,90 a	0,97 b	4,16 b

<sup>(1)</sup> Os valores representam médias de 4 repetições; médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

<sup>(2)</sup> Formada por capim colônião (*panicum maximum*)

Quanto aos tempos de meia vida e às constantes de decomposição, observou-se que a decomposição dos resíduos foi ligeiramente mais lenta durante a estação seca (Tabela 6 e Figura 12), devido, provavelmente, às condições climáticas associadas a menores precipitações pluviométricas durante esse período.

Na estação seca a gliricidia apresentou menor tempo de meia vida e a acácia angustíssima o maior tempo, também observado na estação chuvosa, presumindo-se que estas leguminosas arbóreas diferenciam-se quanto à decomposição dos resíduos de suas respectivas biomassas (Tabela 6). Os valores para o kudzu tropical e vegetação espontânea foram intermediários, variando apenas entre a estação seca e chuvosa.

A extração de nutrientes dos solos tropicais é bastante influenciada pelo regime hídrico do solo, devido ao efeito que a água exerce na decomposição da matéria orgânica e no transporte de nutrientes para a superfície das raízes. Além da precipitação total, a distribuição das chuvas ao longo do ano também influencia a taxa de deposição, verificando-se com frequência, uma maior taxa de deposição no período seco (Swamy & Proctor, 1994). Proctor (1983) adverte que além dos fatores ambientais inesperados, que podem interferir na precisão dos resultados de queda de resíduos da parte aérea, a falta de uma metodologia padronizada também acarreta diferenças nesses valores, dificultando a comparação entre ecossistemas.

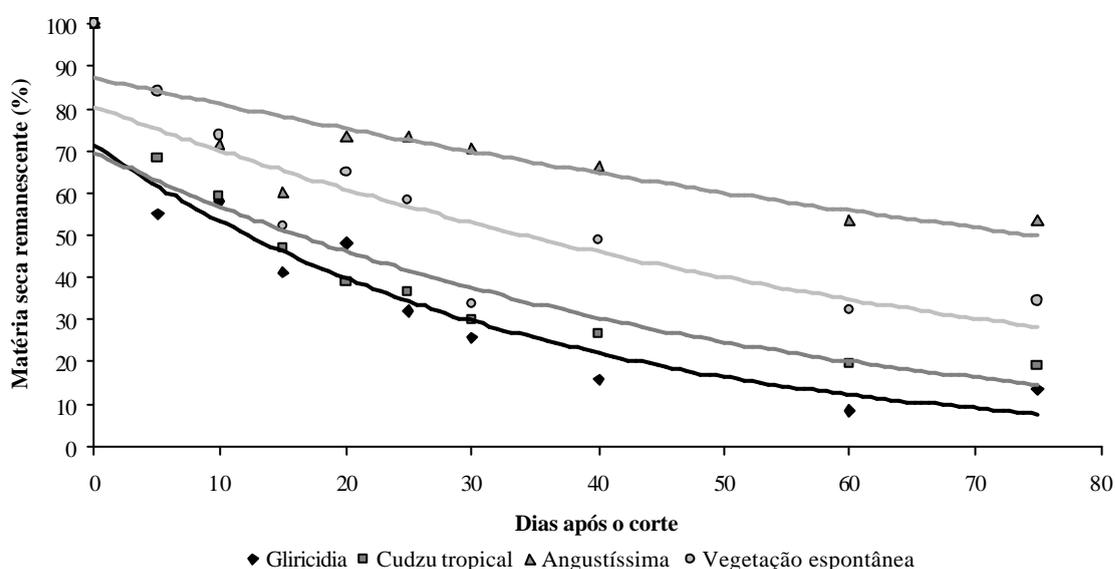
Segundo Correia & Andrade (1999), alguns trabalhos consideram apenas as folhas para avaliar o aporte da serapilheira, enquanto outros incluem folhas, estruturas reprodutivas e galhos finos, ou galhos grossos e troncos, restos de animais e fezes, que dificulta a comparação dos experimentos. Desse modo, Anderson & Ingram (1993) sugeriram, com o

objetivo de padronizar estes estudos, considerar como componentes da serapilheira as seguintes frações: folhas, galhos com diâmetro menor que 2 cm, estruturas reprodutivas (flores e frutos) e refugo (fragmentos menores que 5 mm).

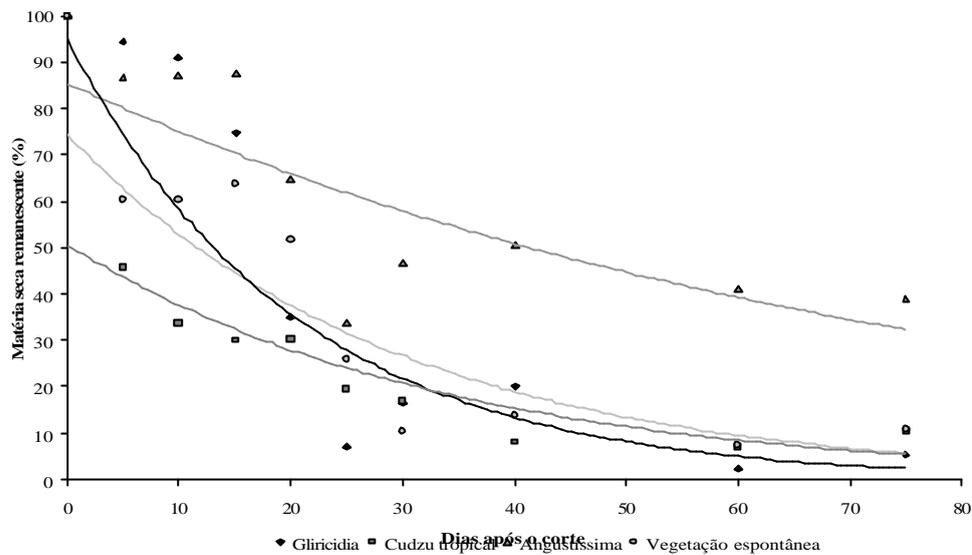
**Tabela 6.** Parâmetros da equação  $X = X_0 e^{-kt}$  ajustada aos valores de matéria seca e tempos de meia vida por ocasião dos cortes realizados durante a estação seca, e chuvosa, nos anos de 2005 e 2006, respectivamente, Seropédica/RJ.

Espécies	Parâmetros da equação de decomposição		
	k (dia <sup>-1</sup> )	t <sub>1/2</sub> <sup>(1)</sup> (dias)	r <sup>2</sup>
<b>Estação Seca</b>			
<i>Acacia angustissima</i>	0,007	93	0,66
<i>Gliricidia sepium</i>	0,029	24	0,86
<i>Pueraria phaseoloides</i>	0,020	34	0,87
Vegetação espontânea	0,013	50	0,73
<b>Estação chuvosa</b>			
<i>Acacia angustissima</i>	0,012	53	0,61
<i>Gliricidia sepium</i>	0,048	14	0,76
<i>Pueraria phaseoloides</i>	0,029	23	0,75
Vegetação espontânea	0,034	20	0,76

<sup>(1)</sup> t<sub>1/2</sub> = tempo de meia vida



**Figura 12.** Liberação de matéria seca dos resíduos vegetais ao longo da estação seca, no município de Seropédica/RJ, 2005.



**Figura 13.** Liberação de matéria seca dos resíduos vegetais ao longo da estação chuvosa, no município de Seropédica/RJ, 2006.

Considerando-se o tempo de meia vida obtido na época seca, a liberação de N, P e K foi equivalente, exceto para Ca e Mg, que foram liberados após (Tabela 7). A partir dos valores k, estabeleceu-se a seguinte ordem de liberação:

$$\mathbf{K > P > N > Mg > Ca}$$

Os três principais indicadores utilizados para medir a decomposição da camada da serapilheira são a respiração do solo, o valor k, relacionado à quantidade de material que cai do dossel e a que está depositada sobre o solo (serapilheira), e as avaliações diretas, através das medidas da perda de massa em “litterbags” para o estudo da decomposição (Anderson & Swift, 1983).

Algumas críticas são atribuídas ao uso do valor k em ecossistemas que não atingiram o equilíbrio entre o material depositado e o material decomposto (Anderson & Swift, 1983), podendo causar uma grande amplitude entre os diversos materiais testados em diferentes condições edafoclimáticas.

A velocidade de liberação de nutrientes dos resíduos culturais durante o processo de decomposição depende da localização e da forma em que esses nutrientes se encontram no tecido vegetal. O potássio, que se encontra em componentes não estruturais e na forma iônica no vacúolo das células das plantas (Marschner, 1995), é rapidamente lixiviado logo após o manejo das plantas de cobertura, com pequena dependência dos processos microbianos.

No caso do fósforo, cuja maior parte encontra-se na planta, associada a componentes orgânicos do tecido vegetal (Marschner, 1995), sua liberação está intimamente ligada ao processo de decomposição pelos microrganismos do solo.

Os principais fatores que afetam a taxa de mineralização dos compostos orgânicos são as condições edafoclimáticas (temperatura, umidade, pH, teores de O<sub>2</sub> e de nutrientes no solo) e a qualidade do substrato (Paul & Clark, 1996).

A rápida liberação de K confirma os resultados de Da Ros (1993) e Schomberg & Steiner (1999), e pode ser atribuída ao fato de o K ser um elemento que não está associado a nenhum componente estrutural do tecido vegetal (Marschner, 1995). Schomberg & Steiner (1999) observaram que, com precipitações elevadas, houve maior liberação de K nas leguminosas do que nas gramíneas. Segundo esses autores, mecanismos físicos (chuva) e químicos (qualidade do resíduo) estão envolvidos na liberação do nutriente e que, em razão da elevada taxa de liberação de K dos resíduos culturais, parte dele poderá ser perdido no solo pela lixiviação. Nesse sentido, o K talvez seja o elemento cuja redução do prazo de implantação das culturas em sucessão seja mais importante para minimizar as suas perdas.

Ao contrário do que se observou para K, detectou-se longos tempos de meia vida para Ca (Tabela 7). A lenta liberação desse nutriente deve-se, provavelmente ao fato do Ca ser um dos constituintes da lamela média da parede celular (Taiz & Zeiger, 1991), formando um dos componentes mais recalcitrantes dos tecidos vegetais (Figura 17).

Considerando-se a época seca, a glirícidia obteve os menores tempos de meia vida em todos os nutrientes estudados, e a vegetação espontânea, os maiores tempos de meia vida para nitrogênio, cálcio e magnésio (Tabela 7).

Na liberação de fósforo e potássio, observou-se menores valores para acácia angustíssima e kudzu tropical (Tabela 7). O nitrogênio apresenta um ciclo dinâmico, ou seja, esse nutriente tem uma grande mobilidade no solo, enquanto o fósforo, que forma compostos menos solúveis em água, se move de modo mais lento de um compartimento para outro; desse modo, o P mostrou valores intermediários de velocidade de decomposição nas espécies avaliadas (Figura 15). Essa diferença entre as constantes de decomposição está associada ao modo como cada um desses materiais responde as condições edafoclimáticas e a ação da macrofauna do solo.

Considerando-se a avaliação realizada na época seca, os tempos de meia vida da liberação dos nutrientes foi menor em todas as espécies estudadas, quando comparadas com a época chuvosa (Tabela 8). A glirícidia novamente demonstrou os menores tempos de meia vida para todos os nutrientes estudados (Tabela 8).

Silva et al. (2006), em um estudo comparativo entre a composição química e a velocidade de decomposição e liberação de nitrogênio de folhas de dez espécies florestais, observaram também menores tempos de meia vida na decomposição de massa seca para glirícidia e eritrina (*Erythrina poeppigiana*), 21 e 19 dias, respectivamente e liberação de nitrogênio, com tempo de meia vida 15 dias para ambas as espécies, quando comparadas com *Acacia auriculiformis*, *Acacia holosericea*, *Albizia guachapele*, *Abizia saman*, *Brachiaria decumbens*, *Inga semialata*, *Mimosa caesalpinifolia* e *Syzygium cumini*.

Demonstrou também a grande amplitude nas velocidades de decomposição das diferentes espécies, onde os valores referentes ao tempo de meia vida variaram de menos de vinte dias, no caso da *Erythrina poeppigiana* a mais de 200, no caso de *Inga semialata* (Silva, et al., 2006).

Paulino et al (2006) realizaram um estudo com glirícidia em Campos dos Goytacazes e concluíram que a dinâmica de decomposição dos resíduos de glirícidia é elevada, apresentando uma liberação de nutrientes mais rápida inicialmente, e tendendo ao decaimento com o tempo.

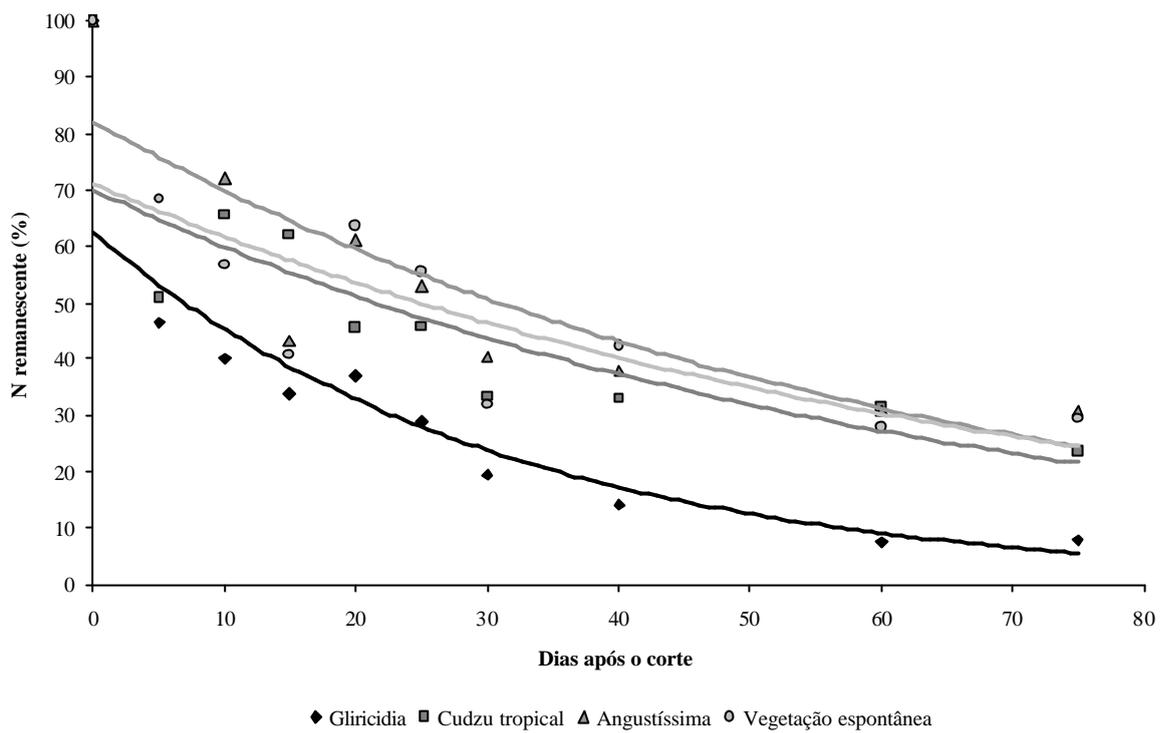
A sincronização entre a demanda e a oferta de nutrientes em Sistemas Agroflorestais é um dos grandes desafios na condução dessa atividade. A glirícidia demonstrou ser uma leguminosa com maiores taxas de decomposição da biomassa seca e também na liberação de nutrientes, quando comparada com a acácia angustíssima, kudzu tropical e vegetação espontânea. Por outro lado, os menores valores de taxa de decomposição apresentados pela acácia angustíssima podem ser interessantes, dependendo da cultura a ser consorciada com

essa arbórea, a liberação mais lenta dos nutrientes poderá favorecer a médio e longo prazo o desenvolvimento da cultura consorciada.

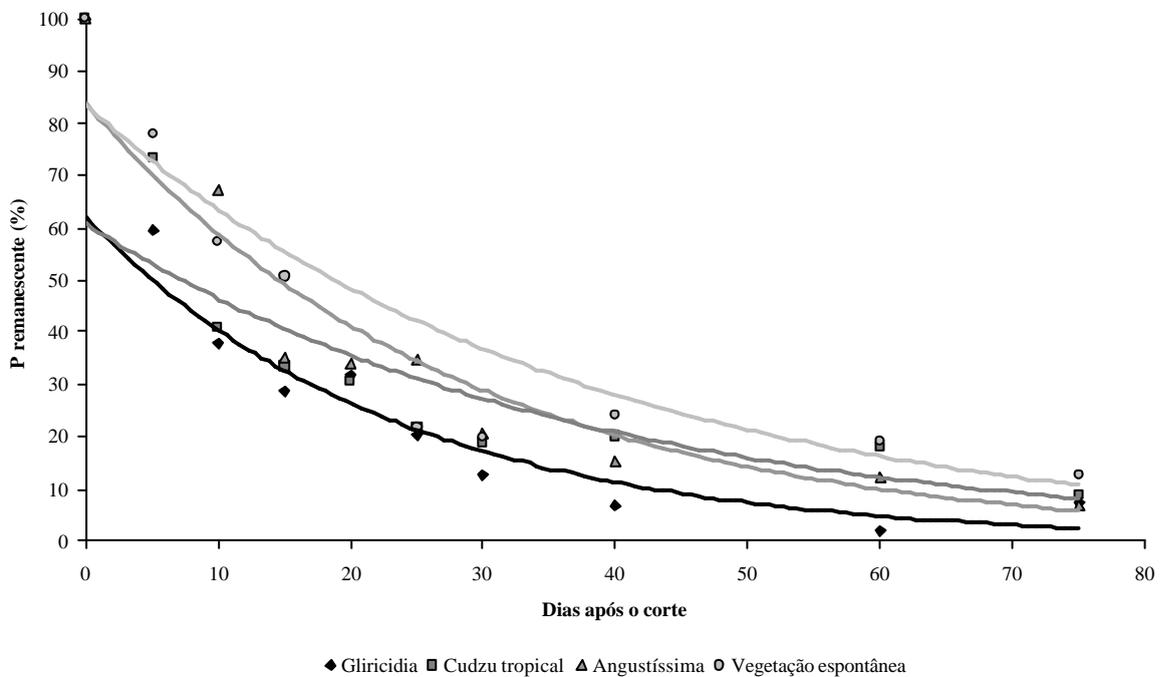
**Tabela 7.** Parâmetros da equação  $X = X_0 e^{-kt}$  ajustada aos valores de N, P, K, Ca e Mg e respectivos tempos de meia vida por ocasião dos cortes realizados durante a estação seca, de três diferentes leguminosas e vegetação espontânea, Seropédica/RJ, 2005.

<b>Espécies</b>	<b>Nutriente</b>	<b>k (dia<sup>-1</sup>)</b>	<b>t<sub>1/2</sub><sup>(1)</sup> (dias)</b>	<b>r<sup>2</sup></b>
<i>Acacia angustissima</i>	N	0,016	43	0,76
<i>Gliricidia sepium</i>	N	0,032	21	0,91
<i>Pueraria phaseoloides</i>	N	0,015	44	0,79
Vegetação espontânea	N	0,014	58	0,69
<i>Acacia angustissima</i>	P	0,027	25	0,65
<i>Gliricidia sepium</i>	P	0,042	16	0,79
<i>Pueraria phaseoloides</i>	P	0,026	25	0,81
Vegetação espontânea	P	0,035	19	0,91
<i>Acacia angustissima</i>	K	0,040	14	0,82
<i>Gliricidia sepium</i>	K	0,064	10	0,85
<i>Pueraria phaseoloides</i>	K	0,046	15	0,86
Vegetação espontânea	K	0,051	13	0,80
<i>Acacia angustissima</i>	Ca	0,019	35	0,76
<i>Gliricidia sepium</i>	Ca	0,030	22	0,83
<i>Pueraria phaseoloides</i>	Ca	0,015	45	0,75
Vegetação espontânea	Ca	0,012	54	0,72
<i>Acacia angustissima</i>	Mg	0,023	29	0,82
<i>Gliricidia sepium</i>	Mg	0,415	16	0,86
<i>Pueraria phaseoloides</i>	Mg	0,019	35	0,78
Vegetação espontânea	Mg	0,016	43	0,77

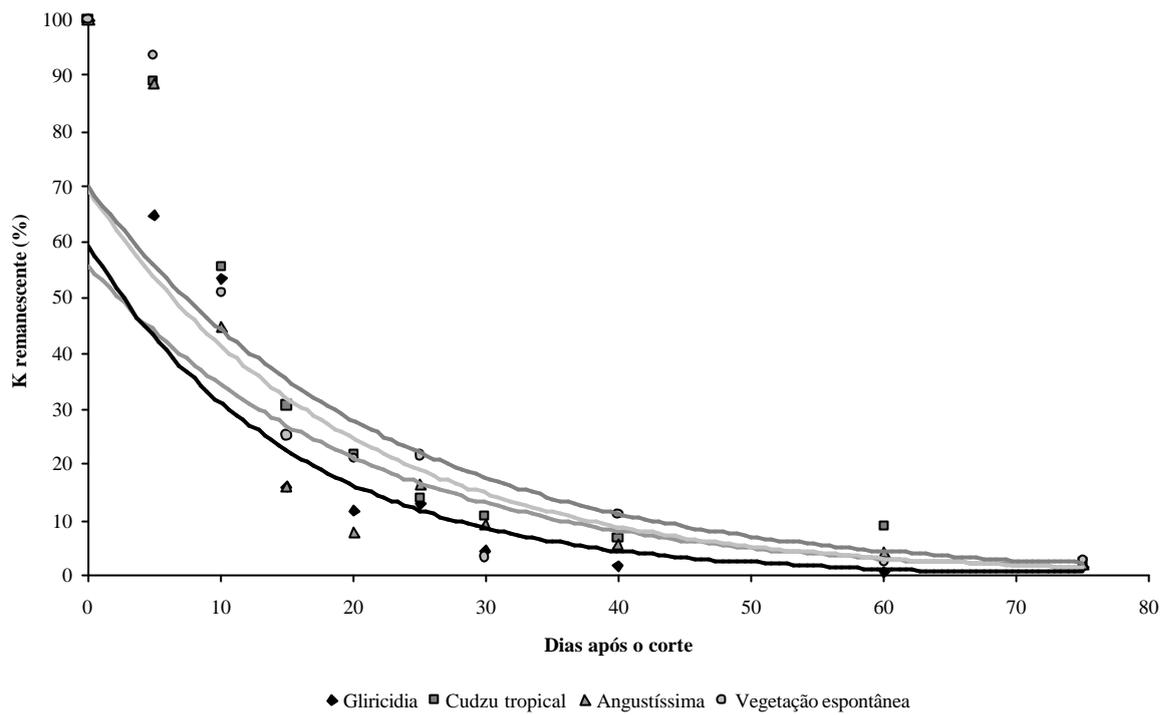
<sup>(1)</sup>t<sub>1/2</sub> = tempo de meia vida.



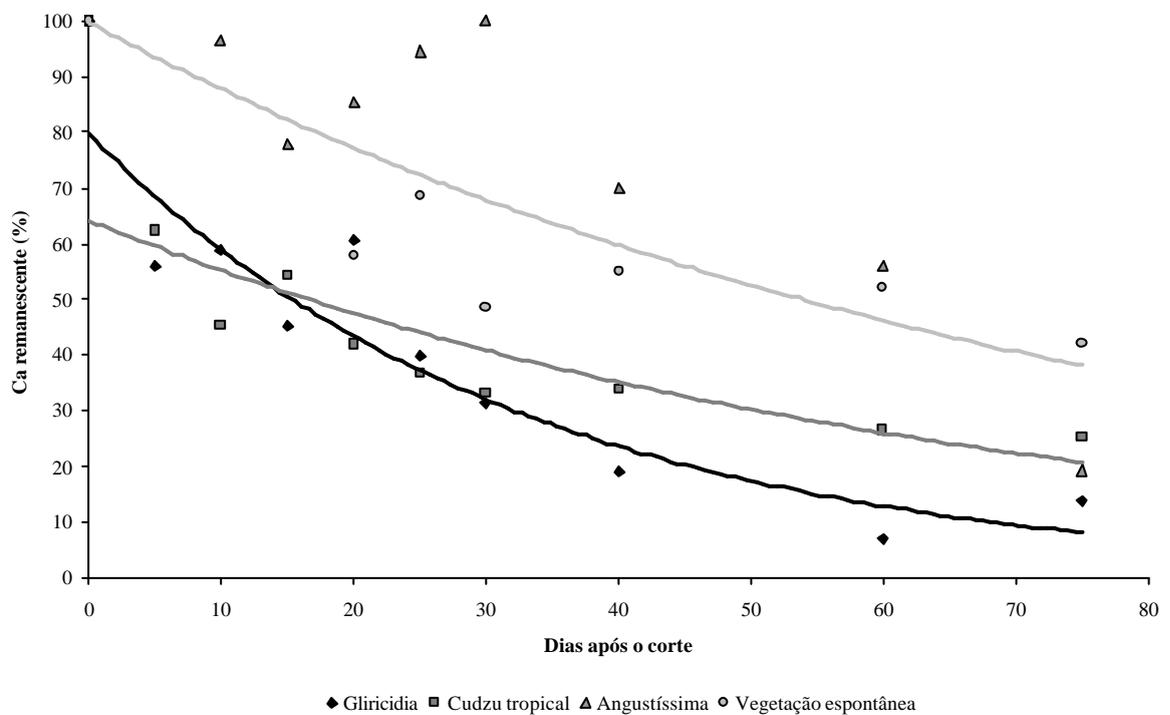
**Figura 14.** Liberação de nitrogênio dos resíduos vegetais ao longo da estação seca, no município de Seropédica/RJ, 2005.



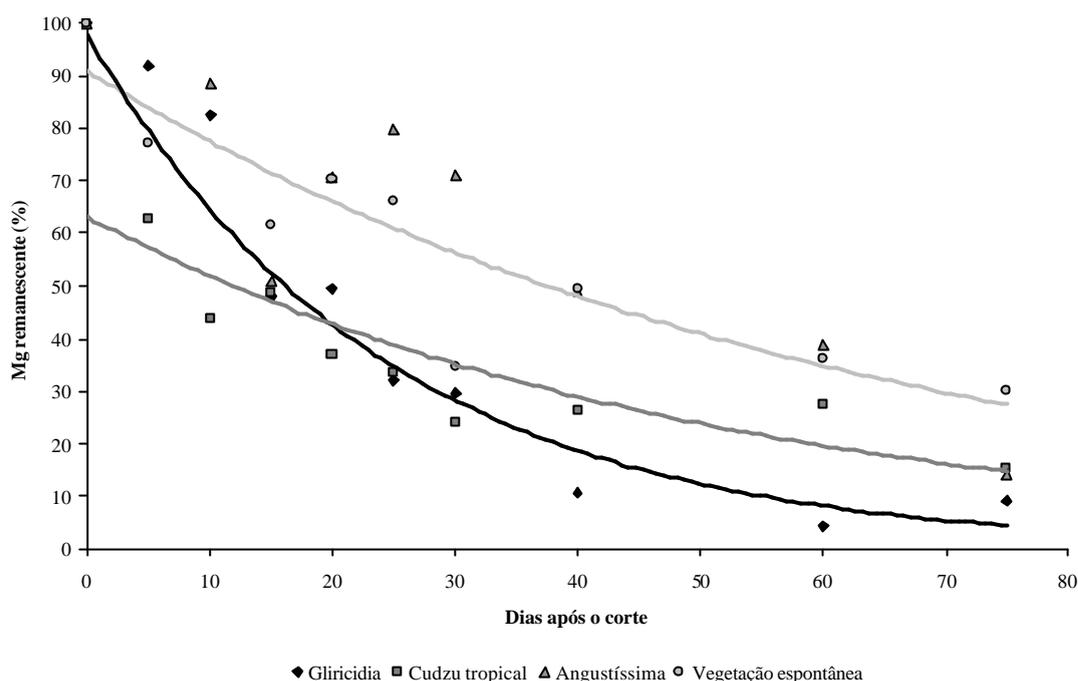
**Figura 15.** Liberação de fósforo dos resíduos vegetais ao longo da estação seca, no município de Seropédica/RJ, 2005.



**Figura 16.** Liberação de potássio dos resíduos vegetais ao longo da estação seca, no município de Seropédica/RJ, 2005.



**Figura 17.** Liberação de cálcio dos resíduos vegetais ao longo da estação seca, no município de Seropédica/RJ, 2005.

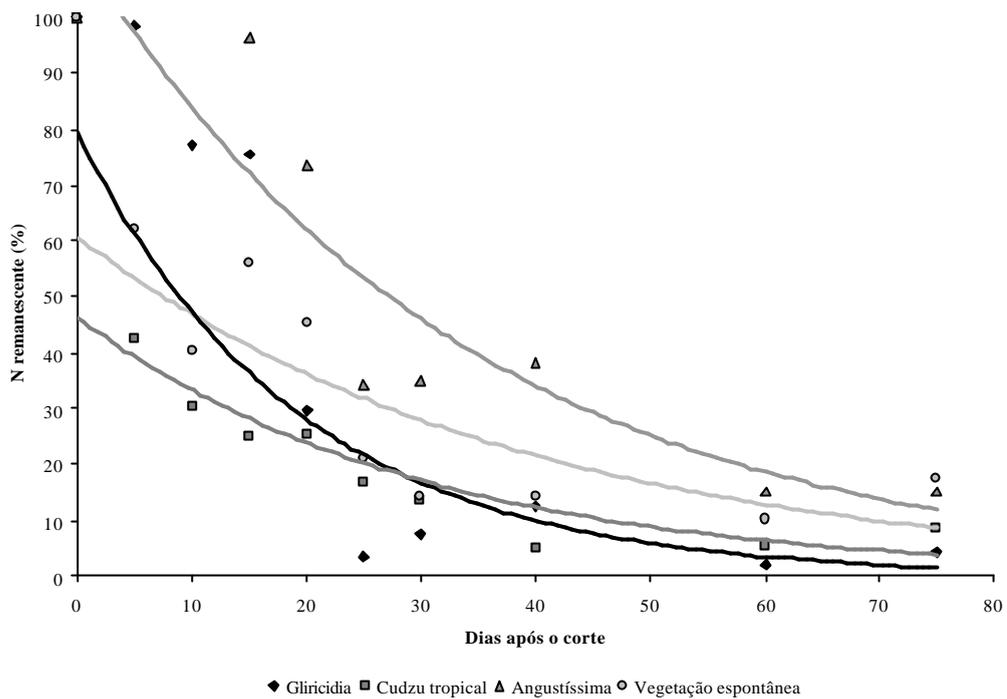


**Figura 18.** Liberação de magnésio dos resíduos vegetais ao longo da estação seca, no município de Seropédica/RJ, 2005.

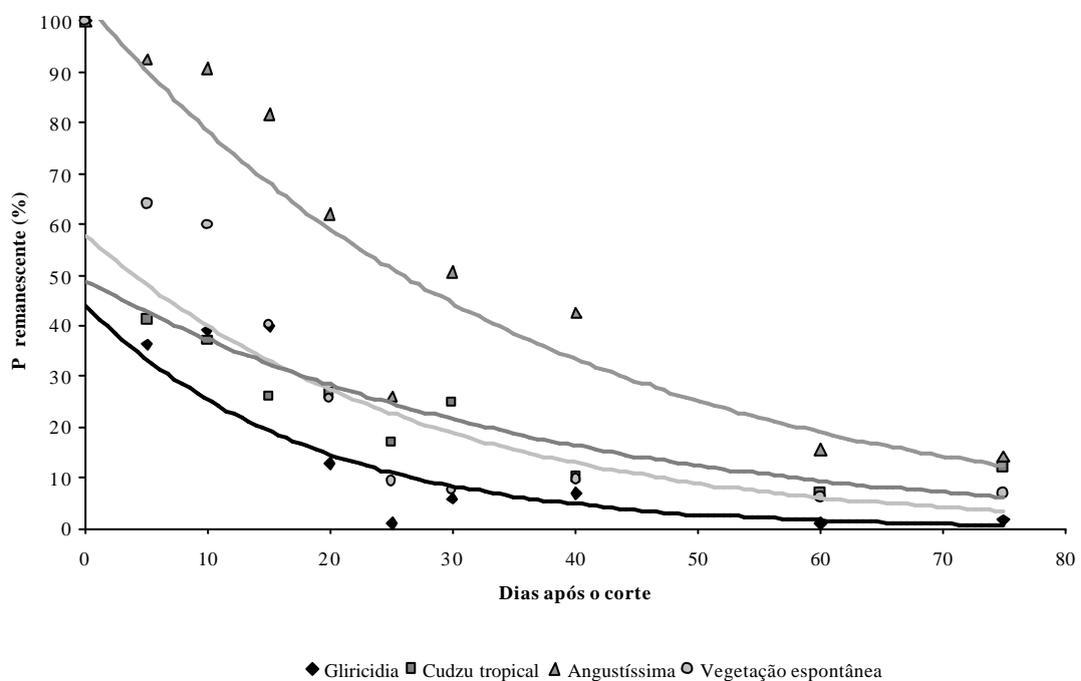
**Tabela 8.** Parâmetros da equação  $X = X_0 e^{-kt}$  ajustada aos valores de N, P, K, Ca e Mg e respectivos tempos de meia vida por ocasião dos cortes realizados durante a estação chuvosa, de três diferentes leguminosas e vegetação espontânea, Seropédica/RJ, 2006.

Espécies	Nutriente	k (dia <sup>-1</sup> )	t <sub>1/2</sub> <sup>(1)</sup> (dias)	r <sup>2</sup>
<i>Acacia angustissima</i>	N	0,030	23	0,89
<i>Gliricidia sepium</i>	N	0,052	13	0,68
<i>Pueraria phaseoloides</i>	N	0,033	20	0,73
Vegetação espontânea	N	0,025	26	0,66
<i>Acacia angustissima</i>	P	0,028	24	0,86
<i>Gliricidia sepium</i>	P	0,055	12	0,64
<i>Pueraria phaseoloides</i>	P	0,005	25	0,72
Vegetação espontânea	P	0,014	18	0,72
<i>Acacia angustissima</i>	K	0,042	16	0,82
<i>Gliricidia sepium</i>	K	0,083	8	0,85
<i>Pueraria phaseoloides</i>	K	0,054	12	0,85
Vegetação espontânea	K	0,058	11	0,72
<i>Acacia angustissima</i>	Ca	0,011	60	ND <sup>(2)</sup>
<i>Gliricidia sepium</i>	Ca	0,063	11	0,85
<i>Pueraria phaseoloides</i>	Ca	0,030	22	0,72
Vegetação espontânea	Ca	0,032	21	0,70
<i>Acacia angustissima</i>	Mg	0,018	37	0,76
<i>Gliricidia sepium</i>	Mg	0,063	11	0,77
<i>Pueraria phaseoloides</i>	Mg	0,029	23	0,73
Vegetação espontânea	Mg	0,036	19	0,72

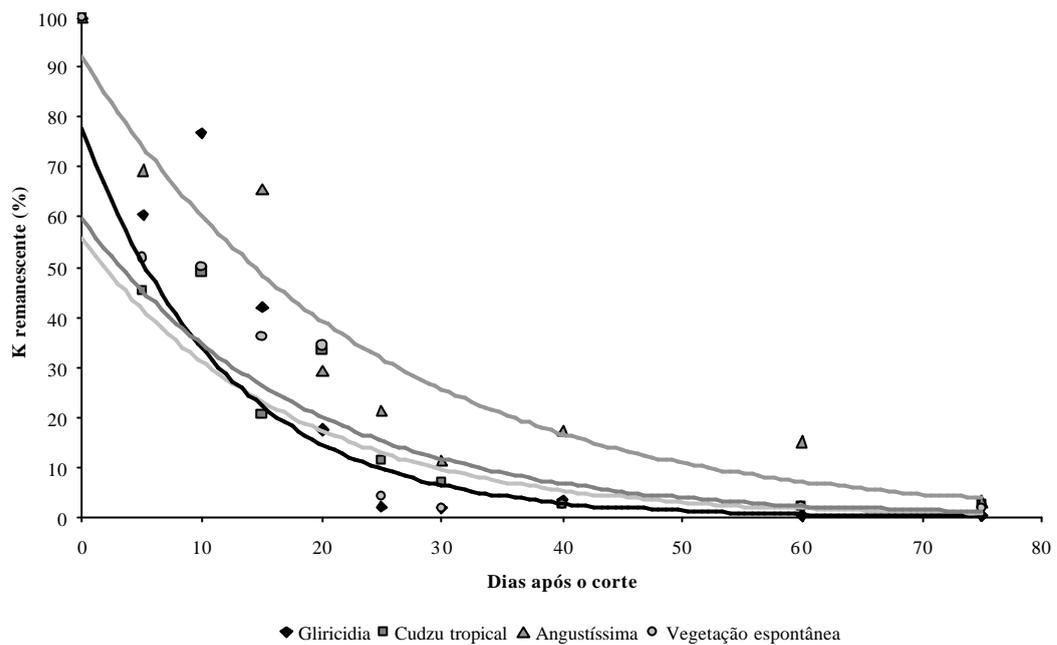
<sup>(1)</sup> t<sub>1/2</sub> = tempo de meia vida. <sup>(2)</sup> ND = dados não ajustados ao modelo exponencial simples de acordo com análise de regressão (p<0,05).



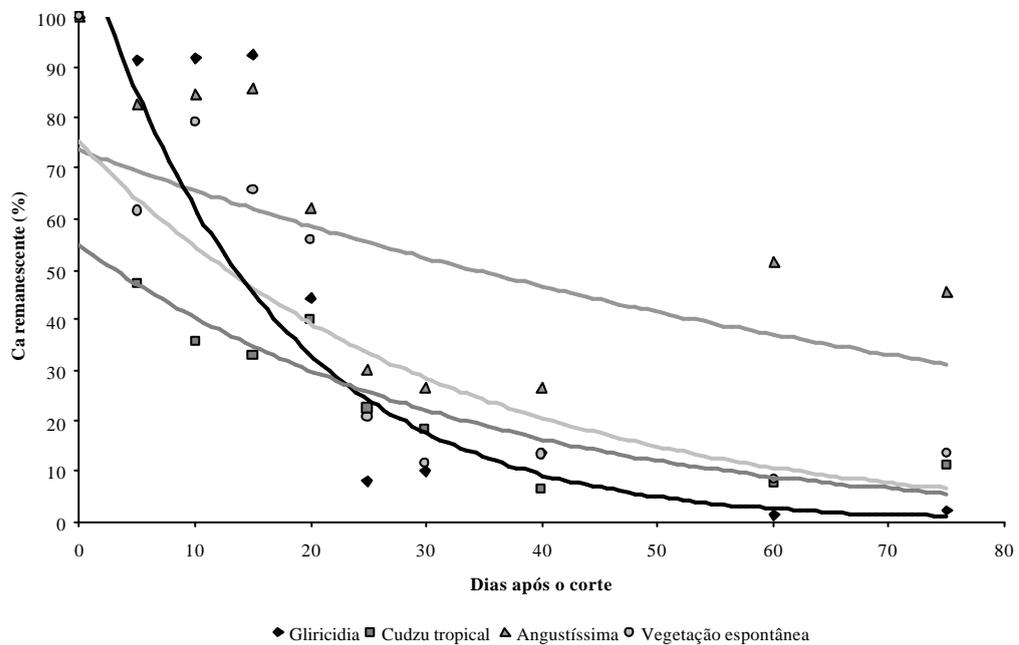
**Figura 19.** Liberação de nitrogênio dos resíduos vegetais ao longo da estação chuvosa, no município de Seropédica/RJ, 2006.



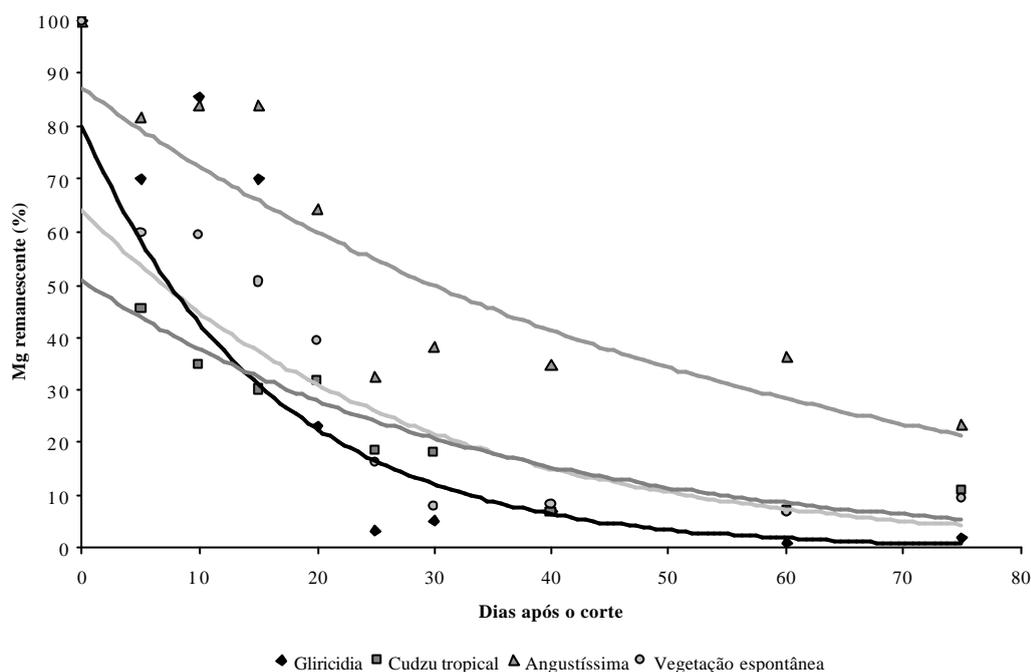
**Figura 20.** Liberação de fósforo dos resíduos vegetais ao longo da estação chuvosa, no município de Seropédica/RJ, 2006.



**Figura 21.** Liberação de potássio dos resíduos vegetais ao longo da estação chuvosa, no município de Seropédica/RJ, 2006.



**Figura 22.** Liberação de cálcio dos resíduos vegetais ao longo da estação chuvosa, no município de Seropédica/RJ, 2006.



**Figura 23.** Liberação de magnésio dos resíduos vegetais ao longo da estação chuvosa, no município de Seropédica/RJ, 2006.

#### 4.3. Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN)

O cultivo de leguminosas, em geral, tende a elevar o teor de matéria orgânica do solo e reduzir a necessidade de fertilização com N. Normalmente, as leguminosas contêm em seus tecidos de 2,0 a 2,8% de N. Assim, uma produção em torno de 10 toneladas de matéria seca por hectare, significaria uma contribuição em N da ordem de 200 a 280 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, sendo de 60 a 80% provenientes da FBN (Urquiaga et al., 1997).

Todavia, um dos principais problemas na quantificação da transferência de N em consórcios entre leguminosas e não-leguminosas, reside na pequena quantidade de N-transferido, quando comparada com aquela oriunda de outras fontes (Jensen, 1995). Desta forma, resultados de pesquisas sobre a quantificação da transferência de N tem demonstrado valores variáveis, desde nulo a até mais de 80% (Broadbent et al., 1982).

Para se avaliar a FBN através do método da abundância natural, parte-se da premissa que as leguminosas, que obtêm o N<sub>2</sub> para sua nutrição, apresentarão valores de  $\delta^{15}\text{N}$  próximos à zero, sendo que a maior parte virá do N do ar que por sua vez possui 0,3663 % de <sup>15</sup>N, ou seja, zero unidade de delta <sup>15</sup>N em excesso. As plantas não fixadoras crescendo no mesmo solo terão valores de  $\delta^{15}\text{N}$  mais elevados e próximos aos do solo, uma vez que toda ou a maior parte do N necessário para o seu desenvolvimento será derivado do solo.

No presente estudo, os valores de  $\delta^{15}\text{N}$  das leguminosas foram semelhantes aos das testemunhas não fixadoras, possivelmente devido à presença de N remanescente no solo. Esse N pode ter sido procedente da adição de esterco e também de trabalho sobre a utilização de leguminosas como coberturas vivas em experimentos anteriores, os quais devem ter inibido a FBN (Tabela 9).

Pelos valores de  $\delta^{15}\text{N}$  das leguminosas, quando comparadas com os das testemunhas não fixadoras, supõe-se que embora a FBN possa ter sido inibida, os valores de nitrogênio adicionado ao solo, provenientes das leguminosas, foram expressivos (Tabela 10).

**Tabela 9.** Capacidade de fixação de N calculada para kudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*), glirícidia (*Gliricidia sepium*) e acácia angustíssima (*Acacia angustissima*) utilizando-se usando três diferentes espécies não fixadoras como referência para cada leguminosa, Seropédica, 2007.

		% FBN			
Espécies		Testemunhas			
<i>Pueraria phaseoloides</i> <sup>(1)</sup>	<i>Cyperus rotundus</i> <sup>(2)</sup>	<i>Emilia sp.</i>	<i>Panicum maximum</i>	Médias	
	3,36 ± 7,53	13,20 ± 8,73	32,22 ± 12,17	16,26 ± 6,21	
<i>Gliricidia sepium</i>	<i>Eucalyptus grandis</i>	<i>Eucalyptus citriodora</i>	<i>Euterpe oleraceae</i>		
	21,09 ± 7,45	7,22 ± 17,97	13,31 ± 5,24	13,87 ± 6,31	
<i>Acacia angustissima</i>	<i>Eucalyptus grandis</i>	<i>Eucalyptus citriodora</i>	<i>Euterpe oleraceae</i>		
	8,23 ± 4,51	9,31 ± 18,64	28,38 ± 10,52	14,12 ± 7,02	

<sup>(1)</sup>d<sup>15</sup>N leguminosas = *Pueraria phaseoloides* - +7,10±0,86; *Gliricidia sepium* - +4,88±0,17; *Acacia angustissima* - +4,54±0,28;

<sup>(2)</sup>d<sup>15</sup>N testemunhas = *Cyperus rotundus* - +7,21±0,54; *Emilia sp.* - +8,01±0,33; *Panicum maximum* - +10,85±1,5;

*Eucalyptus grandis* - +5,85±0,68; *Eucalyptus citriodora* - +6,03±1,54; *Euterpe oleraceae* - +5,57±0,26;

*Eucalyptus grandis* - +4,94±0,53; *Eucalyptus citriodora* - +5,52±1,04; *Euterpe oleraceae* - +6,70±1,22.

**Tabela 10.** Biomassa seca, %N e N total das leguminosas e vegetação espontânea.

Espécie	Biomassa Seca (Mg.ha <sup>-1</sup> )	N (%)	N total (kg.ha <sup>-1</sup> )
<i>Acacia angustissima</i>	10,8 a <sup>(1)</sup>	3,50 a	378,0
<i>Pueraria phaseoloides</i>	9,5 a	2,95 a	280,0
<i>Gliricidia sepium</i>	5,8 b	3,09 a	180,0
Vegetação espontânea	3,8 b	1,05 b	40,0

<sup>(1)</sup> Os valores representam médias de 4 repetições; médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de scott knott ao nível de 5% de probabilidade.

#### 4.4. Determinação da Fauna de Solo

A fauna do solo exerce um papel importante na decomposição da matéria orgânica e conseqüentemente na disponibilidade de nutrientes para o sistema.

Na avaliação utilizando-se as armadilhas do tipo *pitfall*, foi coletado o maior número de indivíduos por armadilha dia<sup>-1</sup> (416 ind/arm/dia<sup>-1</sup>), na área com kudzu tropical, seguido pela glirícidia, vegetação espontânea e acácia angustíssima, embora não tenha havido diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 11).

O grupo formicidae foi o mais abundante em todos os sistemas, representando 74% nas parcelas com kudzu tropical, 59 % em acácia angustíssima, 69 % em glirícidia e 58 % em vegetação espontânea (Figura 24). Outros grupos com grande ocorrência foram: ácaros, cuja maior atividade foi encontrada na área com kudzu, colêmbolos, com maior atividade na vegetação espontânea e diplópodes, também com maior atividade no kudzu.

As parcelas com kudzu tropical apresentaram o maior valor para o índice de Shannon, embora não tenha havido diferença estatística em nenhum dos parâmetros estudados, sugere-se que com este tipo de cobertura há um incremento da fauna epígea do solo (Tabela 11).

As parcelas com acácia angustíssima apresentaram maior riqueza total (19 grupos), também observado por Leitão-Lima & Teixeira (2002), num estudo da macrofauna do solo em capoeiras naturais e enriquecidas com leguminosas arbóreas, no município de Igarapé-Açu, no estado do Pará.

As formigas são um importante componente da biodiversidade tropical e dos sistemas agrícolas. Elas compreendem uma larga fração de biomassa animal e são os mais importantes predadores em sistemas agrofloreais (Delabie et al., 2007). Ecologicamente, elas podem indicar a capacidade de resiliência em ecossistemas alterados.

A aplicação do índice V mostrou que a fauna de solo como um todo foi estimulada pelo plantio do kudzu tropical, não demonstrando alteração em relação à vegetação espontânea e nas áreas sob gliricidia e acácia angustíssima (Tabela 11).

Em relação à composição da comunidade da fauna de solo, observou-se que alguns grupos característicos da fauna residente do solo, ocorreram exclusivamente na área com leguminosas, tais como: larvas de Coleoptera, Diplopoda e Symphyla.

Quanto à funcionalidade dos grupos de fauna, as coberturas vegetais não se diferenciaram, apresentando organismos saprófagos, predadores e que exercem simultaneamente estas duas funções. O único grupo que esteve presente e que tem, também, como hábito alimentar a fitofagia foi o Collembola, encontrado em todas as coberturas vegetais (Figura 24).

**Tabela 11.** Resultados da Atividade (Ind/arm/dia), Índice de Shannon (IS), Índice V (V) e Riquezas Total (RT) e Média (RM), dos grupos da macrofauna do solo.

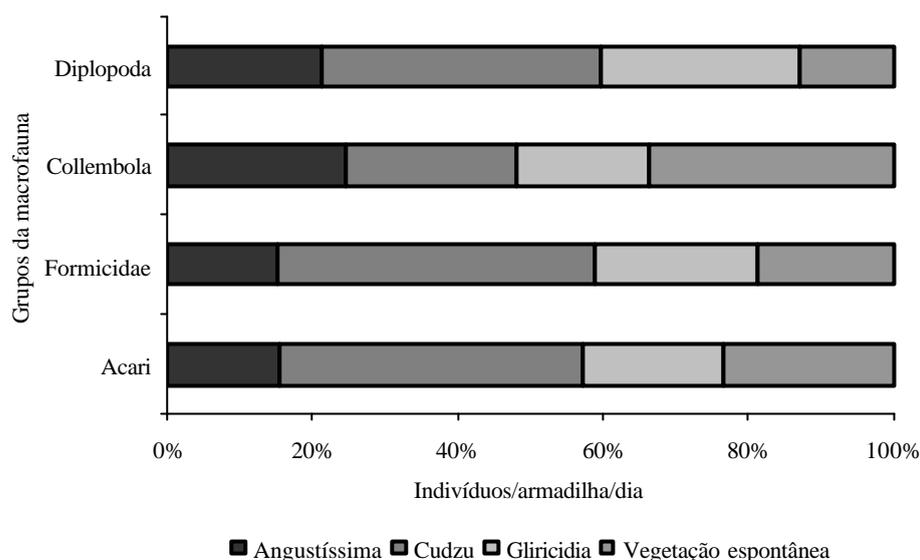
Espécies	Ind/Arm./dia	I. S.	V	RT	RM
<i>Acacia angustissima</i>	194 ± 10	2,31	-0,082 (SA) <sup>(2)</sup>	19	13,5 a <sup>(1)</sup>
<i>Gliricidia sepium</i>	251 ± 9	2,25	0,045 (SA)	17	14,2 a
<i>Pueraria phaseoloides</i>	416 ± 14	1,81	0,290 (EL)	17	13,0 a
Vegetação espontânea	229 ± 13	2,10	-	17	12,5 a

<sup>(1)</sup>Os valores representam médias de 4 repetições; médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de scott knott ao nível de 5% de probabilidade.

<sup>(2)</sup>IE- Inibição extrema, IM- Inibição moderada, IL- Inibição leve, SA- Sem alteração, EL- Estimulação leve, EM- Estimulação moderada, EE- Estimulação extrema.

Na Tabela 12 são apresentados os dados referentes ao número de indivíduos coletados através da técnica TSBF, nas profundidades de 0-10 cm; 10-20 cm e 20-30 cm. Os maiores valores de números de indivíduos se concentraram nas camadas de 0-10 cm e 10-20 cm, nos tratamentos com acácia angustíssima e kudzu tropical.

As espécies de superfície do solo vivem sob resíduos orgânicos, movimentam-se com agilidade, apresentam acuidade visual, sensores desenvolvidos e corpo pigmentado. Esta fauna é afetada pela cobertura vegetal e pelas práticas culturais. Podem penetrar no solo através de rachaduras ou de cavidades naturais. As espécies-praga alimentam-se de sementes, de plantas na região do colo ou da coroa, e, algumas vezes, da parte aérea. Nesse ambiente, ocorrem os predadores, os parasitóides, os decompositores de material orgânico e se estabelecem os mais importantes eventos relacionados ao controle natural das populações de espécies-praga (Gassen, 1999).



**Figura 24.** Percentual de indivíduos coletados por armadilha/dia, do tipo *Pitfall*.

Num estudo sobre a distribuição vertical de grupos de fauna de solo, Leitão-Lima & Teixeira (2002) verificaram, nas parcelas com *Acacia mangium*, as maiores porcentagens da mesofauna na camada de 0 a 5 cm do solo: 72,18%, 67,11%, 78,85% e 72,22%, dos grupos Acari, Collembola, Protura e Symphyla, respectivamente. Assim como em *Inga edulis*, também houve predomínio da fauna na camada 0 a 5cm para Acari, Collembola e, principalmente, Symphyla.

Quando se aplicou o índice V, o resultado mostrou estimulação extrema (EE) da fauna edáfica nos tratamentos 0-10 cm e 10 -20 cm, quando comparada com a vegetação espontânea (Tabela 13). No caso da glicíndia, observou-se que na camada de 0-10 cm houve inibição da quantidade de indivíduos, o que pode ser explicado por a glicíndia apresentar compostos tóxicos, suas raízes são utilizadas como veneno para roedores e atividade nematicida (Parrota, 1992; Coimbra et al., 2006).

Por outro lado, dois fatores podem ter interferido na colonização da fauna de solo sob o porte herbáceo do kudzu, as condições microclimáticas da interface serapilheira-solo, promovendo um aumento no número de indivíduos e a qualidade da serapilheira depositada pela acácia angustíssima.

Os grupos de fauna de solo que mais ocorreram na camada de 0-10 cm estão apresentados na Tabela 15. Na Análise de Componentes Principais (ACP) os três primeiros componentes principais foram responsáveis por 67,8% da informação contida no conjunto das oito variáveis originais com respectivas contribuições de 28,4%; 20,9 e 18,6% para Y1, Y2 e Y3 (Tabela 14).

Houve diferenças entre a composição da macrofauna do solo nas parcelas sob acácia angustíssima e kudzu tropical, das parcelas com glicíndia e vegetação espontânea (Figura 25).

Os grupos que mais ocorreram na camada de 0 a 10 cm foram diplopoda, isopoda, isoptera, oligochaeta, formicidae e gastropoda, associando-se a presença desses grupos a acácia angustíssima e ao kudzu tropical (Figura 25). Nesta mesma camada, a presença de casulos de minhoca e larvas de coleoptera foi observada mais nas parcelas com glicíndia e vegetação espontânea (Figura 25). Diplopoda e isopoda foram os que mais ocorreram nas áreas com acácia angustíssima e kudzu, o que pode ser observado através dos altos valores de coeficientes de correlação (Tabela 15).

Os animais da macrofauna do solo apresentam diâmetro corporal entre 2 e 20 mm e podem pertencer a quase todas as ordens encontradas na mesofauna, excetuando-se Acari, Collembola, Protura e Diplura e incluindo Annelida e Coleoptera. São animais de grande mobilidade que exercem importante papel no transporte de materiais, tanto para confecção de ninhos e tocas, quanto para construção de galerias que alcançam profundidades variáveis no solo. Suas principais funções são: a fragmentação do resíduo vegetal e sua redistribuição, a predação de outros invertebrados e a contribuição direta na estruturação do solo (Swift et al., 1979).

Além da classificação com base nas dimensões corporais, a fauna do solo pode, também, ser classificada com base em aspectos funcionais. Os saprófagos (Blattodea, Dermaptera, Diplopoda, Diplura, Isopoda, Psocoptera e Symphyla) caracterizam-se por se alimentarem diretamente dos resíduos de plantas, fragmentando-os; os predadores (Araneae, Chilopoda, Pseudoscorpionida e Hymenoptera) alimentam-se de outros organismos; as larvas de insetos (larvas de Diptera, Coleoptera, Lepidoptera e Neuroptera), os grupos Coleoptera, Collembola e Thysanoptera e os insetos sociais (Formicidae e Isoptera) podem ser tanto saprófagos como predadores. Os grupos Diptera, Homoptera, Heteroptera e Trichoptera são classificados como não-edáficos e sem funcionalidade conhecida (Correia et al., 1995).

A degradação da serapilheira é um processo contínuo, podendo ter início antes mesmo do material atingir o solo, podendo abrigar, ainda na própria árvore, microrganismos e insetos que iniciam o processo de decomposição, as folhas também liberam carboidratos, ácidos orgânicos, aminoácidos e nutrientes, que podem ser lixiviados, sofrer intemperismo pela ruptura mecânica dos detritos e a ação biológica, que seria a fragmentação gradual e oxidação dos detritos pelos organismos vivos (Correia & Andrade, 1999).

Correia & Oliveira (2000) observaram que nos ecossistemas florestais naturais existe uma abundante comunidade de artrópodes, sendo a macrofauna dominada por insetos sociais (formigas e cupins) e a mesofauna por ácaros e colêmbolos. Neste tipo de ecossistema 50% ou mais da fauna está associada à serapilheira, já que o principal aporte é proveniente da parte aérea. Em ecossistemas tipo savana, como as pastagens, por apresentarem maior aporte de matéria orgânica pelas raízes, a comunidade é dominada por grupos endógeos, como as minhocas. Os plantios arbóreos monoespecíficos possuem densidades totais inferiores aos ecossistemas florestais nativos, que representa uma menor diversidade da fauna de solo.

Os grupos de fauna diplopodas e isopodas vivem na matéria orgânica e na parte superior do solo e segundo David (1999), o seu papel na reciclagem de nutrientes é provavelmente o mais importante. Estes grupos são caracterizados pela atividade saprofítica, Ashwini et al. (2006) afirmam que a decomposição da matéria orgânica e a liberação de nutrientes ocorrem pela sinergia da microflora saprofítica e os invertebrados, em particular os diplópodes.

Hashimoto et al. (2004) atribuem aos diplópodes, grande influência sobre a decomposição da matéria orgânica devido ao seu tamanho corporal e biomassa, embora estes autores afirmem não existir estudos quantitativos sobre o consumo de serapilheira e o movimento da matéria orgânica, promovida por estes indivíduos.

A palatabilidade da serapilheira por diplópodes foi correlacionada com conteúdos de carboidratos e nitrogênio, e níveis de umidade (Sakwa, 1974).

**Tabela 12.** Atividade (Ind/arm/dia) dos grupos da macrofauna do solo, coletados através do método TSBF, Seropédica, RJ.

Espécies	Ind/Arm./dia		
	Profundidade (cm)		
	0-10	10-20	20-30
<i>Acacia angustissima</i>	3584 ±53	2480±20	80± 1,0
<i>Gliricidia sepium</i>	272± 4	352± 3	160± 1,0
<i>Pueraria phaseoloides</i>	2032 ±17	2624±40	112± 0,6
Vegetação espontânea	672± 8	176± 2	320± 3,0

**Tabela 13.** Índice V (V) dos grupos da macrofauna do solo.

Espécies	I.V.		
	Profundidade (cm)		
	0-10	10-20	20-30
<i>Acacia angustissima</i>	0,68 (EE)	0,87 (EE)	-0,86 (IE)
<i>Gliricidia sepium</i>	-0,42 (IM)	0,33 (EM)	-0,86 (IE)
<i>Pueraria phaseoloides</i>	0,50 (EM)	0,87 (EE)	-0,90 (IE)
Vegetação espontânea			

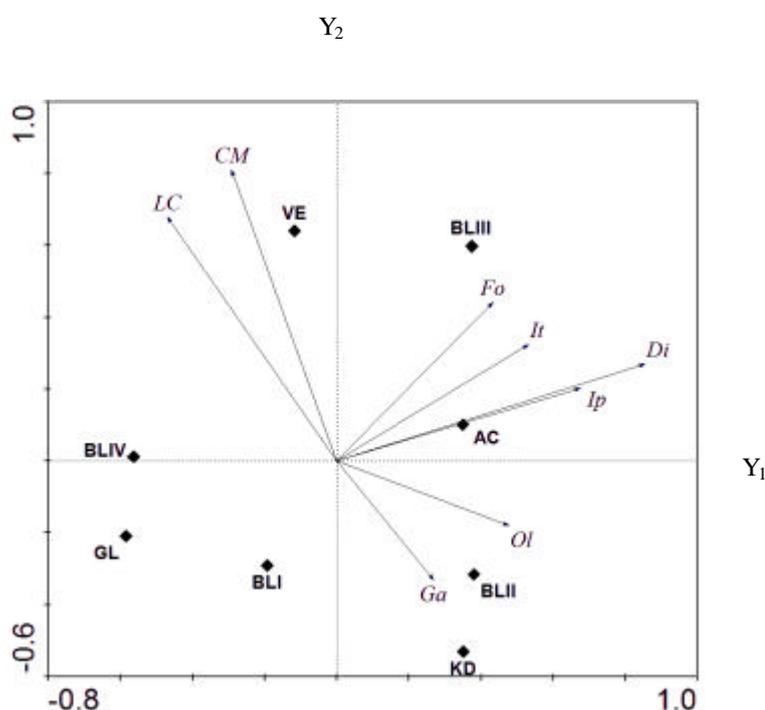
<sup>(2)</sup>IE- Inibição extrema, IM- Inibição moderada, IL- Inibição leve, SA- Sem alteração, EL- Estimulação leve, EM- Estimulação moderada, EE- Estimulação extrema.

**Tabela 14.** Valores dos dois componentes principais ( $Y_1$  e  $Y_2$ ) para a camada de 0-10 cm em estudo e a porcentagem da informação retida pelos componentes principais (% variância e % variância acumulada). Os valores entre parênteses correspondem a ordenação decrescente dos tratamentos para  $Y_1$  e  $Y_2$

Espécies	$Y_1$	Ordem	$Y_2$	Ordem
<i>Acacia angustissima</i>	0,350	2	0,101	2
<i>Gliricidia sepium</i>	-0,584	4	-0,210	3
<i>Pueraria phaseoloides</i>	0,352	1	-0,531	4
Vegetação espontânea	-0,117	3	0,640	1
Variância (%)	28,4		20,9	
Variância acumulada (%)	28,4		49,3	

**Tabela 15.** Coeficientes de correlação linear entre as variáveis e os dois primeiros componentes principais ( $Y_1$  e  $Y_2$ ), na camada de 0-10 cm.

Grupos de fauna	$Y_1$	$Y_2$
Casulos de minhoca	-0,29	0,81
Diplopoda	0,86	0,27
Formicidae	0,43	0,44
Gastropoda	0,27	-0,33
Isopoda	0,68	0,20
Isoptera	0,53	0,32
Larvas de coleóptera	-0,47	0,68
Oligochaeta	0,48	-0,18



**Figura 25.** Análise de componentes principais (ACP) das variáveis da fauna do solo: larvas de coleóptera (LC), casulos de minhoca (CM), Formicidae (Fo), Isoptera (It), Diplopoda (Di), Isopoda (Ip), Oligochaeta (OI), Gastropoda (Ga) para glirícidia (GL), Acácia angustíssima (AC), vegetação espontânea (VE) e kudzu tropical (KD), na camada de 0-10 cm de solo.

Na Tabela 17, estão apresentados os dados referentes à ACP para a camada de 10-20 cm. Os três primeiros componentes principais foram responsáveis por 68% da informação com respectivas contribuições de 31,0%; 20,8% e 16,4% para  $Y_1$ ,  $Y_2$  e  $Y_3$ . Nesta camada a acácia angustíssima se destacou dos demais tratamentos, observando-se maiores quantidades de formicidae, diplopoda, archaeognatha, casulo de minhoca e oligochaeta (Figura 26). Casulos de minhoca e archaeognatha foram os grupos que mais ocorreram nas parcelas com acácia angustíssima (Tabela 18).

Analisar a composição e importância de determinados grupos funcionais da comunidade talvez seja a abordagem que mais contribua para a compreensão da capacidade reguladora da fauna de solo nos ecossistemas. Essa funcionalidade pode estar relacionada apenas à atividade alimentar, no caso de grupos tróficos (Linden et al., 1994) ou relacionar o tipo de alimento com a localização no perfil do solo (Faber, 1991; Lavelle et al., 1992).

A comunidade de invertebrados de solo pode sofrer a influência de uma heterogeneidade vertical, já que o solo é um ambiente estratificado, com um gama de diferentes microhabitats no *litter* e no perfil do solo, e portanto com um grande número de grupos funcionais associados (Lavelle et al., 1992). A heterogeneidade pode ser também horizontal, gerada por um mosaico de condições microclimáticas e de qualidade de recursos, geralmente associadas a uma maior complexidade da vegetação. Um aspecto importante é que a própria ação da fauna do solo cria uma série de novos recursos tanto tróficos, quanto espaciais (Swift et al., 1979).

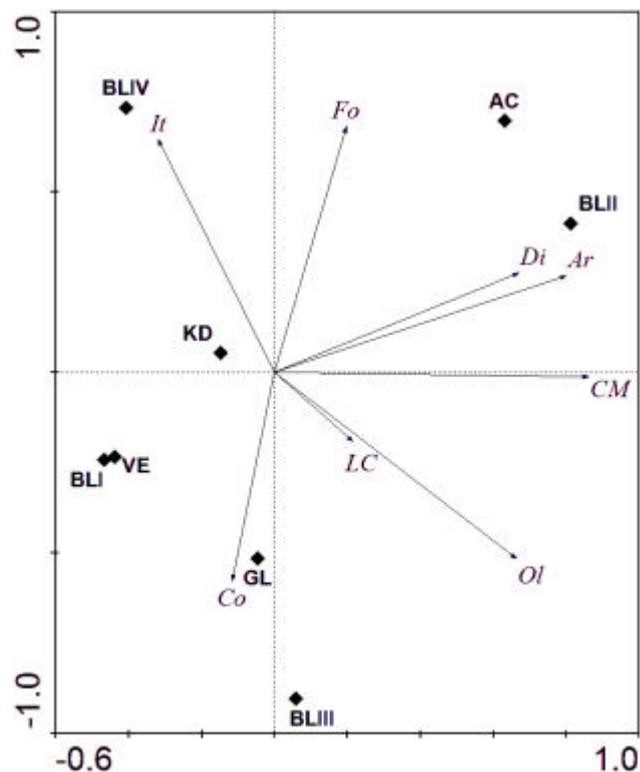
As minhocas podem responder de maneira diferenciada à aplicação de coberturas, de acordo com os hábitos das diferentes espécies. As que habitam a superfície serão sem dúvida alguma, positivamente afetadas pelo uso de coberturas, enquanto as que se localizam mais profundamente no perfil responderão mais favoravelmente à incorporação dos resíduos ao solo (Fraser, 1994).

**Tabela 16.** Valores dos dois componentes principais ( $Y_1$  e  $Y_2$ ) para a camada de 10-20 cm em estudo e a porcentagem da informação retida pelos componentes principais (% variância e % variância acumulada). Os valores entre parênteses correspondem a ordenação decrescente dos tratamentos para  $Y_1$  e  $Y_2$ .

<b>Espécies</b>	<b><math>Y_1</math></b>	<b>Ordem</b>	<b><math>Y_2</math></b>	<b>Ordem</b>
<i>Acacia angustissima</i>	0.631	1	0,696	1
<i>Gliricidia sepium</i>	-0.046	2	-0,515	4
<i>Pueraria phaseoloides</i>	-0.147	3	0,053	2
Vegetação espontânea	-0.438	4	-0,234	3
Variância (%)	31,0		20,8	
Variância acumulada (%)	31,0		51,8	

**Tabela 17.** Coeficientes de correlação linear entre as variáveis e os dois primeiros componentes principais ( $Y_1$  e  $Y_2$ ) na camada de 10-20 cm.

<b>Grupos de fauna</b>	<b><math>Y_1</math></b>	<b><math>Y_2</math></b>
Archaeognatha	0,80	0,26
Casulo de minhoca	0,86	-0,01
Coleóptera	-0,11	-0,57
Diplopoda	0,67	0,27
Formicidae	0,19	0,68
Isoptera	-0,31	0,64
Larvas de coleóptera	0,21	-0,19
Oligochaeta	0,66	-0,51



**Figura 26.** Análise de componentes principais (ACP) das variáveis da fauna do solo: casulos de minhoca (CM), Formicidae (Fo), Isoptera (It), Diplopoda (Di), Oligochaeta (Ol), Gastropoda (Ga), Archaeognatha (Ar) e Coleóptera (Co), para gliricidia (GL), Acácia angustíssima (AC), vegetação espontânea (VE) e kudzu tropical (KD), na camada de 10-20 cm de solo.

Na camada de 20 a 30 cm houve um decréscimo do número total de indivíduos (Tabela 18) quando comparadas com as camadas de 0-10 cm e 10-20 cm. Na Análise dos Componentes Principais, os três primeiros componentes foram responsáveis por 79,5% da informação com respectivas contribuições de 35,7%, 22,9% e 20,9% para  $Y_1$ ,  $Y_2$  e  $Y_3$  (Tabela 19).

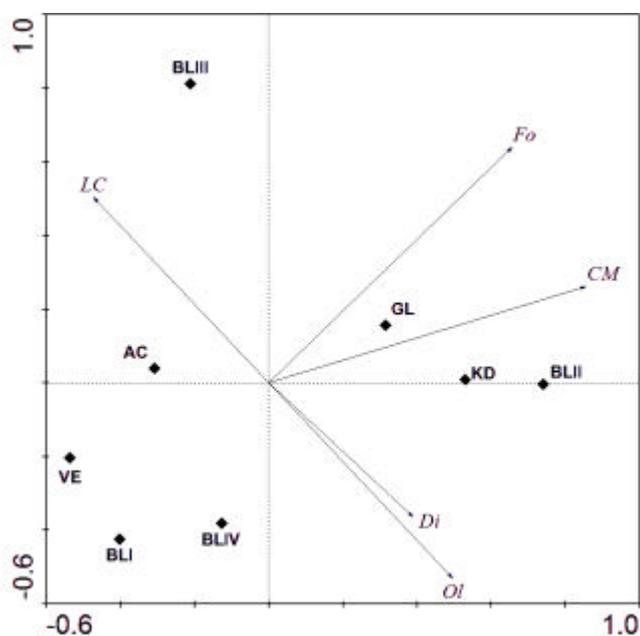
Nesta camada a acácia angustíssima, a gliricidia e o kudzu tropical apresentaram maiores valores do número de indivíduos da fauna do solo, especialmente larvas de coleóptera, formicidae e casulos de minhoca (Figura 27), e os grupos que mais ocorreram foram formicidae e casulos de minhoca (Tabela 19).

**Tabela 18.** Valores dos dois componentes principais ( $Y_1$  e  $Y_2$ ) para a camada de 20-30 cm em estudo e a porcentagem da informação retida pelos componentes principais (% variância e % variância acumulada). Os valores entre parênteses correspondem a ordenação decrescente dos tratamentos para  $Y_1$  e  $Y_2$ .

Espécies	$Y_1$	Ordem	$Y_2$	Ordem
<i>Acacia angustissima</i>	-0,3087	3	0,0389	2
<i>Gliricidia sepium</i>	0,3155	2	0,1563	1
<i>Pueraria phaseoloides</i>	0,5304	1	0,0084	3
Vegetação espontânea	-0,5372	4	-0,2037	4
Variância (%)	35,7		22,9	
Variância acumulada (%)	35,7		58,6	

**Tabela 19.** Coeficientes de correlação linear entre as variáveis e os dois primeiros componentes principais ( $Y_1$  e  $Y_2$ ), na camada de 20-30 cm de solo.

Grupos de fauna	$Y_1$	$Y_2$
Casulos de minhoca	0,85	0,26
Diplopoda	0,38	-0,36
Formicidae	0,65	0,63
Larvas de coleóptera	-0,47	0,50
Oligochaeta	0,49	-0,53



**Figura 27.** Análise de componentes principais (ACP) das variáveis da fauna do solo: larvas de coleóptera (LC), formicidae (Fo), casulos de minhoca (CM), Diplopoda (Di) e Oligochaeta (Ol) para os tratamentos gliricidia, acácia angustíssima, kudzu tropical e vegetação espontânea, na camada de 20-30 cm de solo.

#### 4.5. Avaliação da Comunidade de Ervas Espontâneas

Na Tabela 20 são apresentadas as espécies de ervas espontâneas que ocorreram na área experimental. Os valores da Análise dos Componentes Principais são apresentados na tabela 21, os três primeiros componentes foram responsáveis por 48,5% da informação, com respectivas contribuições de 21,2%; 14,5 e 12,8% para Y<sub>1</sub>, Y<sub>2</sub> e Y<sub>3</sub>.

Na Figura 28 são mostradas as ervas espontâneas que ocorreram nos tratamentos com kudzu tropical e vegetação espontânea, que foram: Capim colômbio (*Panicum maximum*), serralha (*Emilia sp*), guanxuma (*Malvastrum coromandelianum*), capim pé de galinha (*Chloris sp.*), fazendeiro (*Galinsoga parviflora*) e dormideira (*Mimosa pudica* L.).

Já nas parcelas com gliricídia e acácia angustíssima observou-se a ocorrência de coloninho (*Echinochloa colonum* (L.) Link), quebra pedra (*Phyllanthus niruri* L.), amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*), tiririca (*Cyperus sp*), kudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*), picão roxo (*Ageratum conyzoides*), carrapicho (*Cyathula prostrata*), vassourinha (*Sida carpinifolia*), trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.), melão de São Caetano (*Momordica charantia* L.) e indigófera (*Indigofera sp.*).

Nos tratamentos com kudzu tropical e vegetação espontânea, as ervas espontâneas que ocorreram em maior quantidade foram capim colômbio (*Panicum maximum*) e serralha (*Emilia sp.*) (Tabela 22).

Nas parcelas com gliricídia e acácia angustíssima houve uma maior diversidade de ervas espontâneas, menor ocorrência e a supressão do capim colômbio, causado provavelmente pelo sombreamento promovido pelas leguminosas arbóreas, assim como nos tratamentos com kudzu tropical, as ervas foram suprimidas pelo porte herbáceo dessa leguminosa.

A vegetação espontânea era composta basicamente por capim colômbio (*Panicum maximum*), conhecido como um problema nas áreas de produção agrícola devido a sua capacidade de rebrote e agressividade, o difícil controle requer maior utilização de mão de obra e uso de herbicidas.

A total erradicação das ervas espontâneas como forma de manejo nos sistemas agrícolas tem sido foco de freqüentes discussões relacionadas à sustentabilidade do sistema de produção. A infestação crescente de ervas espontâneas nos sistemas agrícolas causa prejuízos às lavouras, com decréscimos acentuados da produtividade, quer pela competição direta por fatores de produção, quer pelos compostos alelopáticos liberados no meio (Almeida, 1988; Akobundu, 1989; Martins & Pitelli, 1994).

Nos monocultivos, até o estabelecimento da cultura, sobram espaços que são facilitados pela ocupação de ervas espontâneas, o que não ocorre nos SAF, onde a área é intensamente ocupada por arranjos de espécies diferentes que exercem maior pressão de controle sobre essas plantas (Sousa, 1995).

Os tipos de associações e formas de arranjos de culturas nos sistemas agroflorestais influenciam a densidade, freqüência e acúmulo de biomassa das ervas espontâneas, podendo também minimizar a competição e otimizar a produção das áreas cultivadas (Schulz et al., 1994). De acordo com Jimenez-Ávila (1979), Nestel (1992) e Beer et al. (2003), a arborização, promovendo restrição à incidência de radiação solar, inibe a infestação e altera a composição da população das ervas espontâneas.

Nos SAF as ervas espontâneas podem atuar como indicadoras que ajudam a identificar os locais onde existe entrada de luz em excesso, falta ou excesso de umidade, ou baixa fertilidade. Desse modo, deve-se, portanto, ajustar um manejo adequado para cada uma dessas situações identificadas. As gramíneas pioneiras podem estar indicando pontos de entrada de luz acima do normal no bananal.

Silva et al. (2006), verificaram em cafezais mantidos a pleno sol e à sombra, as espécies com maiores densidades e freqüências foram *Brachiaria brizanta*, *Panicum*

*maximum*, *Commelina benghalensis* e *Sida cordifolia*, maiores índices de frequência e densidade foram observados para as espécies classificadas como monocotiledôneas (*Brachiaria brizanta* e *Panicum maximum*).

Eiszner et al. (1995) observaram na Nicarágua, uma menor incidência de ervas espontâneas cafezais arborizados com mamoeiros e pinha. Nesse estudo a sombra promovida pelas plantas de mamoeiro, além de reduzir a incidência das ervas espontâneas, minimizaram os efeitos negativos da elevada incidência de radiação solar.

A menor densidade de espécies classificadas como dicotiledôneas pode estar associada ao efeito competitivo da maior produção de biomassa pelas plantas monocotiledôneas, o que propiciaria maior cobertura de solo, dificultando assim a emergência de outras ervas espontâneas (Souza et al., 2003).

Algumas ervas espontâneas são consideradas benéficas, que costumam crescer em áreas de solos mais equilibrados e com certo nível de sombreamento, Vivan (2000) cita algumas como a *Erechtites valerianaefolia*, *Comelina spp.* e *Piper gaudichaudianum*.

**Tabela 20.** Principais espécies de ervas espontâneas ocorrentes e suas respectivas famílias (Lorenzi, 1982) em um SAF no campo experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ, 2005.

NOME COMUM	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA
Colonião	<i>Panicum maximum</i>	GRAMINAEAE
Coloninho	<i>Echinochloa colonum (L.) Link</i>	GRAMINAEAE
Trapoeraba	<i>Commelina benghalensis L.</i>	COMMELINACEAE
Tiririca	<i>Cyperus sp</i>	CYPERACEAE
Amendoim forrageiro	<i>Arachis pintoi</i>	LEGUMINOSAE
Fazendeiro	<i>Galinsoga parviflora Cav.</i>	COMPOSITAE
Serralha	<i>Emilia sp</i>	COMPOSITAE
Indigófera	<i>Indigofera sp</i>	LEGUMINOSAE
Picão roxo	<i>Ageratum conyzoides</i>	COMPOSITAE
Carrapicho	<i>Cyathula prostrata</i>	AMARANTHACEAE
Vassourinha	<i>Sida carpinifolia</i>	MALVACEAE
Cudzu tropical	<i>Pueraria phaseoloides</i>	LEGUMINOSAE
Quebra pedra	<i>Phyllanthus niruri L.</i>	EUPHORBIACEAE
Pé de galinha	<i>Chloris sp.</i>	GRAMINAEAE
Melão de São Caetano	<i>Momosdica charantia L</i>	CUCURBITÁCEA
Dormideira	<i>Mimosa pudica L</i>	LEGUMINOSAE
Guanxuma	<i>Malvastrum coromandelianum</i>	MALVACEAE

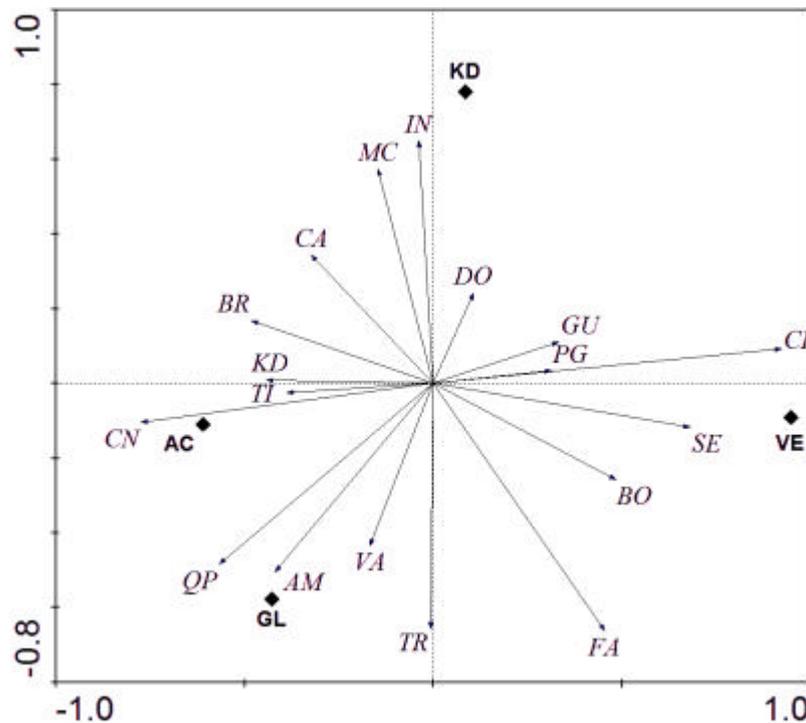
**Tabela 21.** Valores dos dois componentes principais ( $Y_1$  e  $Y_2$ ) para os as ervas espontâneas em estudo e, ainda, porcentagem da informação retida pelos componentes principais (% variância e % variância acumulada). Os valores entre parênteses correspondem a ordenação decrescente dos tratamentos para  $Y_1$  e  $Y_2$ .

<b>Espécies</b>	<b><math>Y_1</math></b>	<b>Ordem</b>	<b><math>Y_2</math></b>	<b>Ordem</b>
<i>Acacia angustissima</i>	-0,9368	4	-0,1696	3
<i>Gliricidia sepium</i>	-0,656	3	-0,8882	4
<i>Pueraria phaseoloides</i>	0,1324	2	1,1976	1
Vegetação espontânea	1,4604	1	-0,1398	2
Variância (%)	21,2		14,5	
Variância acumulada (%)	21,2		35,7	

**Tabela 22.** Coeficientes de correlação linear entre as variáveis e os dois primeiros componentes principais ( $Y_1$  e  $Y_2$ ).

<b>Espécies</b>	<b>Nome científico</b>	<b><math>Y_1</math></b>	<b><math>Y_2</math></b>
Colonião (CL)	<i>Panicum maximum</i>	0,92	0,09
Coloninho (CN)	<i>Echinochloa colonum (L.) Link</i>	-0,77	-0,10
Trapoeraba (TR)	<i>Commelina benghalensis L.</i>	-0,01	-0,65
Tiririca (TI)	<i>Cyperus sp</i>	-0,38	-0,02
Fazendeiro (FA)	<i>Galinsoga parviflora Cav</i>	0,45	-0,66
Amendoim forrageiro (AM)	<i>Arachis pintoi</i>	-0,41	-0,50
Botãozinho (BO)	NI <sup>(1)</sup>	0,48	-0,25
Serralha (SE)	<i>Emilia sp.</i>	0,68	-0,11
Indigófera (IN)	<i>Indigofera sp</i>	-0,03	0,64
Picão Roxo (BR)	<i>Ageratum conyzoides</i>	-0,48	0,16
Carrapicho (CA)	<i>Cyathula prostrata</i>	-0,32	0,34
Vassourinha (VA)	<i>Sida carpinifolia</i>	-0,16	-0,43
Kudzu tropical (KD)	<i>Pueraria phaseoloides</i>	-0,44	0,01
Quebra pedra (QP)	<i>Phyllanthus niruri L.</i>	-0,56	-0,48
Capim pé de galinha (PG)	<i>Chloris sp.</i>	0,31	0,03
Melão de São Caetano (MC)	<i>Momordica charantia L</i>	-0,14	0,57
Dormideira (DO)	<i>Mimosa pudica L</i>	0,10	0,24
Guanxuma (GU)	<i>Malvastrum coromandelianum</i>	0,33	0,10

NI<sup>(1)</sup> Espécie não identificada



**Figura 28.** Análise de componentes principais (ACP) da vegetação espontânea: *Panicum maximum* (CL); *Echinochloa colonum* (L.) Link (CN); *Commelina benghalensis* L. (TR); *Cyperus sp.* (TI); *Galinsoga parviflora* Cav (FA); *Arachis pintoii* (AM); *Botãozinho* (BO); *Emilia sp.* (SE); *Indigofera sp.* (IN); *Ageratum conyzoides* (BO); *Cyathula prostrata* (CA); *Sida carpinifolia* (VA); *Pueraria phaseoloides* (KD); *Phyllanthus niruri* L. (QP); *Chloris sp.* (PG); *Momosdica charantia* L (MC); *Mimosa pudica* L (DO); *Malvastrum coromandelianum* (GU) para os tratamentos *Gliricidia sepium* (GL); *Acacia angustissima* (AC), vegetação espontânea (VE) e *Pueraria phaseoloides* (KD).

#### 4.6. Componentes da Produção da Bananeira

O desenvolvimento vegetativo da bananeira medido aos 5 e 11 meses após o transplante foi negativamente influenciado pela presença das leguminosas arbóreas, na altura média do pseudo caule, no tratamento sob acácia angustissima e o diâmetro médio do pseudocaule, nos tratamentos sob acácia angustissima e gliricidia, foram menores do que os demais tratamentos aos 5 meses e tendência semelhante foi detectada aos 11 meses, porém, com menor intensidade pela gliricidia (Tabela 23). Esse desenvolvimento pode ter sido afetado por fatores como competição por nutrientes e água e, possivelmente um sombreamento dessas leguminosas arbóreas sobre a cultura da banana.

Ao longo do experimento foi observado que a alta densidade de plantio das leguminosas arbóreas, no início da implantação do SAF, pode ter sido determinante em um efeito competitivo que teve impacto direto no desenvolvimento inicial das bananeiras.

Outro aspecto relevante que determinou o menor desenvolvimento inicial das bananeiras pode ter sido o teor de umidade do solo. Notou-se que a distribuição de umidade na área experimental variou nos diferentes tratamentos, mostrando-se mais elevado nas áreas com cobertura viva formada pela vegetação (Figura 11). Notou-se também expressivo

declínio da taxa de precipitação pluviométrica, nos anos de 2005 e 2006 em relação ao de 2004 (Figuras 4 e 6) o que pode também ter contribuído para os resultados observados.

A pluviosidade é de importância primordial para o desenvolvimento da bananeira, que é exigente em relação ao consumo de água, devido a necessidade de alto índice de hidratação dos tecidos das plantas. As taxas de precipitação em torno de 1900 mm, com boa distribuição das chuvas no decorrer do ano, propiciam condições de alta produtividade e qualidade dos frutos (Nascente, 2003).

O início da colheita dos frutos não foi influenciado pela espécie de cobertura vegetal (Tabela 24), todavia, aos 20 meses após o transplante, a proporção de cachos colhidos na presença de gliricídia foi menor do que nos demais tratamentos.

Em relação ao comprimento e diâmetro médios dos frutos de bananeiras, não foram detectadas diferenças em decorrência dos tratamentos (Tabela 25). De forma semelhante a produtividade e o peso médio dos cachos, peso das pencas, número de frutos por cacho e número de pencas por cacho (Tabela 26) também não foram influenciados pelos tratamentos, indicando que a presença das leguminosas arbóreas não acarretou prejuízo aos atributos da produção no início do 1<sup>o</sup> ciclo produtivo das bananeiras.

Segundo Gasparotto *et al.* (2001) as principais características fitotécnicas da cultivar Prata Ken incluem o tempo por ocasião do 1<sup>o</sup> ciclo, o número de dias do plantio ao florescimento (26 meses), peso médio dos cachos (20 kg), número médio de pencas por cacho (7,3) e peso médio de pencas (18,5).

Embora os parâmetros fitotécnicos encontrados no presente estudo, tenham se configurado aquém do que foi preconizado para a cultivar Prata Ken (Gasparotto *et al.*, 2001), a produtividade das bananeiras foi, em média de 13,0 Mg. ha<sup>-1</sup>, equivalente à produtividade média brasileira de 12,5 Mg. ha<sup>-1</sup> (FAO, 2002). Também foi semelhante aos resultados encontrados por Espíndola (2006), com a cultivar nanicao, ao avaliar o estudo de leguminosas herbáceas como coberturas vivas de solo.

A bananeira é uma planta bastante exigente em nutrientes, principalmente potássio, e em ordem de importância o nitrogênio, cálcio, magnésio, enxofre e o fósforo (Nascente, 2003).

A decomposição e liberação de nutrientes por parte das leguminosas testadas demonstraram maior liberação de K seguida de N e P, o que pode vir a ser benéfico para as bananeiras a médio e longo prazos.

**Tabela 23.** Altura e diâmetro do pseudocaule de bananeiras consorciadas com três diferentes leguminosas e vegetação espontânea, Seropédica, 2007.

Espécie	Altura (m)	Diâmetro do pseudocaule (cm)	Altura (m)	Diâmetro do pseudocaule (cm)
	5 meses após o plantio		11 meses após o plantio	
<i>Acacia angustissima</i>	1,15 b <sup>(1)</sup>	7,50 c	1,80 b	15,90 c
<i>Gliricidia sepium</i>	2,40 a	14,31 b	2,85 ab	27,70 b
<i>Pueraria phaseoloides</i>	2,60 a	24,50 a	3,85 a	38,05 a
Vegetação espontânea	2,35 a	23,30 a	3,40 a	33,80 ab
Adubação nitrogenada	2,40 a	24,34 a	3,25 ab	30,35 b

<sup>(1)</sup>Os valores representam médias de 4 repetições; médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 24.** Proporção de cachos colhidos e época de colheita observados em bananeiras consorciadas com três diferentes leguminosas e vegetação espontânea, Seropédica, 2007.

<b>Espécie</b>	<b>Época de colheita (meses após transplântio)</b>	<b>Proporção de cachos colhidos (%)</b>
<i>Acacia angustissima</i>	18 a <sup>(1)</sup>	56 a
<i>Gliricidia sepium</i>	20 a	37 b
<i>Pueraria phaseoloides</i>	18 a	56 a
Vegetação espontânea	19 a	62 a
Adubação nitrogenada	19 a	50 a

<sup>(1)</sup>Os valores representam médias de 4 repetições; médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 25.** Comprimento e diâmetro médio dos frutos observados em bananeiras consorciadas com três diferentes leguminosas, vegetação espontânea Seropédica, 2007.

<b>Espécie</b>	<b>Comprimento da banana (cm)</b>	<b>Diâmetro da banana (cm)</b>
<i>Acacia angustissima</i>	18,17 a <sup>(1)</sup>	14,47 a
<i>Gliricidia sepium</i>	16,35 a	14,23 a
<i>Pueraria phaseoloides</i>	16,98 a	14,02 a
Vegetação espontânea	17,25 a	14,00 a
Adubação nitrogenada	17,17 a	14,24 a

<sup>(1)</sup>Os valores representam médias de 4 repetições; médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 26.** Produtividade do cacho, peso do cacho, peso das pencas, número de frutos por cacho e número de pencas por cacho observados em bananeiras consorciadas com três diferentes leguminosas, vegetação espontânea Seropédica, 2007.

<b>Espécie</b>	<b>Produtividade</b>	<b>Peso do cacho</b>	<b>Peso das pencas</b>	<b>Frutos por cacho</b>	<b>Pencas por cacho</b>
	<b>Mg. Há<sup>-1</sup></b>	<b>(kg)</b>			
<i>Acacia angustissima</i>	14 a <sup>(1)</sup>	13 a	2 a	70 a	5 a
<i>Gliricidia sepium</i>	13,5 a	12 a	2 a	78 a	5 a
<i>Pueraria phaseoloides</i>	12 a	10 a	2 a	70 a	5 a
Vegetação espontânea	12 a	11 a	2 a	60 a	5 a
Adubação nitrogenada	13 a	12 a	2 a	70 a	5 a

<sup>(1)</sup>Os valores representam médias de 4 repetições; médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

## 5. CONCLUSÕES

As leguminosas e a vegetação espontânea possuem diferentes padrões de decomposição dos resíduos;

Todas as espécies avaliadas apresentam rápida liberação de K e lenta liberação de Ca;

As altas taxas de produção de biomassa da *Gliricidia sepium* e da *A. angustissima* podem favorecer em longo prazo o aumento da fertilidade do solo e a disponibilidade de nutrientes para as culturas intercalares;

O tempo de meia vida curto para *Gliricidia sepium* pode favorecer as culturas intercalares;

Ajustes no manejo de podas e nas densidades de consórcios com leguminosas arbóreas devem ser realizados para evitar possíveis competições com a cultura de interesse agrônomo;

A *Gliricidia sepium* inibiu a atividade da macrofauna do solo na camada de 0-10 cm;

Os maiores valores de números de indivíduos da macrofauna do solo se concentraram nas camadas de 0-10 cm e 10-20 cm, nos tratamentos com *A. angustissima* e *Pueraria phaseoloides*;

As leguminosas arbóreas *Gliricidia sepium* e *A. angustissima* e a herbácea *Pueraria phaseoloides* favoreceram a supressão de ervas espontâneas;

O desenvolvimento vegetativo da bananeira foi inibido nas áreas cultivadas sob aléias de *Gliricidia sepium* e *A. angustissima* ;

Não houve diferenças entre os tratamentos testados sobre a produção da bananeira.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo prévio da área a ser manejada e um critério minucioso na elaboração do arranjo agroflorestal são imprescindíveis para minimizar as adversidades que podem ocorrer ao longo da linha de pesquisa com SAF. A gama de informações que se pretende coletar, sem excluir as informações que vão surgindo ao longo do tempo, também devem ser bem definidas, pois o volume de informações a que se pode chegar é grande, e assim, corre-se o risco de subestimar um ou outro aspecto. Por ser um sistema dinâmico envolvendo múltiplas variáveis, o tempo também é um fator extremamente importante, principalmente quando se tratar de culturas perenes. Ou a interação entre estas e culturas anuais, pois isto pode acarretar subestimativa das respostas que poderiam advir com o tempo.

A lógica do SAF é certamente viável na dimensão ambiental, todavia, tornam-se necessários trabalhos envolvendo desenhos de forma a se detectar benefícios nas dimensões social e econômica.

Em unidades de produção de base familiar os SAF podem ser geradores de segurança, pela em face de possibilidade de gerar produtos diversificados, em decorrência da multiplicidade possível de culturas.

Destaca-se, também, que no trabalho de pesquisa com SAF é desejável que, cada vez mais, seja realizado de forma participativa, pois a soma e a troca dos saberes é, sem dúvida, o maior ganho que se pode adquirir.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKOBUNDU, I. O. Weed science in integrated pest management. In: LINGMAN, G. C.; NOORDHOFF, F. M. (eds.). Weed science in the tropics: principles and practices. New York: J. Willey, 1987. p. 1-22.
- ALMEIDA, D. L.; SANTOS, G. A.; DE-POLLI, H., (coord.); CUNHA, L. H.; FREIRE, L. R.; AMARAL SOBRINHO, N. M. B.; PEREIRA, N. N. C.; EIRA, P. A.; BLOISE, R. M.; SALEK, R. C. Manual de adubação para o Estado do Rio de Janeiro. Itaguaí: Ed. Universidade Rural, 1988. 179 p.
- ALMEIDA, F. S. A alelopatia e as plantas. Londrina: IAPAR, 1988. 60 p. (Circular, 53).
- ALTIERI, M. Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável. Ed. Agropecuária. Guaíba, RS. 2002. 592 p.
- ALVES, E. J. Principais cultivares de banana no Brasil. Revista Brasileira de Fruticultura, Cruz das Almas, v. 12, n. 3, p.45-61, 1990.
- ALVES, E. J.; DANTAS, J. L. L.; SOARES FILHO, W. dos S.; SILVA, S. de O.; OLIVEIRA, M. de A.; SOUZA, L. da S.; CINTRA, F. L. D.; BORGES, A. L.; OLIVEIRA, A. M. G.; OLIVEIRA, S. L. de; FANCELLI, M.; CORDEIRO, Z. J. M.; SOUZA, J. da S. Banana para exportação: aspectos técnicos de produção. Brasília: EMBRAPA – SPI, 1995. 106p. (Publicações Técnicas Frutex, 18).
- ALVES, B. J. R. Aplicação da técnica de análise de solutos nitrogenados da seiva para a quantificação da fixação biológica de nitrogênio em *Desmodium ovalifolium* cv Itabela. Tese (Doutorado). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 150 p, 1996.
- ALVIM, P. de T.; NAIR, P.K.R. Combination of cacao with other plantation crops: an agroforestry system in Southeast Bahia, Brazil. Agroforestry Systems. n. 4, p.3-15, 1986.
- ANDERSON, E. N. Southeast Asian gardens: nutrition, cash and ethnicity. Biotica: Nueva Época, n. 1, p. 1-11, 1993.
- ANDERSON, J. M. SWIFT, J. S. I. Decomposition in tropical forest. In: SUTTON, S. L. (eds.) Tropical rain forest: ecology and management. London: Blackwell Scientific, 1983. p. 287-309.
- ANDERSON, J.M.; INGRAM, J.S.I. Tropical soil biology and fertility: a handbook of methods. 2<sup>o</sup> ed. Wallingford, UK: CAB International, 1993. 221p.
- ANDERSON, L. S.; SINCLAIR, F. L. Ecological interactions in Agroforestry Systems. Agroforestry Abstracts 54:57-91. 1993.
- ANDRADE, A. G. Ciclagem de nutrientes e arquitetura radicular de leguminosas arbóreas de interesse para revegetação de solos degradados e estabilização de encostas. Seropédica: UFRRJ, 1997. 182 p. Tese (Doutorado em Agronomia-Ciência do Solo), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 1997.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DA AGRICULTURA BRASILEIRA - AGRIANUAL 98. São Paulo: FNP, Consultoria & Comércio. 1998. p. 132.
- ARATO, H. D.; FERRARI, S. H. de S.; MARTINS, S. V. Utilização de sistema agroflorestal com café (*Coffea arabica* L.) visando a recuperação de uma área degradada no município de Viçosa, MG. In: III Congresso Brasileiro Sobre Sistemas Agroflorestais, 2000, Manaus, Anais...Manaus: EMBRAPA-CPAA, 2001. 4p. (EMBRAPA-CPAA. Documentos, 17).

- ASHWINI, K. M.; SRIDHAR, K. R. Leaf litter preference and conversion by a saprophagous tropical pill millipede, *Arthrosphaera magna* Attems. *Pedobiologia*, 49, 307-316 p. 2005.
- AUER, C.G., SILVA, R. Fixação de nitrogênio em espécies arbóreas. In: CARDOSO, E. J. B. N., TSAI, S. M., NEVES, M. C. P. (eds). *Microbiologia do solo*. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. p.157-172.
- BAGGIO, A. J. O estado da arte do ensino agroflorestal no Brasil. In: II Congresso Brasileiro em Sistemas Agroflorestais, 1998, Belém, Palestras, Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1999. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 25). 1999. p. 151-159.
- BAGGIO, A. J.; HEUVELDOP, J. Implantação, manejo e utilização do sistema agroflorestal cercas vivas de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud., na Costa Rica. *Boletim de Pesquisa Florestal*, Curitiba, n. 5, p. 19-52, 1982.
- BALA, A.; MURPHY, P.; GILLER, K.E. Distribution and diversity of rhizobia nodulating agroforestry legumes in soil from three continents in the tropics. *Molecular Ecology*, v.12, p.917-930, 2003.
- BARRETO, A. C.; FERNANDES, M. F. Cultivo de *Gliricidia sepium* e *Leucaena leucocephala* em alamedas visando a melhoria dos solos dos tabuleiros costeiros. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 36, n. 10, p. 1287-1293, 2001.
- BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; GALLO, J. R. Métodos de análise química de plantas. Campinas: Instituto Agrônomo, Campinas, 1983.41p. (Boletim Técnico, 78).
- BEER, J.; HARVEY, C.; IBRAHIM, M.; HARMAND, J. M.; SOMARRIBA, E.; JIMENEZ, F. Servicios ambientales de los sistemas agroforestales. *Agroforestería en las Américas*. Vol. 10 n 37-38. 2003.
- BEZERRA, R. G.; NUNES, L. A.; NUNES, P. C.; BRILHANTE, N. A. & ROSÁRIO, A. A. S. Formação de educadores agroflorestais no noroeste do estado de Mato Grosso. In: DOSSA, D.; RIBASKI, J. & VILCAHUAMAN, L. J. M. ed. *Anais V Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais – SAF: Desenvolvimento com proteção ambiental*. Colombo, Embrapa Floresta, 2004. p. 44-46.
- BIANCHI, M. O.; RODRIGUES, K. M.; SILVA, G. T. A.; CORREIA, M. E. F. ; RESENDE, A.S. Avaliação da palatabilidade e da taxa de consumo de espécies arbóreas pela fauna do solo. In: XXX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2005, Recife. XXX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2005.
- BLANES, J.; LIMA, W. R.; ARAÚJO, M.; LIMA, L.; FERNANDES, V. Associativismo, sistemas agroflorestais e produção orgânica: uma estratégia para conservação e desenvolvimento no contexto rural da região cacauceira da Bahia. In: GAMA-RODRIGUES, A. C.; BARROS, N. F.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; FREITAS, M. S. M.; VIANA, A. P.; JASMIN, J. M.; MARCIANO, C. R.; CARNEIRO, J. G. de A... (org.). *Sistemas Agroflorestais - Bases Científicas para o Desenvolvimento Sustentável*. Campos dos Goytacazes - RJ: Sociedade Brasileira de Sistemas Agroflorestais, 2006, v., p. 33-42.
- BODDEY, R.M.; ALVES, B.J.R. & URQUIAGA, S. Quantificação da fixação biológica de nitrogênio associada a plantas utilizando o isótopo <sup>15</sup>N. In: *Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola*, eds. Hungria, M. & Araújo, R.S. EMBRAPA-CNPAP, pp 471-494, 1994.
- BODDEY, R. M.; PEOPLES, M. B.; PALMER, B.; DART, P. J. Use of the <sup>15</sup>N natural abundance technique to quantify biological nitrogen fixation by woody perennials. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, Dordrecht, v. 57, p. 235-270, 2000.

- BOLFE, A. P. F.; TRINDADE NETO, I. Q.; SOUZA, H. Agrofloresta, sustento da vida - relato de uma experiência participativa em SAF, Japarutuba, Sergipe. In: I Seminário Petrobrás de Experiências Florestais, 2005, Salvador, BA. Anais do I Seminário Petrobrás de Experiências Florestais. Salvador : Embrapa / Petrobrás, 2005a. p. 1-12.
- BOLFE, A. P. F.; TRINDADE NETO, I. Q.; SOUZA, H.; BEZERRA, S. Um programa de educação para sistemas agroflorestais. In: I Seminário Petrobrás de Experiências Florestais, 2005, Salvador, BA. Anais do I Seminário Petrobrás de Experiências Florestais. Salvador : Embrapa / Petrobrás, 2005b. p. 1-10.
- BOTERO, J. E.; BARKER, P. S. Coffee and biodiversity: a producer-country perspective. In Coffee Futures, CENICAFE, Colombia. P. 2-11. 2002.
- BRAY, R. A.; PALMER, B. Performance of shrub legumes at four sites in Indonesia and Australia. *Tropical Grasslands* 31(1): 31-39. 1997.
- BREMNER, J. M.; MULVANEY, C. S. Nitrogen total. In: PAGE, A. L.; MILLER, R. A.; KEENEY, D. R., (Ed). *Methods of soil Analysis*. 2. ed. Madison: American Society of Agronomy, p. 595-624, (Agronomy, 9). 1982.
- BROADBENT, F.E.; NAKASHIMA, T.; CHANG, G. Y. Estimation of nitrogen fixation by isotope dilution in field and greenhouse experiments. *Agronomy Journal*, Madison, v.74, p. 625-628, 1982.
- BROOK, R.M., KANUA, M.B., WORUBA, M.G. Multipurpose tree species evaluations in Papua New Guinea: Early results. *Nitrogen Fixing Tree Reports* 10:77-80. 1992.
- BROOK, R.M. Cultivo em aléias for sweet potato in Papua New Guinea. *Nitrogen Fixing Tree Research Reports* 11:35-39. 1993.
- BUDOWSKI, G. Applicability of agroforestry systems. In: MacDonald K. (ed). *Workshop on agroforestry in the African Humid Tropics*. UNU, Tokyo. P. 13-15. 1982.
- BUDOWSKI, G.; RUSSO, R. O. Live fence posts in Costa Rica: a compilation of the farmer's beliefs and technologies. *Journal of Sustainable Agriculture*, New York, v. 3 n. 2, p. 65-87, 1993.
- CALDEIRA, M. V. W.; SCHUMACHER, M. V.; TEDESCO, N.; SANTOS, E. M. dos. Ciclagem de nutrientes em *Acacia mearnsii* (De Wild.) Quantificação do conteúdo de nutrientes na biomassa aérea de *Acacia mearnsii* (De Wild.). *Procedência Australiana Ciência Rural*, Santa Maria, RS. vol.30 nº.6 p.977-982. 2000.
- CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, A. E.; WILDNER, L. do P.; COSTA M. B. da ; ALCÂNTARA, B. P.; MIYASAKA, S.; AMADO, T. J. C. Adubação verde no sul do Brasil, 1992. 54 p.
- CAMPELLO, E. F. C.; SILVA, G. T. A.; NÓBREGA, P. O.; VIEIRA, A. L. M.; FRANCO, A. A.; RESENDE, A. S. de. Implantação e Manejo de SAF na Mata Atlântica: A Experiência da Embrapa Agrobiologia. In: GAMA-RODRIGUES, A. C.; BARROS, N. F.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; FREITAS, M. S. M.; VIANA, A. P.; JASMIN, J. M.; MARCIANO, C. R.; CARNEIRO, J. G. de A... (org.). *Sistemas Agroflorestais - Bases Científicas para o Desenvolvimento Sustentável*. Campos dos Goytacazes - RJ: Sociedade Brasileira de Sistemas Agroflorestais, 2006, v., p. 33-42.
- CAMPELLO, E. F.; FRANCO, A. A.; FARIA, S. M. Aspectos Ecológicos da Seleção de Espécies para Sistemas Agroflorestais e Recuperação de Áreas Degradadas. In: AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L. de (org.). *Princípios e técnicas para uma agricultura orgânica Sustentável*. Brasília - DF: Agroecologia, 2005, v., p. 467-482.

- CARTER, J. Alley farming: have resource-poor farmers benefited. ODI-Natural Resource Perspectives 3. London UK. 4p. 1995.
- CARVALHO, A. C. A. de; COUTO, H. T. Z. do; GAZEL, S. da S. Análise de um sistema agroflorestal usando estatística multivariada. In: III Congresso Brasileiro Sobre Sistemas Agroflorestais, 2000, Manaus, Anais...Manaus: EMBRAPA-CPAA, 2001. 4p. (EMBRAPA-CPAA. Documentos, 17).
- CATTANIO, J. H. Soil mineralization dynamics as affected by pure and mixed application of leafy material from leguminous trees used in planted fallow in Brazil. Universidade de Goettingen, UNIGOE, Alemanha. 124p. 2002.
- CEASA-RJ. CENTRAL DE ABASTECIMENTO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Disponível em <http://www.ceasa.rj.gov.br>.
- CENTRO DE APOIO FLORESTAL DO GRUPO VOTORANTIM. Sistema agroflorestal de maior escala: o caso do eucalipto com cultivos agrícolas na Fazenda São Miguel - Unaí-MG. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO FLORESTAL, 2., 1991, Curitiba. Anais. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1992. v. 1, p. 221-230.
- CINTRA, F.L.D. Manejo e conservação do solo em bananais. Revista Brasileira de Fruticultura, Cruz das Almas, v.10, n.1, p.65-73, 1988.
- COIMBRA, J. L.; SOARES, A. C. F.; GARRIDO, M.D.S.; SOUSA, C.D.S.; RIBEIRO, F. L. B. Toxicity of plant extracts to *Scutellonema bradys*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.41(7), p.1209-1211, 2006.
- COLEMAN, D.C.; HENDRIX, P.F. Invertebrates as Webmasters in Ecosystems. London, CABI Publishing, 2000. 336 p.
- CORRÊA, E. F. ARCO VERDE; M. J.; LIMA, H. N. Decomposição de Folhas de *Gliricídia* (*Gliricidia sepium*, Leg. Papilionoidea) em um modelo de Sistema Agroflorestal de Roraima. In: V Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, 2004, Curitiba Paraná. Anais V Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais "SAF: Desenvolvimento com Proteção Ambiental, 2004. p. 73-75.
- CORREIA, M. E. F.; FARIA, S. M.; CAMPELLO, E. F.; FRANCO, A. A. Organização da comunidade de macroartrópodos edáficos em plantios de eucalipto e leguminosas arbóreas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25. Viçosa, 1995. Anais. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995. p. 442-444.
- CORREIA, M. E. F.; ANDRADE, A. G. Formação de serapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G.A. & CAMARGO, F.A.O., eds. Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. 1. Porto Alegre, Genesis, 1999. p.197-225.
- CORREIA, M. E. F., OLIVEIRA, L. C. Fauna de solo: Aspectos gerais e metodológicos. Seropédica, 2000: Embrapa Agrobiologia, 48 p. (Documento Técnico, nº 112).
- COSTA, G. S. Ciclagem de nutrientes em uma área degradada revegetada com leguminosas arbóreas e em um fragmento florestal em crescimento secundário (capoeira). Tese, 1998. 45-55.
- COSTA, N. de L.; LEÔNIDAS, F. das C.; TOWNSEND, C.R.; MAGALHÃES, J.A.; VIEIRA, A.H. Avaliação de leguminosas arbóreas e arbustivas de múltiplo uso em Rondônia. Porto Velho: EMBRAPA-CPAF Rondônia, 1998. 11p. (EMBRAPA-CPAF Rondônia. Boletim de Pesquisa, 27).
- COSTA, N. de L.; MAGALHÃES, J. A.; TOWNSEND, C. R., PEREIRA, R. G. de A.; OLIVEIRA, J. R. da C. Avaliação agrônômica de leguminosas arbustivas de uso múltiplo em Ariquemes, V Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais. 2004. Rondônia, p. 447-449.

- CUNHA, G.M. Ciclagem de nutrientes e conteúdo de fósforo orgânico do solo em florestas e em *Eucalyptus citriodora*, na região norte fluminense, RJ. Campos dos Goytacazes, UENF, 2002. 121p. (Tese de Doutorado).
- CUNHA, J.F., FRAGA JR, C. Efeito da adubação mineral, orgânica e calagem, na produção da bananeira em várzea litorânea de Caraguatatuba – Estado de São Paulo. *Bragantia*. v. 22, p. 159-68, 1963.
- CURRY, J.P.; BYRNE, D.; BOYLE, K.E. The earthworms population of a winter cereal field and its effects on soil and nitrogen turnover. *Biology and Fertility of Soils*, v. 19, p.166-172. 1995.
- DA ROS, C. O. Plantas de inverno para cobertura do solo e fornecimento de nitrogênio ao milho em plantio direto. 1993. 85 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1993.
- DANIEL, O. Definição de indicadores de sustentabilidade para sistemas agroflorestais, Viçosa: UFV, 2000. 112p. Dissertação (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- DANIEL, O. Diagnóstico de situação e necessidades para o desenvolvimento de SAF em Mato Grosso do Sul. In: Seminário sobre Sistemas Agroflorestais e Desenvolvimento Sustentável, 2003, Campo Grande - MS. Embrapa - CNPGC, 2003. v. CD. p. 1-15.
- DANIEL, O.; COUTO, L.; VITORINO, A. C. T. Sistemas agroflorestais como alternativas sustentáveis à recuperação de pastagens degradadas. In: SIMPÓSIO SUSTENTABILIDADE DA PECUÁRIA DE LEITE NO BRASIL, 1, 1999, Juiz de Fora. Anais...Juiz de Fora: CNPGL, 1999. p. 151-170.
- DANTAS, A. C. V. L.; DANTAS, J. L. L. ALVES, E. J. Estrutura da planta. In: ALVES, E. J. (org.). A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais. Brasília: EMBRAPA-SPI/EMBRAPA-CNPMPF, 1997. p. 47-60.
- DAVID, J. F.; DEVERNAY, G. LOUCOUGARAY, E.; FLOCH. Belowground biodiversity in a Mediterranean landscape: relationships between saprophagous macroarthropod communities and vegetation structure. *Biodiversity and Conservation*, 8: 753-767 p. 1999.
- DELABIE, J. H. C.; JAHYNY, B. NASCIEMNTO, I. C. do; MARIANO, C. S. F.; LACAU, S. CAMPIOLO, S.; PHILPOTT, S. M.; LEPONCE, M. Contribution of cocoa plantations to the conservation of native ants (Insecta: Hymenoptera: Formicidae) with a special emphasis on the Atlantic Forest fauna of southern Bahia, Brazil. *Biodiversity Conservation*. 16:2359–2384. 2007.
- DELVAUX, B. Soils. In: GOWEN, S. (ed.) Bananas and plantains. London: Chapman & Hall, 1995. p.230-57.
- DERPSCH, R., ROTH, C.H., SIDIRAS, N. AND KÖPKE, U., Controle da erosão no Paraná, Brasil: Sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo. SP 245p. 1991.
- DIAS, H. M.; SOARES, M. L. G. Modelo conceitual para utilização sustentada dos recursos florísticos de restinga em áreas de plantios de coco, Caravelas, extremo sul da Bahia: uma proposta para a inclusão sócio-econômica. In: GAMA-RODRIGUES, A. C.; BARROS, N. F.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; FREITAS, M. S. M.; VIANA, A. P.; JASMIN, J. M.; MARCIANO, C. R.; CARNEIRO, J. G. de A... (org.). Sistemas Agroflorestais - Bases Científicas para o Desenvolvimento Sustentável. Campos dos Goytacazes - RJ: Sociedade Brasileira de Sistemas Agroflorestais, 2006, 4p.

- DIAS, L. E.; FRANCO, A. A.; CAMPELLO, E. F. C.; FARIA, S. M. ; CASTILHO, A.; HENRIQUES, J. C.. Revegetação de tanques de depósito de rejeito da lavagem de bauxita extraída em Porto Trombetas - PA. In: Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, 2002, Ilhéus/BA. Anais de Congresso, 2002.
- DRUMOND, M. A.; CARVALHO FILHO, O. M.; OLIVEIRA, V. R. Introdução e seleção de espécies arbóreas forrageiras exóticas na região semi-árida do Estado de Sergipe. Acta Botânica Brasileira, Brasília, DF, v. 13, n. 3, p. 251-256, 1999.
- DUBÈ, F. **Estudos técnicos e econômicos de sistemas agroflorestais com *Eucalyptus* sp. no noroeste do Estado de Minas Gerais:** O caso da Companhia Mineira de Metais. 1999. 146 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- DUBOIS, J.C. L. Agroflorestas: uma alternativa para o desenvolvimento rural sustentado. Informativo Agroflorestal, REBRAAF, vol 1, n 4, p.1-7, 1989.
- DZOWELA, B. H. Acacia angustissima: A central American tree that's going places. Agroforestry Today. 6(3):13-14. 1994.
- DZOWELA, B. H., HOVE, L. Recent work on the establishment, production and utilization of multipurpose trees as a feed resource in Zimbabwe. Animal Feed Science and Technology 69(1-3): 15p. 1997.
- EGUCHI, E.S.; SILVA, E.L. & OLIVEIRA, M.S. Variabilidade espacial da textura e da densidade de partículas em um solo aluvial no Município de Lavras, MG. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.6, n.2, p.242-246, 2002.
- EISZNER, H.; AGUILAR, V.; SOMARRIBA, S. Manejo integrado de malezas, coberturas y sombra en cafetales del pacífico de Nicaragua. In: SIMPÓSIO SOBRE CAFEICULTURA LATINOAMERICANA, 16., 1993, Manágua, Nicaragua. Anais... Tegucigalpa: IICA; CONCAFE, 1995. v. 2, p. 211-217.
- EMATER- RJ. Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Rio de Janeiro. Disponível em <http://www.emater.rj.gov.br>. Acesso em 19 de setembro de 2007.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA — EMBRAPA. Manual de métodos de análises de solo. 2. ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212p.
- ENGEL, V. L. Introdução aos Sistemas Agroflorestais. Botucatu: FEPAF, 1999. 70 p.
- ESPÍNDOLA, J.A.A., GUERRA, J.G.M., ALMEIDA, D.L. Decomposição e liberação de nutrientes acumulados em leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananeira. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.30, n. 2. p. 321-328, 2006.
- ESPÍNDOLA, J. A. A. Avaliação de leguminosas herbáceas perenes usadas como cobertura viva do solo e sua influência sobre a produção de bananeira (*Musa* spp.). Tese de doutorado em Agronomia. UFRuralRJ, Seropédica-RJ, 144p., 2001.
- ESPÍNDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. de, TEIXEIRA, M. G.; URQUIAGA, S. Avaliação de algumas leguminosas herbáceas perenes submetidas a fontes e doses de fósforo. XXVI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 1997.
- FABER, J.H. Functional classification of soil fauna: a new approach. Oikos, Copenhagen, v.62, n.1, p.110-117, 1991.
- FAGUNDES, G.R.; YAMANISHI, O.K. Quantidade e preços da banana 'Prata' comercializada nas CEASAs do Distrito Federal, São Paulo, Belo Horizonte e Rio de Janeiro no período de 1995 a 1999. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 593-596, 2001.

FAO. Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação. Disponível em: <http://www.fao.org>. Acesso em: 19 de setembro de 2007.

FASSBENDER, H.W. Modelos edafológicos de sistemas agroflorestais. Turrialba, CATIE. 491p. 1993.

FEARNSIDE, P.M. Serviços ambientais como uso sustentável de recursos Naturais na Amazônia. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). Manaus-Amazonas, 2002.

FRANCO, A. A.; NEVES, M. C. P. Fatores limitantes à fixação biológica de nitrogênio. In: CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, S. M.; NEVES, M. C. P., (ed.). Microbiologia do solo. Campinas: SBCS, 1992. p. 219-230.

FRANCO, A. A. Uso de *Gliricidia sepium* como moirão vivo. Seropédica: EMBRAPA-UAPNPBS, 1988. 5 p. (EMBRAPA-UAPNPBS. Comunicado Técnico, 3).

FRANCO, A. A.; CAMPELLO, E. F. C.; SILVA, E. M. R. da; FARIA, S. M. de. Revegetação de solos degradados. Seropédica: EMBRAPA-CNPAB, 1992. 8 p. (EMBRAPA-CNPAB. Comunicado Técnico, 9).

FRASER, P.M. The impact of soil and crop management practices on soil macrofauna. In: PANKHURST, C.E.; DOUBE, B.M.; GUPTA, V.V.S.R.; GRACE, P.R., eds. Soil Biota: management in sustainable farming systems. Melbourne: CSIRO, 1994. p.25-132.

FURLANETO, F. de P. B.; MARTINS, A. N.; GOLDONI, C. L.; ESPERANCINI, M. S. T. Custo de produção e rentabilidade da cultura da banana 'Maçã' (*Musa spp.*) na região do Médio Paranapanema, Estado de São Paulo, 2005. Informações Econômicas. Instituto de Economia Agrícola, São Paulo, v. 35, n. 12, p. 19-25, 2005.

GALLO, J.R., BATAGLIA, O.C., FURLANI, P.R., HIROCE, R., FURLANI, A.M.C., RAMOS, M.T.B., MOREIRA, R.S. Composição química inorgânica da bananeira (*Musa acuminata* Simmonds, cultivar Nanicão). Ciência e Cultura. v. 24, p. 70-9, 1972.

GAMA-RODRIGUES, A.C. Ciclagem de nutrientes por espécies florestais em povoamentos puros e mistos em solos de tabuleiro da Bahia, Brasil. Viçosa, UFV, 1997. 107p. (Tese de Doutorado).

GAMA-RODRIGUES, A.C.; BARROS, N.F. Ciclagem de nutrientes em floresta natural e em plantios de eucalipto e de dendê no sudeste da Bahia, Brasil. R. Árvore, 26: 193-207, 2002.

GAMA-RODRIGUES, E.F. Biomassa microbiana e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G.A. & CAMARGO, F.A.O. (Eds). Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre, Gênese, 1999. p. 227-243.

GAMA-RODRIGUES, A. C. Ciclagem de Nutrientes em Sistemas Agroflorestais na Região Tropical: Funcionalidade e Sustentabilidade. In: MÜLLER, M. W.; GAMA-RODRIGUES, A. C. da; BRANDÃO, I. C. S. F. L.; SERÓDIO, M. H. C. F. (org.). Sistemas Agroflorestais, Tendência da Agricultura Ecológica nos Trópicos: Sustento da Vida e Sustento de Vida. 01 ed. Ilhéus/Campos dos Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro / CEPLAC, v. 01, p. 67-87. 2004.

GARCIA, R.; COUTO, L.; ANDRADE, C. M. S.; TSUKAMOTO FILHO, A. de A. *Sistemas Silvopastoris na Região Sudeste: A Experiência da CMM*. In: III Congresso Brasileiro Sobre Sistemas Agroflorestais, 2000, Manaus, Anais...Manaus: EMBRAPA-CPAA, 2001. 23p. (EMBRAPA-CPAA. Documentos, 17).

GASPAROTTO, L.; PEREIRA, J.C.R.; PEREIRA, M.C.N.; COSTA, M.M.; CORDEIRO, Z.J.M.; SILVA, S.O. **Pacovan Ken** cultivar de bananeira resistente a sigatoka-negra, para o Estado do Amazonas. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2001. 3p. (Comunicado Técnico, 10).

- GASSEN, D.N. Os insetos e a fertilidade de solos. In: Curso sobre aspectos básicos de fertilidade e microbiologia do solo sob plantio direto, 1999, Cruz Alta. Resumos e palestras... Cruz Alta: Aldeia Norte, 1999. p.70-89.
- GONZÁLEZ, M. I. M.; GALLARDO, J. F. El efecto hojarasca: una revisión. Anales de edafología y agrobiología. p. 1130-1157, 1986.
- GRAHAM, A. Studies in neotropical paleobotany. IX. The Pliocene communities of Panama - Angiosperms (Dicots). Annals of the Missouri Botanical Garden, 78: 201–223. 1991
- GUTTERIDGE, R.C. The perennial *Sesbania* species. In: GUTTERIDGE, R.C.; SHELTON, H.M. (ed.) Forage tree legumes in tropical agriculture. Wallingford: CAB INTERNATIONAL, 1994. cap. 2/3, p.49-64.
- HARDY, R.W.F.; HOLSTON, R.D.; JACKSON, E.K.; BURNS, R.C. The acetylene-ethylene assay for N<sub>2</sub>-fixation: laboratory and field evaluations. Plant Physiology, Washington, v.43, p.1185-1207, 1968.
- HASHIMOTO, M.; KANEKO, N. ITO, M.T; TOYOTA, A. Exploitation of litter and soil by the train millipede *Parafontaria laminata* (Diplopoda: Xystodesmidae) in larch plantation forests in Japan. Pedobiologia 48, 71–81 p. 2004.
- HOFFMANN, M. R. Sistema Agroflorestal sucessional – Implantação mecanizada. Um estudo de caso. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2005, 59p. Dissertação de Graduação.
- HUGHES, C. E. Biological considerations in designing a seed collection strategy for *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. (Leguminosae). Commonwealth Forestry Review, London, v. 66, n. 1, p. 31 - 48, 1987.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br> . Acesso em: 19 de setembro de 2007.
- JENSEN, E.S. Barley uptake of N deposited in the rhizosphere of associated field pea. Soil Biology Biochemistry, vol 28, n.2 pp.159-168, 1995.
- JIMENEZ-ÁVILA, E. Estudios ecológicos del agroecosistema cafetalero: I. estructura de los cafetales de una finca em Coatepec, México. Biotica, [S.l.], v. 4, p. 1-12, 1979.
- JOVCHELEVICH, P. A certificação agroflorestal no IBD. In: III Congresso Brasileiro Sobre Sistemas Agroflorestais, 2000, Manaus, Anais...Manaus: EMBRAPA-CPAA, 2001. 2p. (EMBRAPA-CPAA. Documentos, 17).
- KANG, B. T.; REYNOLDS, L.; ATTA-KRAH, A. N. Alley farming. Advanced Agronomy, v.43, p.15-359, 1990.
- KILL, L. H. P.; DRUMOND, M. A. Biologia floral e reprodutiva de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud. (Fabaceae - Papilionoideae) em Petrolina - PE. In: REUNIÃO NORDESTINA DE BOTÂNICA, 23., 2000, Recife, PE. Resumos... Recife: SBB, 2000. p. 173.
- LANDAUER, K.; BRAZIL, M. Tropical Home Gardens. United Nations University Press, 1990. 257 p.
- LAVELLE, P., BLANCHART, E., MARTIN, A., SPAIN, A.V.; MARTIN, S. Impact of Soil Fauna on the Properties of Soils in the Humid Tropics. In: *Myths and science of soils of the tropics*. SSSA Special publication nº 29, Madison, Wisconsin. pp. 157-185.
- LEÃO, A. L. ENGEL, V. L. Balanço de Carbono em SAF – Argumentos para a Redução do Efeito Estufa. In: III Congresso Brasileiro Sobre Sistemas Agroflorestais, 2000, Manaus, Anais...Manaus: EMBRAPA-CPAA, 2001. 4p. (EMBRAPA-CPAA. Documentos, 17).

- LEITÃO-LIMA, P.S. & TEIXEIRA, L.B. Macrofauna do solo em capoeiras natural e enriquecidas com leguminosas arbóreas. Embrapa Agrobiologia, 2002. 3p. (Embrapa Agrobiologia. Circular Técnica, 62).
- LEITE, F.P.; BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F.; FABRES, A.S. Acúmulo e distribuição de nutrientes em *Eucalyptus grandis* sob diferentes densidades populacionais. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 22: 419-426, 1998.
- LINDEN, R.D.; HENDRIX, P.F.; COLEMAN, D.C.; VAN VILET, P.C.J. Faunal indicators of soil quality. In: DORAN, J.W; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK; D.F; STEWART, B.A. eds. Defining Soil Quality for a Sustainable Environment. Madison: SSSA, 1994. p.91-106. (SSSA. Special Publication, n.35).
- LITTLE, E. Common fuel wood crops: a handbook for their identification. Morgantown, West Virginia: Communi-Tech Associates, 1983. 354 p.
- LOCATELLI, M.; VIEIRA, A.H.; PALM, C.A. Seleção de leguminosas para cultivo em "Alley-Cropping" sob condições de latossolo amarelo. In: Mesa Redonda Sobre Recuperação de Solos Através de Leguminosas, 1991. Trabalhos e recomendações. Belém: EMBRAPACPATU/ GTZ, 1992. p.121-130. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 67).
- LÓPEZ, A., ESPINOSA, J. Manual de nutrición y fertilización del banano. Quito: CORBANA/INPOFOS, 1995. 82p.
- MAASDORP, B.V.; GUTTERIDGE, R.C. Effect of fertilizer and weed control on the emergence and early growth of five leguminous fodder shrubs. Tropical Grasslands, v.20, p.127-134, 1986.
- MAFONGOYA, P.L.; GILLER, K.E. & PALM, C.A. Decomposition and nutrient release patterns of pruning and litter of agroforestry trees. Agroforestry Systems, 38: 77-97. 1997.
- MC VAUGH, R. Mimosoideae, Acacieae. In: Flora Novogaliciana: a descriptive account of the Vascular plants of western Mexico. *Annals of Arboretum*, 5. Michigan, pp. 119-143. 1987.
- MARCIANI-BENDEZÚ, J.; LAMEIRA, O. A.; CARVALHO, S. A. de. Cultura de tecidos em bananeira (*Musa spp.*). Revista Brasileira de Fruticultura, Cruz das Almas, v. 10, n. 3, p. 35-40, 1988.
- MARSCHNER, H. Functions of mineral nutrients: macronutrients. In: MINERAL nutrition of higher plants. 2nd ed. San Diego: Academic, 1995. p. 229-312.
- MARTINS, A.L.M.; BERTANI, R.M.A.; GONÇALVES, P.S.; CANTARELLA, H., Formação da seringueira e determinação de N do solo em área tratada com adubos verdes. XXIX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. 2003.
- MARTINS, D.; PITELLI, R. A . Influência das plantas daninhas na cultura do amendoim das águas: efeitos de espaçamentos, variedades e períodos de convivência. Planta Daninha, Rio de Janeiro, v. 12, n. 2, p. 87-92, 1994.
- MAY, P. H. ; BOHRER, C. B. A. ; TANIZAKI-FONSECA, K. ; DUBOIS, J. C. L. ; LANDI, M. P. M. ; CAMPAGNANI, S. ; OLIVEIRA NETO, S. N.; VINHA, V. . Sistemas agroflorestais e reflorestamento para captura de carbono e geração de renda. In: VI Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica, 2005, Brasília. VI Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica, 2005. v. 01.
- MAY, P. H.; ANDERSON, A. B.; FRAZAO, J. M. F.; BALICK, M. J. Babaçu Palm In The Agroforestry Systems In Brazil'S Mid-North Region. Agroforestry Systems, v. 3, p. 275-295, 1985.

- MEDINA, J. C.; BLEINROTH, E. W.; DE MARTIN, Z. J.; TRAVAGLINI, D. A.; OKADA, M.; QUAST, D. G.; HASHIZUME, T.; MORETTI, V. A.; BICUDO NETO, L. C.; ALMEIDA, L. A. S. B.; RENESTO, O. V. Banana: cultura, matéria prima, processamento e aspectos econômicos. 2 ed. Campinas: Instituto de tecnologia de Alimentos, 1995. 302 p. (Frutas Tropicais, 3).
- MILLER, R. P. & PEDROSO, M. S. C. O estado da arte de Sistemas agroflorestais na região centro oeste: Cerrado e portal da Amazônia. In: GAMA-RODRIGUES, A. C.; BARROS, N. F.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; FREITAS, M. S. M.; VIANA, A. P.; JASMIN, J. M.; MARCIANO, C. R.; CARNEIRO, J. G. de A... (org.). Sistemas Agroflorestais - Bases Científicas para o Desenvolvimento Sustentável. Campos dos Goytacazes - RJ: Sociedade Brasileira de Sistemas Agroflorestais, 2006, v., p. 33-42.
- MIRANDA, I. S.; SÁ, T. A. ; MENEZES, M. C. Situação atual e perspectivas do ensino, capacitação e pesquisa agroflorestal no Brasil - Uma abordagem com ênfase na região amazônica. In: MÜLLER, M. W.; GAMA-RODRIGUES, A. C. da; BRANDÃO, I. C. S. F. L.; SERÓDIO, M. H. C. F. (org.). Sistemas Agroflorestais, Tendência da Agricultura Ecológica nos Trópicos: Sustento da vida e Sustento de Vida. 1 ed. Ilhéus: Sociedade Brasileira de Sistemas Agroflorestais e Universidade Estadual do Norte Fluminense, 2004, v. 1, p. 243-255.
- MOLDENKE, A.R. Arthropods. IN: Soil Science of America. Methods of Soil Analysis, Part 2. Microbiological and Biochemical Properties – SSSA Book Series, nº 5. 1984.
- MOREIRA, J. F.; FRANCO, A. A.; CAMPELLO, E. F. C.; REIS, V. M.; SAGGIN-JÚNIOR, O. J.; NETO, D. C.; FERNANDES, D. B.; BARCELOS, E.; FORTES, J. L. O. & RESENDE, A. S. Estabelecimento de dendê em tanques de armazenamento de resíduo de bauxita sob manejo com leguminosas arbóreas. In: GAMA-RODRIGUES, A. C.; BARROS, N. F.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; FREITAS, M. S. M.; VIANA, A. P.; JASMIN, J. M.; MARCIANO, C. R.; CARNEIRO, J. G. de A... (org.). Sistemas Agroflorestais - Bases Científicas para o Desenvolvimento Sustentável. Campos dos Goytacazes - RJ: Sociedade Brasileira de Sistemas Agroflorestais, 2006, v., 4p.
- MORTON, J. Fruits of warm climates, Miami, (ed). p. 249-259p. 1987.
- MOTA, M. G. da C. & VIEIRA, I. M. S. Plantas medicinais e aromáticas em sistemas agroflorestais na Amazônia. In: III Congresso Brasileiro Sobre Sistemas Agroflorestais, 2000, Manaus, Anais...Manaus: EMBRAPA-CPAA, 2001. 4p. (EMBRAPA-CPAA. Documentos, 17).
- NAIR, P. K. R., ed. Agroforestry Systems in the Tropics. Dordrecht. Kluwer Academic Pub. p. 91. 1989.
- NAIR, P. K. R.; BURESH, R. J.; MUGENDI, D.N. & LATT, C.R. Nutrient cycling in tropical agroforestry systems: myths and science. In: BUCK, L.E.; LASSOIE, J.P. & FERNANDES, E.C.M. (Eds). Agroforestry in sustainable agricultural systems. Washington, D.C., CRC Press, 1999. p.1-31. (Advances in Agroecology).
- NASCENTE, A. S. Dados sobre a cultura da banana no mundo e a sigatoka negra. Boletim Pecuário, Site da Internet, 03 fev. 2003. Disponível em [www.boletimpecuario.com.br/artigos/](http://www.boletimpecuario.com.br/artigos/). Acesso em: 01 de outubro de 2007.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES-NAS. Firewood crops, shrub and tree species for energy production. Washington, D.C. 1980. 237 p.
- NESTEL, D. The weed community of Mexican coffee agroecosystem: effect of management upon plant biomass and species composition. Acta Oecologica, v. 13, p. 715-726, 1992.

- NEVES, M. C. P.; ALMEIDA, D. L. de; DE-POLLI, H.; GUERRA, J. G. M.; RIBEIRO, R. L. D. Agricultura Orgânica - Uma estratégia para o desenvolvimento de sistemas agrícolas sustentáveis. Seropédica, RJ: EDUR, 2004. 98 p.
- NICODEMO, M. L. F.; SILVA, V. P.; THIAGO, L. R. L. S.; GONTIJO NETO, M. M. & LAURA, V. A. Sistemas silvipastoris-introdução de árvores na pecuária do Centro- Oeste. Documentos 146. Campo Grande, Embrapa Gado de Corte. 2004. 37p.
- NÓBREGA, P. O.; CAMPELLO, E. F. C.; SILVA, G. T. A.; RESENDE, A. S. de ; FRANCO, A. A.. Agrofloresta em um sistema orgânico de produção. In: Luciano Javier Montoya Vilcahuamán; Jorge Ribaski; Antonio Maciel Botelho Machado. (org.). Sistemas Agroflorestais e Desenvolvimento com Proteção Ambiental: Práticas e Tecnologias Desenvolvidas. Colombo - PR: Embrapa Florestas, 2006, p. 35-54.
- OLIVEIRA, F. J. R.; MATTOS, C.; FEIDEN, A.; OLIVEIRA NETO, S. N.; SAGGIN, O. J.; MELLO, R. B.; PINA-RODRIGUES, F. C. M.; SILVA, E. M. R. Desenvolvimento de sistemas agroflorestais em comunidades tradicionais do município de Paraty, RJ. In: III Congresso Brasileiro de Agroecologia, 2005, Florianópolis. III Congresso Brasileiro de Agroecologia - A sociedade construindo conhecimentos para a vida. Florianópolis, SC : Equipe Digital, 2005.
- OLIVEIRA NETO, S. N.; LOUREIRO, D. C.; AQUINO, A. M. ; CARMO, M. V. ; LELES, P. S. S. . Substratos para produção de mudas de espécies florestais frutíferas para sistemas agroflorestais. In: VI Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, 2006, Campos dos Goytacazes. Anais do VI Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, 2006.
- OTS/CATIE. Sistemas Agroforestales: principios y aplicaciones en los tropicos. San Jose: Organización para Estudios Tropicales/CATIE, 1986. 818p.
- PALM, C.A.; GILLER, K.E.; MAFONGOYA, P.L.; SWIFT, M.J. Management of organic matter in the tropics: translating theory into practice. Nutrient Cycling in Agroecosystems, v.61, p.63-75, 2001.
- PARROTA, J. A. *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. Gliricidia, mother of cocoa. SO-ITF-SM-50. New Orleans, LA: U. S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, 1992. 7 p.
- PASSOS, C. A. M.; FERNANDES, E. N.; COUTO, L. Plantio consorciado de *Eucalyptus grandis* com milho no Vale do Rio Doce, Minas Gerais. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO FLORESTAL, 2., 1991, Curitiba. Anais. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1992. v. 1, p. 409-421.
- PASSOS, C. A. M.; GONÇALVES, M. R.; PERES FILHO, O.; MIYAKAWA, Y. M. Avaliação do método Taungya com *Tectona grandis* no município de Cáceres, Estado de Mato Grosso. In: Congresso Brasileiro sobre Sistemas Agroflorestais, 2000, Manaus, AM. Sistemas Agroflorestais: manejando a biodiversidade e compondo a paisagem rural. Manaus, AM : Embrapa Amazônia Ocidental, 2000. v. 1. p. 51-54.
- PAUL, E. A.; CLARK, F. E. Dynamics of residue decomposition and soil organic matter turnover. In: SOIL microbiology and biochemistry. 2nd ed. San Diego: Academic, 1996. p. 158-179.
- PAULA, P. D.; MOURA, P. A.; CORREIA, M. E.; CAMPELLO, E. F. C.; GUERRA, J. G. M.; RESENDE, A. S. de; ESPINDOLA, J. A.. Distribuição da fauna edáfica epigea do solo em um Sistema Agroflorestal. In: VI Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, 2006, Campos dos Goytacazes. Bases científicas para o desenvolvimento sustentável. Campos : CD ROM, 2006. p. 1-4.

- PAULA, P. D. de; QUINTEIRO, J. M.; CAMPELLO, E. F. C.; GUERRA, J. G. M.; RESENDE, A. S. de; ESPÍNDOLA, J. A. Acúmulo de biomassa de diferentes leguminosas num sistema agroflorestal. In III Congresso Brasileiro de Agroecologia, 2005. Florianópolis. Anais...Florianópolis. SC. 2005. 4p.
- PAULINO, G. M.; LAMÔNICA, K. R.; BARROSO, D. G.; COSTA, G. S. FERREIRA, P. R.; FREITAS, M. S. Decomposição de resíduos de poda de *Gliricida sepium* em um modelo de sistema agroflorestal sob manejo orgânico. In: VI CONGRESSO BRASILEIRO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS,: Bases científicas para o desenvolvimento sustentável. Campos dos Goytacazes : Anais...Campos dos Goytacazes, RJ. 2006. CD ROM.
- PENEREIRO, F. M. Fundamentos da agrofloresta sucessional. In Simpósio de Sistemas Agroflorestais, 2., 2004. Aracaju. Anais...Aracaju, Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2004a. p. 77-88.
- PENEREIRO, F. M. Educação agroflorestal: construindo o conhecimento. In Simpósio de Sistemas Agroflorestais, 2., 2004. Aracaju. Anais...Aracaju, Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2004b. p. 118-124.
- PEOPLES, M.B.; FAIZAH, A. W.; RERKASEM, B.; HERRIDGE, D.F. <sup>15</sup>N-isotopic technique. In: PEOPLES, M.B.; FAIZAH, A.W.; RERKASEM, B.; HERRIDGE, D. F.; eds. *Methods for Evaluating Nitrogen Fixation by Nodulated Legumes in the Field*. Canberra: Australian Centre International Agricultural Research, 1989. 76 p. (ACIAR Monograph, n.11).
- PERIN, A. Desempenho de leguminosas herbáceas perenes com potencial de utilização para cobertura viva e seus efeitos sobre alguns atributos físicos do solo. 2001. 144 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Ciência do Solo)- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2001.
- PINTO, L. F. G. Certificação da produção agroflorestal: conceitos, oportunidades e tendências. In: III Congresso Brasileiro Sobre Sistemas Agroflorestais, 2000, Manaus, Anais...Manaus: EMBRAPA-CPAA, 2001. 4p. (EMBRAPA-CPAA. Documentos, 17).
- POTT, A.; POTT, V. J. Plantas nativas potenciais para sistemas agroflorestais em Mato Grosso do Sul. In: III Congresso Brasileiro Sobre Sistemas Agroflorestais, 2000, Manaus, Anais...Manaus: EMBRAPA-CPAA, 2001. 4p. (EMBRAPA-CPAA. Documentos, 17).
- PROCTOR, J. Tropical forest litterfall. I. Problems of data comparison. In: SUTTON, S. L. et al. (eds.) *Tropical rain forest: ecology and management*. London: British Ecological Society, 1983. p. 267-273.
- QUEIROZ, L. R.; COELHO, F. C.; BARROSO, D. G. QUEIROZ, V. A. V. Avaliação da produtividade de fitomassa e acúmulo de N, P e K em leguminosas arbóreas no sistema de aléias, em Campos dos Goytacazes, RJ. *Rev. Árvore*, vol.31, nº.3, p.383-390. 2007
- RAO, M. R.; NAIR, P K.; ONG C. K. Biophysical interactions in tropical agroforestry systems. *Agroforestry Systems* 38: 3-5. 1998.
- RATTER, J.A., RIBEIRO, J.F. & BRIDGWATER, S. The brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. *Annals of Botany*. 80: 223-230. 1997.
- REIS, L. L.; FRANCO, A. A.; CAMPELLO, E. F. C. Avaliação da fertilidade e da biomassa e atividade microbiana do solo num sistema de agricultura migratória na região Serrana do estado do Rio de Janeiro. In: no IV CBSAF - Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, 2002, Ilhéus, 2002.
- REIS, M.G.F. & BARROS, N.F. Ciclagem de nutrientes em plantios de eucalipto. In: Barros, N.F. & Novais, R.F. (eds.). *Relação solo-eucalipto*. Viçosa, Folha de Viçosa, p.265-302. 1990.

- REZENDE, C.D.; CANTARUTTI, R.B.; BRAGA, J.M.; GOMIDE, J.A.; PEREIRA, J.M.; FERREIRA, E.; TARRE, R.; MACEDO, R.; ALVES, B.J.R.; URGUIAGA, S.; CADISCH, G.; GILLER, K.E.; BODDEY, R.M. Litter deposition and disappearance in Brachiaria pastures in the Atlantic forest region of the South of Bahia, Brazil. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, Dordrecht, v.54, n.2, p.99-112, 1999.
- RIBEIRO, P. de A.; I. SILVA, de F. da; SILVA NETO, L. F. Leguminosas para a produção de biomassa em um Podzólico Vermelho-Amarelo no município de Alagoinha – PB. XXIX CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. Rio de Janeiro, 1999. Anais. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Rio de Janeiro, 1999. CD-ROM.
- RIBEIRO, J. F.; DUBOC, E.; MELO, J. T. Sistemas Agroflorestais como Instrumento para o Desenvolvimento Sustentável no Bioma Cerrado. In: III Congresso Brasileiro Sobre Sistemas Agroflorestais, 2000, Manaus, Anais... Manaus: EMBRAPA-CPAA, 2001. 4p. (EMBRAPA-CPAA. Documentos, 17).
- RIBEIRO, R. N. da S.; SANTANA, A. C. de; TOURINHO, M. M. Análise exploratória da socioeconomia de sistemas agroflorestais em várzea flúvio-marinha, Cametá-Pará, Brasil. *Revista Economia e Sociologia Rural*, vol.42, nº.01, p. 133-152. Brasília, 2004.
- ROBINSON, J.C. Bananas and plantains. Wallingford: CAB International, 1996. 238p.
- RODRIGUES, A. N.; COSTA, A. N. de L.; PAULINO, V. T. Efeito da adubação potássica na produção de forragem e composição química de *Acacia angustissima*. XXVII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. Rio de Janeiro, 1999. Anais. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Rio de Janeiro, 1999. CD-ROM.
- RUSCHEL, A.P.; HENIS, Y.; SALATI, E. Nitrogen-15 tracing of N-fixation with soil grown sugar cane seedlings. *Soil Biology and Biochemistry*, Oxford, v.7, p.181-182, 1975.
- RUSSO, R.; PÁDUA, C. V. Avaliação de Aspectos da Sustentabilidade Ambiental de Sistemas Agroflorestais. In: III Congresso Brasileiro Sobre Sistemas Agroflorestais, 2000, Manaus, Anais...Manaus: EMBRAPA-CPAA, 2001. 4p. (EMBRAPA-CPAA. Documentos, 17).
- SÁ, C. P.; OLIVEIRA, L. C.; SANTOS, J. C. Avaliação dos impactos financeiros e ambientais para o manejo florestal madeireiro em áreas de reserva legal de pequenas propriedades, na Amazônia Ocidental. In: XLII Congresso da SOBER, 2004, Cuiabá. Anais XLII Congresso da SOBER, 2004.
- SACRAMENTO C. K. do. Especiarias como alternativas em sistemas agroflorestais. In: III Congresso Brasileiro Sobre Sistemas Agroflorestais, 2000, Manaus, Anais...Manaus: EMBRAPA-CPAA, 2001. 4p. (EMBRAPA-CPAA. Documentos, 17).
- SAES, L.A. Resposta da bananeira “nanição” à calagem na região do Vale do Ribeira. Piracicaba, 1995. 82p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), ESALQ/USP.
- SAKWA, W.N. A consideration of the chemical basis of food preference in millipedes. *Symp. Zool. Soc. London* 32, 329–346 p. 1974.
- SAMPAIO, L. S.; BERNARDES, M. S.; TERAMOTO, E. R. Acúmulo e partição de biomassa acima do solo do açaizeiro em diferentes regimes de radiação. In: III Congresso Brasileiro Sobre Sistemas Agroflorestais, 2000, Manaus, Anais...Manaus: EMBRAPA-CPAA, 2001. 3p. (EMBRAPA-CPAA. Documentos, 17).
- SANTOS, G.A. & CAMARGO, F.A.O., eds. Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. 1. Porto Alegre, Genesis, 1999. p.197-225

- SAUTTER, K. D. Meso (Acari e Collembola) e macrofauna (Oligochaeta) na recuperação de solos degradados. In: DIAS, L.E.; & MELLO, J. Recuperação de áreas degradadas. Viçosa, Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 1998. cap.2 , p. 110-170.
- SCHOMBERG, H. H.; STEINER, J. L. Nutrient dynamics of crop residues decomposing on a fallow notill soil surface. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v. 63, n. 3, p. 607-613, 1999.
- SCHROTH, G. Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes. *Agroforestry Systems* 68:247–249. 2006.
- SCHULZ, B.; BECKER, B.; GÖTSCH, E. Indigenous knowledge in a modern sustainable agroforestry system: a case study from eastern Brazil. *Agroforestry Systems*, [S.l.], v. 25, p. 59-69, 1994.
- SHEARER, G.; KOHL, D. H. N<sub>2</sub>- fixation in field settings: estimations based on natural <sup>15</sup>N abundance. *Australian Journal of Plant Physiology*, Victoria, v. 13, p. 699-756, 1986.
- SILVA, V. P.; VIERIA, A. R. R.; CARAMORI, P. H.; BAGGIO, J. A. Sombras e ventos em sistema silvipastoril no noroeste do Estado do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 2., 1998, Belém. *Resumos expandidos...* Belém: CPATU, 1998. p. 215-218.
- SILVA, G. T. A.; QUEIROZ, R. O. M.; NOBREGA, P. de OLIVEIRA ; CAMPELLO, E. F. C. C. RESENDE, A. S. de. Caracterização dos teores de nitrogênio, polifenóis e relação C:N no tecido foliar de diferentes espécies vegetais em um sistema silvipastoril. XIV Jornada de iniciação Científica da UFRuralRJ, 2004.
- SILVA, M.A.S.; MAFRA, A.L.; ALBUQUERQUE, J.A.; BAYER, C & MIELNICZUK, J. Atributos físicos do solo relacionados ao armazenamento de água em um Argissolo Vermelho sob diferentes sistemas de preparo. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.35, n.3, p.544-552, 2005.
- SILVA, G. T. A; MATOS, L. V.; P. de OLIVEIRA; CAMPELLO, E. F. C. C. RESENDE, A. S. de. Correlação entre a composição química e a velocidade de decomposição e liberação de nitrogênio de folhas de dez espécies em um sistema agroflorestal. In: VI CONGRESSO BRASILEIRO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS: Bases científicas para o desenvolvimento sustentável. Campos dos Goytacazes : Anais...Campos dos Goytacazes, RJ. 2006. CD ROM.
- SILVA, G. T. A; OLIVEIRA, W. R. D. de; MATOS, L. V.; NÓBREGA, P. de O.; KRAINOVIC, P. M.; CAMPELO, E. F. C.; FRANCO, A. A.; RESENDE, A. S. de. Correlação entre a composição química e a velocidade de decomposição de plantas para adubação verde visando a elaboração de uma base de dados. *Seropédica: Embrapa Agrobiologia*, 2007. 51 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, Embrapa Agrobiologia).
- SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN D.; VILA NOVA, N. A . Manual de Ecologia dos Insetos. Piracicaba, Ceres. 1976. 419p.
- SIQUEIRA, E. R. de & TRINDADE NETO, I. Q. Sistemas agroflorestais e sustentabilidade. In : III Simpósio de Sistemas Agroflorestais, 3., 2004. Aracaju. Anais...Aracaju, Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2004. p. 1-2.
- SIQUEIRA, E. R. de; BOLFE, E. L.; BOLFE, A. P. F.; TRINDADE NETO, I. Q.; TAVARES, E. D. Estado da arte dos Sistemas Agroflorestais no Nordeste do Brasil. In: GAMA-RODRIGUES, A. C.; BARROS, N. F.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; FREITAS, M. S. M.; VIANA, A. P.; JASMIN, J. M.; MARCIANO, C. R.; CARNEIRO, J. G. de A... (org.). *Sistemas Agroflorestais - Bases Científicas para o Desenvolvimento Sustentável*. Campos dos Goytacazes - RJ: Sociedade Brasileira de Sistemas Agroflorestais, 2006, v., p. 33-42.

- SIQUEIRA, G.M. & VIEIRA, S.R. Análise da variabilidade espacial do armazenamento de água em plantio direto. In: XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 2005, Campinas (SP), Anais. Campinas (SP), 2001. CD-ROM.
- SOTO, M. Bananos: cultivo y comercialización. 2.ed. San José: LIL, 1992. 674p.
- SOUSA, S. G. A. Dinâmica de invasoras em sistemas agroflorestais implantados em pastagens degradadas na Amazônia Central (Região de Manaus-AM). 1995. 97p. Dissertação (mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1995.
- SOUZA, A. da S.; DANTAS, J. L. L.; SOUZA, F. V. D.; CORDEIRO, Z. J. M.; SILVA NETO, S. P. da S. Propagação. In: ALVES, E. J. (org.) A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais. Brasília: EMBRAPA-SPI/EMBRAPA-CNPMP, 1997. p. 151-195.
- SOUZA, O. C. de & ARAÚJO, M. R. Estudo de Caso: Uso de SAF para Minimizar a Degradação Ambiental na Bacia do Alto Taquari. In: Congresso Brasileiro sobre Sistemas Agroflorestais, 2000, Manaus, AM. Sistemas Agroflorestais: manejando a biodiversidade e compondo a paisagem rural. Manaus, AM : Embrapa Amazônia Ocidental, 2000. v. 1. p. 51-54.
- SOUZA, L.S.A., SILVA, J.F. & SOUZA, M.D.B. Composição florística de plantas daninhas em agrossistemas de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) e pupunheira (*Bactris gasipaes*). Planta Daninha, v.21, n.2, p.249-255, 2003.
- SWAMY, H. R.; PROCTOR, J. Litterfall and nutrient cycling in four rain forests in the Sringeri area of the Indian Western Ghats. Global Ecology and Biogeography Letters. Oxford, v. 4, p.155-165, 1994.
- SWIFT, M. J.; HEAL, O. W.; ANDERSON, J. M. Decomposition in terrestrial ecosystems. Studies in Ecology, Vol. 5, Oxford: Blackwell Scientific Pub. 372 p. 1979.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Plant physiology. Califórnia: The Benjamin/Cummings Publishings Company, 1991. 565p.
- TEIXEIRA, L.A.J., RUGGIERO, C., NATALE, W. Manutenção de folhas ativas em bananeira-‘Nanicão’ por meio do manejo das adubações nitrogenada e potássica e da irrigação. Revista Brasileira de Fruticultura. v. 23, p. 699-703, 2001.
- TER BRAAK, C.J.F.; SMILAUER, P. Canoco for Windows v. 4.5. CPRO-DLO, Wageningen, Netherlands, 2002.
- TSUKAMOTO FILHO, A. A. **Fixação do carbono em um sistema agroflorestal com eucalipto na região do cerrado em Minas Gerais**. Viçosa: UFV, 2003. 98p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- TURNER, B. L. Synoptical study of the *Acacia angustissima* (Mimosaceae) complex. Phytologia 81(1): 10-15. 1996.
- UEXKÜLL, H. R. VON. Potassium nutrition of some tropical plantation crops. In: MUNSON, R.D. (ed.) Potassium in agriculture. Madison: ASA/CSSA/SSSA, 1985. p.929-54.
- URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. Theoretical considerations in the comparison of total nitrogen difference and <sup>15</sup>N isotope dilution estimates of the contribution of nitrogen fixation to plant nutrition. Plant and Soil, v. 102, n. 2, p. 291-294, 1987.
- URQUIAGA, S.; RESENDE, A.S.; QUESADA, D.M.; SALLES, L.; GONDIM, A.; ALVES, B.J.R., & BODDEY, R.M. Efeito das aplicações de vinhaça, adubo nitrogenado e da queima no rendimento de cana-de-açúcar. CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO,

26. Rio de Janeiro, 1997. Anais. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Rio de Janeiro, 1997. CD-ROM.

URQUIAGA, S.; ZAPATA, F. Fuentes alternativas para la fertilización nitrogenada de cultivos anuales. In: Manejo eficiente de la fertilización nitrogenada de cultivos anuales en América Latina y el Caribe, 2000, p. 57- 61.

VANLAUWE, B.; GACHENGO, K.; SHEPHERD, E.; BARRIOS, G.; CADISCH, G.; PALM, C.A. Laboratory validation of a resource quality-based conceptual framework for organic matter management. *Soil Science Society of America Journal*, v.69, p.1135-1145, 2005.

VASCONCELOS, P. C. S.; RODRIGUES, R. C.; RIBEIRO, M. S.; RIBEIRO, D. B.; BRIENZA JÚNIOR, S.; YARED, J. A. G. Classificação dos trabalhos publicados por tema em sistemas agroflorestais na Amazônia. In: Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, 5. "SAF: desenvolvimento com proteção ambiental." 2004. Curitiba. Anais, Curitiba: Embrapa Florestas, 2004. p. 47-48.

VAZ, L. V.; GAMA-RODRIGUES, E. F. da; GAMA-RODRIGUES, A. C. da; MACHADO, R. C. R. & ALVES, B. J. R. Mineralização de N em solo de sistemas agroflorestais de cacau. In: GAMA-RODRIGUES, A. C.; BARROS, N. F.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; FREITAS, M. S. M.; VIANA, A. P.; JASMIN, J. M.; MARCIANO, C. R.; CARNEIRO, J. G. de A... (org.). *Sistemas Agroflorestais - Bases Científicas para o Desenvolvimento Sustentável*. Campos dos Goytacazes - RJ: Sociedade Brasileira de Sistemas Agroflorestais, 2006, v., 4p.

VIEIRA, A. R. R.; FEISTAUER, D.; PORFÍRIO da SILVA, V. Avaliação econômica preliminar de um sistema agroflorestal na região de Florianópolis – SC. In: III Congresso Brasileiro Sobre Sistemas Agroflorestais, 2000, Manaus, Anais...Manaus: EMBRAPA-CPAA, 2001. 4p. (EMBRAPA-CPAA. Documentos, 17).

VIVAN, J. L. *Agricultura e Florestas: princípios de uma interação vital*. Ed. Agropecuária. Guaíba, RS, 207p. 1998.

VIVAN, J. L. Bananicultura em Sistemas Agroflorestais no litoral norte do RS. *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*, v.3, n.2, Porto Alegre, 2000. p. 17-26.

VIVAN, J. L.. Extensão Rural em SAF. In: IV Congresso Brasileiro em Sistemas Agroflorestais: tendência da agricultura ecológica nos trópicos, 2002, Ilhéus. IV Congresso Brasileiro em Sistemas Agroflorestais: tendência da agricultura ecológica nos trópicos, 2002.

WARDLE, D.A.; PARKINSON, D. Analyses of co-occurrence in a fungal community. *Mycological Research*, Cambridge, v. 95, 504-507p., 1991.

WARDLE, D.A. Impacts of disturbance on detritus food webs in agro-ecosystems of contrasting tillage and weed management practices. *Advances in Ecological Research*, New York, v.26, p.105-182, 1995.

WARRICK, A.W.; NIELSEN, D.R. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: HILLEL, D. (ed.). *Applications of soil physics*. New York: Academic Press, p.319-344.1980.

WEBB, D. B.; WOOD, P. J.; SMITH, J. P.; HENMAN, G. S. A guide to species selection for tropical and subtropical plantations. 2. ed. Oxford: Commonwealth Forestry Institute, 1984. 256 p. (Tropical Forestry Papers, 15).

YARED, J. A. G. Classificação dos trabalhos publicados por tema em sistemas agroflorestais na Amazônia. In: Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, 5. "SAF: desenvolvimento com proteção ambiental." 2004. Curitiba. Anais, Curitiba: Embrapa Florestas, 2004. p. 47-48.

ZAIA, F. C.; GAMA-RODRIGUES, A. C. da; GAMA-RODRIGUES, E. F. da ; MACHADO, R. C. R. . Fósforo orgânico do solo em agrossistemas de cacau. In: VI Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, 2006, Campos dos Goytacazes. *Sistemas Agroflorestais: Bases*

Científicas para o Desenvolvimento Sustentável. Campos dos Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2006. v. 1. p. 1-4.

## 8. ANEXOS



**Figura 29.** Parcelas de *Acacia angustissima*, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica/RJ, 2005.



**Figura 30.** Parcelas de *Pueraria phaseoloides*, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica/RJ, 2005.



**Figura 31.** Parcelas com vegetação espontânea, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica/RJ, 2005.



**Figura 32.** Parcelas com *Gliricidia sepium*, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica/RJ, 2005.



**Figura 33.** Poda da *Acacia angustissima* e confecção de “litter bags”, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica/RJ, 2005.



**Figura 34.** Poda da *Gliricidia sepium* e confecção de “litter bags”, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica/RJ, 2005.



**Figura 35.** Roçada do *Pueraria phaseoloides* e confecção de “litter bags”, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica/RJ, 2005.



**Figura 36.** Armadilhas do Tipo *Pitfall*, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica/RJ, 2005.



**Figura 37.** Blocos “TSBF” para coleta de fauna de solo, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica/RJ, 2005.



**Figura 38.** Bananeiras sob as aléias de *Gliricidia sepium*, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ, 2006.



**Figura 39.** Bananeira consorciadas com *Pueraria phaseoloides*, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ, 2006.



**Figura 40.** Bananeiras sob as aléias de *Acacia angustissima*, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ, 2006.



**Figura 41.** Bananeira em produção nas parcelas com *Pueraria phaseoloides*, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ, 2007.