



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**

**INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL EM SISTEMAS  
AGROFLORESTAIS NA MATA ATLÂNTICA**

Monografia apresentada ao Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Florestal

**ALUNA: NINA DUARTE SILVEIRA**

**ORIENTADOR: MARCOS GERVÁSIO PEREIRA**

SEROPÉDICA - RJ  
AGOSTO, 2003



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**

**INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL EM SISTEMAS  
AGROFLORESTAIS NA MATA ATLÂNTICA.**

**ALUNA: NINA DUARTE SILVEIRA**

**ORIENTADOR: MARCOS GERVÁSIO PEREIRA**

**CO-ORIENTADOR: JOSÉ CARLOS POLIDORO**

Seropédica, 22 de agosto de 2003

BANCA EXAMINADORA

Prof<sup>o</sup> (Orientador):Dr. MARCOS GERVÁSIO/ I.A. UFRRJ

Prof<sup>a</sup> Dra. FÁTIMA C.M.PIÑA-RODRIGUES/ I.F. UFRRJ

Prof<sup>o</sup> Dr. JOSE CARLOS POLIDORO/ I.A.UFRRJ

SUPLENTES:

Prof<sup>o</sup> DR. SILVIO NOLASCO DE OLIVEIRA/I.F.UFRRJ

Eng. Agrônomo M.Sc SILVIO ROBERTO DE LUCENA TAVARES / EMBRAPA  
- Solos

Dedico esta monografia,  
A todos os seres que acreditam no  
poder de unidade de Gaia e que de  
alguma forma estejam contribuindo  
na transformação e auto geração  
de nosso organismo vida.

## **AGRADECIMENTOS**

À poderosa energia criadora de vida e harmonia e à maravilhosa oportunidade de viver em abundância e alegria.

Aos queridos e queridas irmãs do Movimento Mutirão Agroflorestal, que um dia plantaram e nutriram a semente da agrofloresta em minha mente e no meu coração e foram verdadeiros mestres na arte de fazer agrofloresta.

Ao amigo e Orientador Silvio Tavares, pela valiosa oportunidade de trabalho e pelos ensinamentos.

À EMBRAPA Solos pelo apoio nos trabalhos de campo e análises laboratoriais e pelo aprendizado em que lá obtive, no convívio com outros pesquisadores e estagiários.

À comunidade Hare Krishna da Fazenda Goura Vrindavna, que abriu as portas para realização deste trabalho, pelo silencioso acolhimento e saborosa alimentação, o que muito contribuiu no fortalecimento dos trabalhos de campo.

Aos meus amigos e amigas que me ajudaram na tarefa árdua de manejar o experimento e coletar dados e suportaram os mosquitos com muita determinação.

Ao Professor Marcos Gervásio pela especial oportunidade de estar sob sua orientação, e pelo tempo dedicado às correções deste trabalho.

Ao Professor José Carlos Polidoro, que confiou em minhas idéias, acreditando na proposta deste trabalho, apoiando incontestavelmente com suas severas correções e contribuições e auxiliando nas enigmáticas análises estatísticas.

Ao Grupo de Agricultura Ecológica, pela oportunidade de estudar, praticar e difundir a agroecologia e pela alegria e força na implantação deste experimento.

Ao amigo Rodrigo Bacellar (Jesus), por sua participação e contribuição na realização deste trabalho.

Aos meus amados pais, Telma e Pedro, por infinito amor, por tudo que tenho, por tudo que sou, especialmente à minha mãe, maravilhosa co-orientadora nesta monografia e em todos aspectos de minha vida.

Ao meu amado companheiro Thiago, que sempre me ajuda a evoluir, por suas ricas contribuições, apoio e incentivo frente às dificuldades que passei e principalmente por superar com muita calma e compreensão a minha ausência.

Às minhas fiéis amigas, amigos e Mestres que sempre me incentivaram, apoiaram minha caminhada durante estes cinco anos na Universidade e a todos aqueles que de maneira direta ou indireta contribuíram para a concretização desta pesquisa.

<b>INDICE</b>	
<b>RESUMO</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>2</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>4</b>
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>6</b>
2.1. Objetivo Geral	6
2.3. Objetivo Específico	6
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRAFICA</b>	<b>6</b>
3.1. Indicadores de sustentabilidade	6
3.2. Sistemas Agroflorestais	9
3.2.1 Sistema Agroflorestal Regenerativo e Análogo	10
3.3. Aporte de nutrientes via serrapilheira	14
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>18</b>
4.1. Caracterização da Região em estudo	18
4.1.1. Localização	18
4.1.2. Características edafoclimáticas.	18
4.1.3. Vegetação	19
4.2. Caracterização do Experimento	20
4.2.1. Caracterização das Parcelas Permanentes	21
4.2.1.1. Safra Mínimo	24
4.2.1.2. Safra Absoluto	25
4.2.1.3. Safra Modificado	27
4.2.1.4. Bananal	27
4.2.1.5. Capoeira	28
4.3. Práticas de Manejo	29
4.4. Coleta dos dados	30
4.4.1. Caracterização Química do solo	30
4.4.2. Incremento em altura	31

4.4.3. Aporte de nutrientes via serrapilheira	31
4.5. Processamento e Análise dos dados	32
4.5.1. Incremento em altura	33
4.5.2. Aporte de nutrientes via serrapilheira	33
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>34</b>
5.1. Caracterização Química do solo	34
5.2. Incremento em altura	36
5.3. Aporte de nutrientes via serrapilheira	54
<b>6. CONCLUSÕES</b>	<b>61</b>
6.1. Incremento em altura	61
6.2. Aporte de nutrientes via serrapilheira	63
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>64</b>
<b>8. ANEXOS</b>	<b>74</b>
8.1. Tabelas Estatísticas	75
8.2. Figuras	76



## RESUMO

O objetivo deste trabalho é avaliar a sustentabilidade ambiental de Sistemas Agroflorestais Regenerativos e Análogos (Safras), utilizando-se como indicadores de sustentabilidade ambiental o aporte de biomassa e nutrientes via serrapilheira e o crescimento em altura das espécies arbóreas plantadas. Este trabalho faz parte das ações do PRODETAB - projeto 039, e foi desenvolvido na Fazenda Goura Vrindávna, Paraty - RJ. Foram plantadas 28 espécies arbóreas de múltiplos usos em três tratamentos agroflorestais, Safra Mínimo (sistema simplificado de enriquecimento de bananal), Safra Absoluto (sistema adensado e diversificado) e Safra Modificado (mesma composição do anterior e com adubação do solo). As espécies arbóreas tiveram sua altura mensurada aos sete, 17 e 24 meses. O Safra Modificado foi o que obteve maior incremento percentual em altura e as espécies mais promissoras, para composição de sistemas agroflorestais nas condições edafoclimáticas de Paraty, foram *Croton floribundus*, *Enterolobium contortisilliquum*, *Artocarpus integrifolia* e *Euterpe oleracea*. Para a avaliação do aporte de nutrientes via serrapilheira foram coletadas amostras nos três tratamentos Safras e em dois tratamentos testemunhas, Bananal e Capoeira, através de coletores de 625cm<sup>2</sup>, 15 meses após o plantio. Nas amostras foram feitas as determinações dos teores e conteúdos de micro e macronutrientes. O Safra Mínimo foi o sistema que depositou maior peso de serrapilheira (32442,65 kg/ha) e aportou maiores conteúdos de micro e macronutrientes. Dentre os macronutrientes quantificados na serrapilheira, com exceção do C e H, o N foi o que apresentou os maiores

conteúdos nos cinco tratamentos, e em relação aos micronutrientes, o Fe foi o elemento de maior aporte. A poda da vegetação nos Safras favoreceu a ciclagem de nutrientes e contribuiu para elevação dos conteúdos destes na serrapilheira. Os Safras sob o aspecto do aporte de nutrientes via serrapilheira, foram os sistemas mais promissores na recomposição destas funções ecológicas, quando comparados à Capoeira e monocultura de banana.

#### **ABSTRACT**

The aim of this Project is to evaluate the Regenerative and Analogous Agroforestry Systems (SAFRA) on environmental sustainability, using as indicators the biomass increase or accumulation and nutrients deposition through litter and the height growing of the arboreal species cultivated. This work is integrated to PRODETAB/EMBRAPA - 39<sup>th</sup> Project - and was developed in Goura Vrindávna Farm, Paraty - RJ. 28 multipurpose arboreal species were cultivated in three agroforestry treatments, Minimum SAFRA (simplified system of the banana culture enrichment), Absolute SAFRA (dense and diversified system) and Modified SAFRA (the same composition of the latter SAFRA plus soil fertilization). The arboreal species height were measured in the 7<sup>th</sup>, 17<sup>th</sup> and 24<sup>th</sup> months. The Modified SAFRA got the biggest height percentage increase and the most promissory species for composing agroforestry systems in Paraty's edafoclimatic conditions were *Croton floribundus*, *Enterolobium contortisilliquum*, *Artocarpus integrifolia* e *Euterpe oleracea*. For evaluating nutrients deposition through litter, fifteen months after planting, samples of three Safra and two control treatment, banana culture and area

in fallow, were collected through 625cm<sup>2</sup> collectors. Measures of the content of micro and macronutrients were done in the samples. The Minimum SAFRA was the system that deposited the greatest weight in litter (32,4 tons.ha<sup>-1</sup>) and deposited greatest content of micro and macronutrients. Among the macronutrients quantified in litter, excepting C e H, N was the one which presented greatest content in the five treatments, and Fe was the micronutrients of major deposition. The vegetation pruning in the SAFRA benefited the nutrients cycling and contributed to its content elevation in litter. Considering the nutrients deposition through litter, the SAFRAs were the most promissory systems in the reclaim of these ecological functions, if compared to area in fallow and banana monoculture.

KEY WORDS: Agroforestry systems, sustainability, nutrient cycling

## **INTRODUÇÃO**

O modelo agrícola e florestal atual, fundamentado na ótica da maximização de uso dos recursos naturais sem considerar a capacidade de suporte dos ecossistemas, constitui uma das mais impactantes ações do homem moderno nos ecossistemas (GRAZIANO NETO, 1991). O desmatamento e a utilização de práticas agrícolas não adaptadas ao ambiente tropical tem contribuído fortemente para redução quantitativa e qualitativa dos recursos ambientais, assim como gerado conflitos socioeconômicos que se refletem na sociedade como um todo (SANTOS et al, 2002).

Diante deste contexto de degradação, em meados da década de 80, surgiu o conceito de sustentabilidade, que passou a ser utilizado com freqüência e propõe dimensões econômicas, sociais e ambientais, na busca de uma nova forma de desenvolvimento (DEPONTI & ALMEIDA, 2003).

A sustentabilidade da agricultura está relacionada com a capacidade de manutenção, a longo prazo, da qualidade e quantidade dos recursos naturais dos agroecossistemas, conciliando a produtividade agrícola com a redução dos diversos impactos ao meio ambiente e atendendo as necessidades sociais e econômicas das comunidades rurais e urbanas (FAO, 1989).

Os sistemas agroflorestais são sistemas produtivos onde espécies lenhosas são cultivadas juntamente com espécies agrícolas e/ou animais, em uma combinação espacial e/ou temporal, que visa obter benefícios das interações ecológicas e econômicas resultantes (LUDGREN & RAINTREE, 1982 MACDICKEN & VERGARA, 1990).

Segundo TORQUEBIAU (1989), os sistemas agroflorestais preenchem muitos requisitos da sustentabilidade, por incluírem árvores no sistema de produção, por utilizarem os recursos locais e práticas de manejo que otimizam a produção diversificada aliada à conservação dos recursos naturais. PENEIREIRO (1999) cita que sistemas agroflorestais conduzidos por princípios agoecológicos sugerem sustentabilidade por partirem de conhecimentos locais para desenhar sistemas produtivos adaptados ao potencial natural e a realidade local.

Para solidificar a contribuição dos sistemas agroflorestais para o desenvolvimento sustentável, torna-se essencial o entendimento de seus princípios fundamentais, através do conhecimento de suas potencialidades e limitações relacionadas a aspectos ecológicos, econômicos e sociais, que são a base do triângulo da sustentabilidade. (MACEDO & CAMARGO, 1994).

Neste sentido, a hipótese deste trabalho, é que o Sistema Agroflorestal Regenerativo e Análogo (VAZ, 2001) apresenta características de sustentabilidade ambiental e contribui para a restauração de agroecossistemas na Mata Atlântica.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

O objetivo do trabalho é avaliar a sustentabilidade ambiental de Sistemas Agroflorestais Regenerativos e Análogos, visando atender a necessidade de desenvolver e consolidar novos modelos de exploração agropecuária e geração de renda para agricultores, agregando conservação ambiental com produção agrícola diversificada.

### **2.2. Objetivo Específico**

- a) Avaliação do crescimento em altura de espécies lenhosas de múltiplos usos nos sistemas agroflorestais implantados;
- b) Avaliação do aporte de nutrientes, via serrapilheira, em três tratamentos de Sistemas Agroflorestais Regenerativos e Análogos, Área de plantio tradicional de Banana e vegetação secundária.

## **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **3.1. Indicadores de Sustentabilidade**

A sustentabilidade de ecossistemas trata de questões relacionadas à qualidade ambiental e à distribuição e uso global dos recursos (BRUYN, 1999). Segundo o Relatório Brundtland, o conceito de desenvolvimento sustentável é definido como: *um processo de mudança no qual a exploração, a direção de investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e, mudanças institucionais estão todos em harmonia e ambos aumentam o potencial corrente e futuro para reunir necessidades e aspirações humanas* (Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1991).

BOSSEL (1999) afirma que para avaliar os níveis de sustentabilidade de diferentes realidades, necessita-se de apropriados indicadores, que podem abordar dimensões sociais, econômicas e ambientais (RIBEIRO, 2003).

Um indicador, segundo ABBOT E GUIJT (1999), é uma medida quantitativa ou qualitativa, que auxilia na transmissão e síntese de um conjunto de informações sobre complexos processos, eventos ou tendências de uma dada realidade. Permite obter um diagnóstico sobre os ecossistemas e constitui um verdadeiro sistema de comunicação global ao aplicar a mesma linguagem, conceitos e paradigmas (PRABHU, 2000; FAO, 2000).

Os indicadores ambientais podem estar relacionados a vários aspectos edafoclimáticos e ecológicos e, quando

monitorados e avaliados, estabelecem relações de causa/efeito entre a produção e as características e propriedades ambientais, inferindo sobre os possíveis impactos que os modelos de produção causam aos ecossistemas (LEWIS, 1995). ADLARD (1990) considera como objetivo deste monitoramento, a visualização das alterações indicativas de sustentabilidade ao longo dos diferentes usos dado aos ecossistemas e cita como possíveis indicadores dados de comportamento arbóreo, produção de biomassa, a dinâmica da serrapilheira e o aporte de nutrientes (GRADISKI, 2002).

DANIEL (2000) desenvolveu metodologias voltadas para a definição de categorias de indicadores de sustentabilidade biofísica e sócio-econômicas para sistemas agroflorestais na região noroeste do estado de Minas Gerais. Este trabalho resultou na proposição de 57 indicadores de sustentabilidade biofísica e 48 de sustentabilidade sócio-econômica, dentre os quais estão o aporte de nutrientes via serrapilheira e parâmetros dendrométricos como o incremento em altura.

BERTOLLO (1998), após ampla revisão de literatura, listou exemplos de indicadores de sustentabilidade ambiental, enquanto no campo socio-econômico podem ser consultados os trabalhos de DOBBS & COLE (1992), ALTIERI (2002), CURRENT et al. (1996) e SCHERR (1996).



Neste trabalho consideram-se os indicadores ambientais como ferramentas que auxiliam na compreensão e avaliação do sistema agroflorestal, onde foram utilizados como indicadores o aporte de biomassa e nutrientes via serrapilheira e o incremento em altura das árvores.

### **3.2. Sistemas Agroflorestais**

Os Sistemas Agroflorestais são uma forma de uso da terra na qual espécies lenhosas perenes (arbustos ou árvores) são cultivadas deliberadamente com espécies agrícolas e/ou com animais, numa combinação espacial e/ou temporal, obtendo-se benefícios das interações ecológicas e econômicas resultantes, visando estabelecer sustentabilidade ambiental, socioeconômica e cultural (LUDGREN & RAIN TREE, 1982 MACDICKEN & VERGARA, 1990).

Os sistemas agroflorestais podem ser caracterizados a partir: da estrutura (natureza e arranjo dos componentes), arranjo temporal (simultâneo e seqüencial); base funcional (produção de bens e serviços) e base sócio-econômica (escala de produção e nível tecnológico). São classificados em sistemas agrossilviculturais (culturas agrícolas e árvores), silvipastoris (pastagem e/ou animal e árvores) e agrossilvipastoris (culturas agrícolas e/ou animal e árvores) (MACDICKEN & VERGARA, 1990).

O objetivo da maioria dos sistemas agroflorestais é otimizar os efeitos benéficos das interações que ocorrem entre os componentes arbóreos e as culturas e/ou animais, a fim de obter a maior diversidade de produtos, diminuir as necessidades de insumos externos e reduzir os impactos ambientais (NAIR, 1983).

### **3.2.1 Sistema Agroflorestal Regenerativo e Análogo (Safra)**

A analogia proposta desta terminologia se fundamenta na intenção de se obter semelhança funcional na composição e estrutura vegetal entre a agrofloresta e a floresta nativa (VAZ, 2001).

Para tanto, as espécies a serem introduzidas no sistema são escolhidas de acordo com a observação das características ecofisiológicas daquelas que compõem a vegetação local. Neste sentido, cada planta terá uma função específica na melhoria do ecossistema, expressando determinada velocidade de crescimento, ocupando um extrato da vegetação e exigindo um mínimo de qualidade e quantidade de vida consolidada para se desenvolver (VAZ, 2002; GOTSCH, 1995).

Identificando espécies com funções, nichos ecológicos distintos, a competição interespecífica por recursos do ambiente é minimizada, e a probabilidade de que estas espécies tenham uma relação de complementaridade é maximizada

(GOTSCH, 1995). Por este motivo, nos Safras há maior proximidade entre espécies de diferentes funções, em comparação com sistemas produtivos convencionais, que utilizam espaçamentos maiores (VAZ, 2002).

Os Sistemas Agroflorestais Regenerativos e Análogos visam a recuperação ou regeneração das funções ambientais, através da tentativa de replicar as estratégias utilizadas pela natureza para aumentar a vida dos ecossistemas. Fundamentam-se na sucessão natural de espécies (vegetais e animais) e na substituição ecofisiológica das espécies vegetais, buscando formar um sistema produtivo com composição, estrutura e funcionamento semelhantes à vegetação natural do lugar, cuja dinâmica leva à complexificação do ambiente e ao aumento da biodiversidade (SCHULTZ et al., 1994; VAZ, 2001).

A sucessão vegetal envolve mudanças na composição das espécies e na estrutura da comunidade ao longo do tempo. Quando o processo sucessional se estabelece em virtude da retirada da vegetação natural, a comunidade que se desenvolve posteriormente é denominada de sucessão secundária (ODUM, 1988). No primeiro ano de sucessão nascem diversos tipos de ervas e capins colonizadores, que permanecem neste ambiente apenas alguns meses. No segundo ano, as mesmas plantas irão brotar, neste momento juntas às outras espécies de tamanhos e ciclo de vida maior. A partir do terceiro ano, será formada

uma capoeira composta de espécies pioneiras, arbustos e árvores de rápido crescimento, que permanecem por alguns anos. As pioneiras criam as condições para o desenvolvimento de outras espécies secundárias que possuem ciclos de vida mais longos, demandam um maior nível de complexidade do sistema e a partir de uma sucessão contínua de espécies, estas vão se consorciando, compondo a estrutura vertical e horizontal da floresta (VIVAN, 1998). Na sucessão vegetal, cada etapa cria as condições para a próxima, com consórcios mais diversificados e com plantas maiores e ciclo de vida mais longo (EGLER, 1954; PENEIREIRO, 1999; ODUM, 1988).

A simples existência de um componente arbóreo no sistema traz inúmeros efeitos positivos sobre a fertilidade do solo, ciclagem de nutrientes e controle da erosão. As árvores podem afetar a quantidade e disponibilidade de nutrientes no solo e na zona de absorção radicular das culturas associadas, pois suas raízes profundas podem interceptar os nutrientes lixiviados acumulados no subsolo, geralmente distantes da zona de absorção radicular das culturas, e retorná-los à superfície na forma de serrapilheira (GOTSCH, 1995; ATIERI, 2002).

Outro aspecto relevante é a capacidade de algumas espécies arbóreas de associação com bactérias fixadoras de nitrogênio e fungos micorrízicos que aumentam o aporte de

nitrogênio no sistema e o nível de exploração de nutrientes disponíveis no solo pelas plantas, respectivamente (VAZ, 2000; OET, 1986; ALTIERI, 2002; RIBASKI et al., 2001). As árvores também podem melhorar as propriedades físicas do solo, sendo a estrutura a mais importante. A estrutura é melhorada com o aumento do teor de matéria orgânica (folhas e raízes) e pela ação descompactante das raízes das árvores e da atividade microbiana, efeito este, que minimiza a ocorrência de processos erosivos (PRIMAVESSI, 1999; ALTIERI, 2002). A interceptação da irradiância solar incidente pelas plantas e cobertura do solo pela serrapilheira também melhoram a retenção de água no sistema e amenizam as variações da temperatura do solo (ALTIERI, 2002).

Estas influentes características podem ser otimizadas através da prática da poda da vegetação que, na verdade, corresponde à queda natural das folhas em épocas secas, invernos rigorosos e através de ventos fortes. A poda, quando bem executada, deve resultar em maior crescimento das plantas, iniciar processos biológicos como a ciclagem de nutrientes, deve dar rumo e direção às espécies que compõe a estratificação do sistema e disponibilizar também os principais fatores limitantes ao desenvolvimento das plantas: luz, água e nutrientes (OSTERROHT, 2002; GOTSCH, 1995; PENEIREIRO, 1999).

O manejo agroflorestal, realizado através da poda e capina seletiva, objetiva que cada intervenção deixe um saldo positivo no balanço energético, econômico e na quantidade e qualidade de vida consolidada no sistema (PENEIREIRO, 1999; GOTSCH, 1995).

Usando ecossistemas naturais como modelo e aplicando suas características ecológicas aos sistemas produtivos, aliado a um manejo onde cada intervenção deve deixar um saldo positivo no balanço energético, econômico, na quantidade e na qualidade de vida consolidada, espera-se que a produtividade ao longo prazo possa ser mantida sem degradar o solo (ALTIERI, 2002).

### **3.3. Aporte de Nutrientes via Serrapilheira**

O desenvolvimento de tecnologias de manejo da biodiversidade do solo visando otimizar o aporte de nutrientes da biomassa para as culturas agrícolas, e o seu retorno ao solo vem crescendo progressivamente, porém, o manejo da decomposição da matéria orgânica do solo visando a regulação, no espaço e no tempo, da liberação de nutrientes, requer ainda muitos avanços no conhecimento científico (COUTINHO et al, 2002). A análise qualitativa e quantitativa do material orgânico da serrapilheira, assim como sua taxa de decomposição, são muito importantes para a compreensão da

dinâmica e funcionamento dos ecossistemas, pois são fatores fundamentais para a manutenção da fertilidade do solo e sustentação principalmente de ecossistemas tropicais, pois constituem um importante processo de transferência de nutrientes da fitomassa para o solo (ANDRADE et al, 2003).

Os ecossistemas florestais tropicais apresentam um eficiente sistema “fechado” de ciclagem de nutrientes, com altas taxas de ciclagem interna no sistema solo-planta. Estes mecanismos ecológicos é que conferem aos sistemas agroflorestais características da sustentabilidade. A presença do componente arbóreo e da biodiversidade constituinte destes sistemas produtivos contribui significativamente no aporte de serrapilheira e nutrientes no solo (GOTSCH, 1995; VAZ, 2000; ALTIERI, 2002).

A serrapilheira é formada por fragmentos orgânicos de origem vegetal e animal, que caem sobre o solo através de diversos processos. A formação da serrapilheira depende da quantidade e da qualidade de biomassa produzida e aportada, assim como da taxa de decomposição desse material. A avaliação do aporte de nutrientes via serrapilheira faz parte do estudo de ciclagem de nutrientes, e esta resulta de vários processos interligados onde os recursos nutricionais são utilizados em sucessivos períodos de fixação de energia (DELITTI, 1995). O fluxo de nutrientes se dá através de

vários compartimentos acumuladores, distintos para cada ecossistema, entre eles, a serrapilheira. Poucos nutrientes circulam via serrapilheira, em relação aos contidos na biomassa, pois as plantas desenvolveram mecanismos de ciclagem interna, como uma estratégia de minimização das perdas, através da retranslocação de nutrientes, que diminuem a concentração destes em órgãos senescentes (DELITTI, 1995). Esta economia possibilita que um mesmo estoque de nutrientes seja usado por vários ciclos produtivos, sem que estes nutrientes passem pelos compartimentos mais susceptíveis do ciclo, a serrapilheira e o solo (DELITTI, 1995).

A serrapilheira protege o solo, contribuindo na estabilização dos processos erosivos, é uma fonte de energia e nutrientes para o desenvolvimento da flora, fauna e microbiota que atuam na decomposição da matéria orgânica, e os produtos resultantes desta transformação acarretam a melhora e/ou a manutenção das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo e, conseqüentemente, o aumento da produção vegetal (ANDRADE et al, 1999; ANDRADE et al 2003; ALTIERI, 2002).

A queda do material formador de serrapilheira constitui um dreno de energia e nutrientes para a vegetação, causada pela senescência de partes da planta (principalmente folhas), devido a mudanças metabólicas associadas à fisiologia e



características genéticas das espécies, por estímulos de origem ambiental, como fotoperíodo, temperatura e umidade e também pela fase de desenvolvimento das espécies e a densidade de plantas que compõe o sistema (GONZALES & GALLARDO, 1982; ANDRADE et al, 1999). No caso de sistemas agroflorestais, a biomassa que formará a serrapilheira é oriunda, além destes fatores acima mencionados, principalmente da poda direcionada das árvores e outras espécies adubadeiras (GOTSCH, 1995).

A temperatura e a precipitação (quantidade e distribuição) são os fatores climáticos que mais influenciam neste processo. Segundo GONZALES & GALLARDO (1982), regiões que apresentam alto índice pluviométrico produzem maiores quantidades de biomassa formadora de serrapilheira do que regiões com déficit hídrico expressivo. Além destes fatores, a disponibilidade de água e nutrientes no solo e os diferentes tratamentos culturais contribuem na produção de fitomassa, que por sua vez influi na quantidade e qualidade da serrapilheira (ANDRADE et al, 1999). O acúmulo de serrapilheira na superfície do solo está em função de processos simultâneos relacionados à quantidade de material aportado e sua taxa de decomposição. Quanto maior a quantidade de material aportado e menor a taxa de

decomposição, maior será a camada de serrapilheira (ANDRADE et al, 1999).

O processo de disponibilização de nutrientes depende, entre outros fatores, dos componentes da serrapilheira, dos teores de lignina e nutrientes, componentes secundários e o tamanho do material (HAAG, 1985). O teor destes componentes formadores da serrapilheira também varia de acordo com a espécie vegetal e a idade da planta, onde plantas jovens geralmente são mais ricas em nitrogênio e as mais velhas em celulose, hemicelulose e lignina (PAUL & CLARK, 1989).

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Caracterização da Região em Estudo.**

#### **4.1.1- Localização**

O experimento foi conduzido na Fazenda Goura Vrindávna (23<sup>o</sup>09'62''S, 44<sup>o</sup>44'13''W e altitude de 312 m), localizada no Vale da Graúna no município de Paraty, Rio de Janeiro, na região denominada de Costa Verde, no entorno ao Parque Nacional da Serra do Bocaina.

#### **4.1.2 - Características edafoclimáticas**

O clima da região é classificado como "Aw"- tropical quente e úmido (verão chuvoso com inverno seco) segundo a classificação de KÖPPEN (1938).

A temperatura máxima média anual é 30,4 °C, em fevereiro, e 16,5°C, a mínima média anual, no mês de julho, observadas durante 30 anos de registro e processamento, na estação de Angra dos Reis (NORMAIS CLIMATOLÓGICAS, 1992).

O período de maior pluviosidade na região compreende os meses de dezembro a março, com precipitação média de 254,5 mm. O período seco estende-se de junho a agosto apresentando pluviosidade média de 77,5 mm. A região apresenta pluviosidade média anual de 1976,7 mm e a evaporação total média é de 595,4 mm por ano (NORMAIS CLIMATOLÓGICAS, 1992).

A umidade relativa média anual é de 82%, a insolação total média anual de 1781,7 horas e a nebulosidade mensal varia de 5,0 a 8,0, em uma escala que vai de 0 a 10 (NORMAIS CLIMATOLÓGICAS, 1992).

As principais classes de solos encontrados na região são os Cambissolos, Neossolos e Latossolos Vermelho Amarelo (EMBRAPA, 1981; EMBRAPA, 1999).

A região apresenta relevo acidentado e montanhoso e a área do experimento situa-se em uma encosta, com declividade aproximada de 40%.

#### **4.1.3 - Vegetação**

A região está inserida em área de domínio ecológico da Mata Atlântica, cuja vegetação original denomina-se Floresta Ombrófila Densa Submontana (IBGE, 1993).

## **4.2 - Caracterização do Experimento**

O experimento faz parte das ações do projeto “Desenvolvimento de sistemas agroflorestais para a recuperação e sustentabilidade de áreas de mata atlântica”, e que conta com a parceria da EMBRAPA (Agrobiologia e Solos), UFRRJ e a Rede Brasileira Agroflorestal (REBRAF).

### **4.2.1. - Caracterização das Parcelas Permanentes**

Em janeiro de 2001 foram implantados três sistemas agroflorestais em parcelas experimentais de 625 m<sup>2</sup> (25 x 25 m), testando diferentes estruturas e formas de implantação: Safra Mínimo, Safra Absoluto e Safra Modificado. Nestes sistemas foram introduzidas 28 espécies arbóreas, de diferentes grupos ecológicos (Tabela 1). A vegetação natural em estágio médio de regeneração e um bananal representativo do manejo tradicional da região foram também avaliados como contrastantes dos efeitos da implantação dos Safras (testemunhas). As avaliações de serrapilheira foram realizadas nos cinco tratamentos (três Safras e duas testemunhas) e as avaliações do crescimento das espécies arbóreas foram realizadas somente nos safras Mínimo, Absoluto e Modificado.

**Tabela 1:** Espécies arbóreas utilizadas no experimento, nome vulgar, científico e família, por grupo ecológico.

<b>NOME VULGAR</b>	<b>NOME CIENTÍFICO</b>	<b>FAMÍLIA</b>	<b>UTILIDADES</b>	<b>FONTE</b>
<b>Pioneiras</b>				
<b>Acacia mangium</b>	<i>Acacia mangium</i> Will.	Leguminosae	Madeira, adubação verde, atrativo à avifauna, recuperação de áreas degradadas (RAD).	BUDOWSKI, 1965
<b>Pau-jacaré</b>	<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) Macbr.	Leguminosae	Madeira, lenha, carvão, apícola, farrageira, RAD, papel e celulose	CARVALHO, 1994; LORENZI, 1992; KAGEYAMA, 1991; BUDOWSKI, 1965
<b>Albizzia guachapele</b>	<i>Albizzia guachapele</i>	Leguminosae	Adubação verde, RAD, forrageira.	BUDOWSKI, 1965
<b>Gliricidea sepium</b>	<i>Gliricidea sepium</i> (jacquim) Kunth ex Walpers	Leguminosae	Adubação verde, RAD, forrageira, apícola, moirão	BUDOWSKI, 1965; RADULOVICH, 1994
<b>Capixingui</b>	<i>Croton floribundus</i> Spreng	Euphorbiaceae	Apícola, madeira, papel e celulose, RAD	CARVALHO 1994;. LORENZI, 1992; KAGEYAMA, 1991
<b>Tamboril</b>	<i>Enterolobium contorisiliquum</i> (Vell.) Mornig	Leguminosae	Madeira, celulose, medicinal, apícola, forragem,	CARVALHO, 1994; LORENZI, 1992; KAGEYAMA, 1991
<b>Secundárias</b>				
<b>Ingá</b>	<i>Inga edulis</i> Mart.	Leguminosae	Adubação verde, apícola, alimentação, madeira	KAGEYAMA, 1991
<b>Aroeira</b>	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Anacardiaceae	Madeira, carvão, moirão, apícola, alimentar, medicinal, resina, avifauna	CARVALHO, 1994; LORENZI, 1992; KAGEYAMA, 1991
<b>Urucum</b>	<i>Bixa orellana</i> L.	Bixaceae	Lenha, alimentar, forragem, paisagismo.	LORENZI, 1992
<b>Jacarandá mimoso</b>	<i>Jacaranda cuspidifolia</i>	Leguminosae	Madeira para marcenaria, paisagismo.	BUDOWSKI, 1965
<b>Araçá-boi</b>	<i>Eugenia stipitatai</i>	Myrtaceae	Alimentar, fauna,	BUDOWSKI, 1965

<b>Ipê amarelo</b>	<i>Tabebuia Alba</i> (Cham.)	Bignoniaceae	paisagismo, medicinal. Medicinal, madeira, paisagismo.	CARVALHO, 1994; LORENZI, 1992; KAGEYAMA, 1991
<b>Graviola</b>	<i>Annona muricata</i>	Annonaceae	Alimentar, fauna.	BUDOWSKI, 1965
<b>Sibipiruna</b>	<i>Caesalpinia peltophoroides</i> Benth	Leguminosae	Madeira para construção civil, paisagismo.	LORENZI, 1992
<b>Açaí</b>	<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	Palmae	Palmito, fruto,	LORENZI, 1992; CLAY, 2000
<b>Cerejeira</b>	<i>Amburana cearensis</i> (Fr. All.) A.C.Smith	Leguminosae	Lenha, moveis, paisagismo, alimentar, medicinal casca.	CARVALHO, 1994; LORENZI, 1992

### Climax

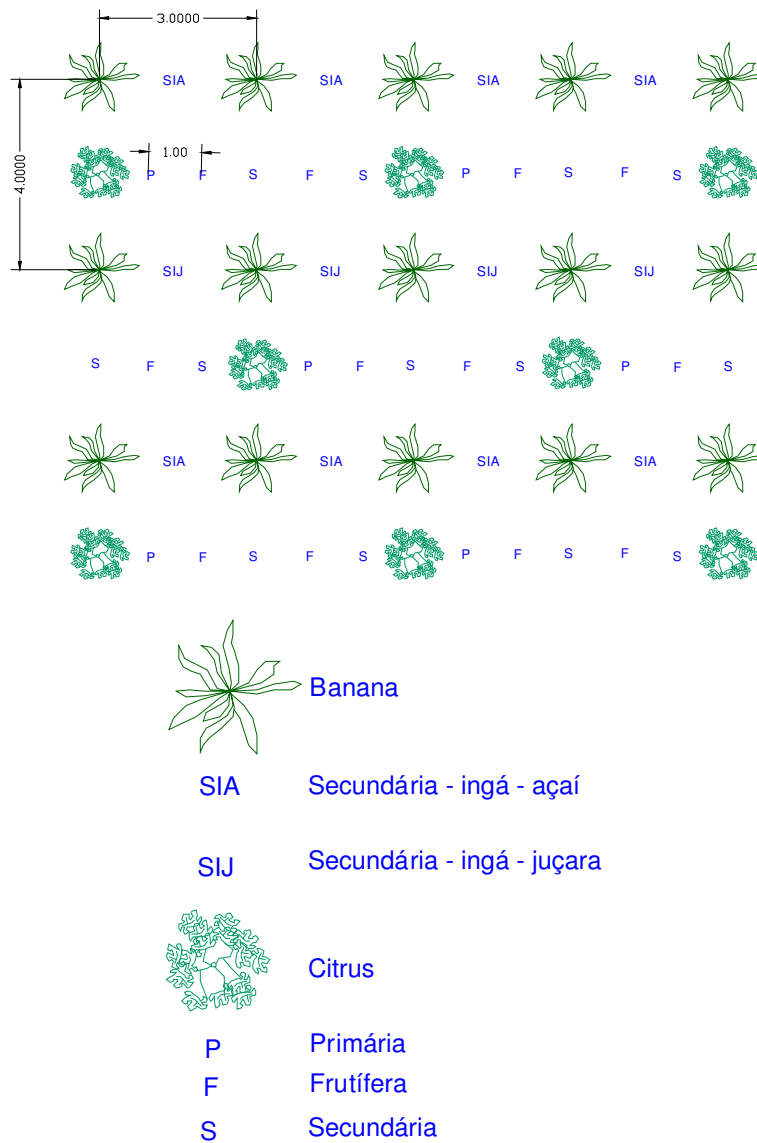
<b>Sapucaia</b>	<i>Lecythis pisonis</i> Camb.	Lecytidaceae	Castanha, fauna, madeira, paisagismo, artesanato.	LORENZI, 1992; KAGEYAMA, 1991
<b>Jatobá</b>	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Leguminosae	Madeira, fruto, medicinal, fauna, resina	CARVALHO, 1994; LORENZI, 1992; KAGEYAMA, 1991
<b>Sapopema</b>	<i>Sloanea monosperma</i> Vell.	Elaeocarpaceae	Madeira para construção civil.	LORENZI, 1992
<b>Grumixama</b>	<i>Eugenia brasiliensis</i> Lam.	Myrtaceae	Fruto, fauna, madeira, paisagismo	LORENZI, 1992 KAGEYAMA, 1991
<b>Canela sassafrás</b>	<i>Ocotea odorifera</i> (Vell.) Rohwer	Lauraceae	Óleo essencial, madeira, medicinal, paisagismo.	LORENZI, 1992; KAGEYAMA, 1991; CARVALHO, 1994
<b>Palmito juçara</b>	<i>Euterpe edulis</i> Mart	Palmae	Fruto, palmito, fauna, apícola, forragem.	LORENZI, 1992, CARVALHO, 1994.

### Frutíferas

<b>Mamão</b>	<i>Carica papaya</i> L.	Caricaceae	Fruto, medicinal, atrativo à fauna	
<b>Pitanga</b>	<i>Eugenia uniflora</i> L.	Myrtaceae	Alimentar, fauna, madeira para construção de ferramentas agrícolas, medicinal.	LORENZI, 1992 KAGEYAMA, 1991
<b>Citrus</b>	<i>Citrus</i> sp.	Rutaceae	Alimentar, medicinal.	
<b>Jaca</b>	<i>Artocarpus integrifolia</i>	Moraceae	Alimentar, madeira, medicinal, fauna.	BUDOWSKI, 1965
<b>Jabuticaba</b>	<i>Myrciaria trunciflora</i> Berg.	Myrtaceae	Fruto, fauna,	LORENZI, 1992
<b>Ameixa</b>	<i>Eriobotrya japonica</i>	Rosaceae	Fruto, fauna, madeira.	BUDOWSKI, 1965

A vegetação existente nas parcelas Safra foi totalmente podada, com exceção de algumas árvores de interesse, como canela (*Ocotea* sp.) e louro (*Nectandra* sp.). O plantio das mudas foi feito em covas de 0,40 x 0,40 metros e alinhadas de acordo com o croqui pré-estabelecido (Figuras 1 e 2).

O desenho principal dos três sistemas implantados (Figura 1) tem como cultura principal a banana, que apresenta importância econômica no Município de Paraty. O desenho básico é constituído de sete linhas de bananeiras (4 x 3 m), consorciadas na mesma linha com um conjunto de três espécies plantadas na mesma cova denominada de "triplex" (uma espécie pioneira, uma espécie de ingá e uma espécie de palmito (açai ou juçara), intercaladas por linhas de espécies arbóreas com espaçamento de 1 x 1 m, dispostas no seguinte ordenamento: citrus - espécie climax ou primária - frutífera - espécie secundária - frutífera - secundária - citrus (Figura 1).



**Figura 1-** Desenho estrutural básico dos Safras Mínimo, Absoluto e Modificado, Paraty- RJ.

#### 4.2.1.1. Safra Mínimo

O Safra Mínimo foi criado com o objetivo de estudar a aplicação de um modelo agroflorestral mais simplificado, com menor densidade de espécies e mais adequado à realidade cultural dos agricultores da região, que não estão



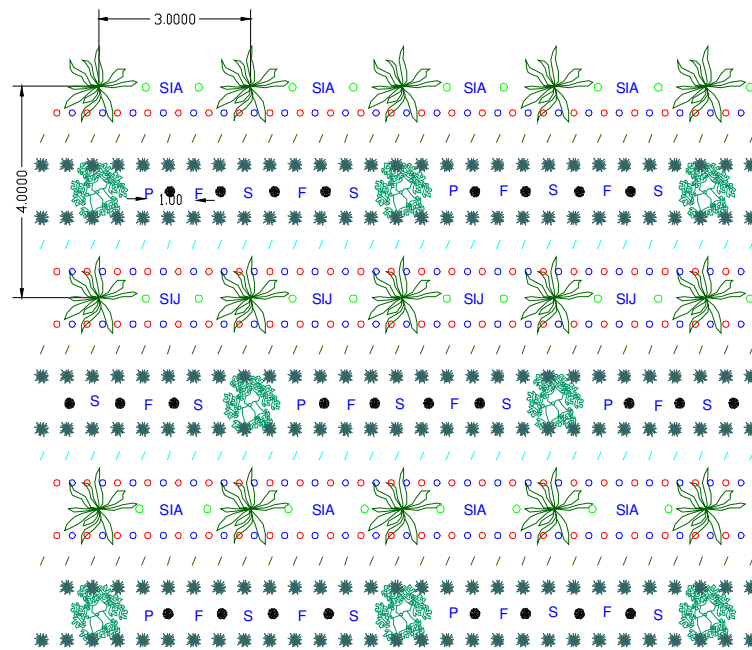
acostumados a plantar e manejar tantas espécies em conjunto no mesmo espaço físico e temporal.

O Safra Mínimo (Figura 1) constitui-se do enriquecimento do bananal com mudas de 28 espécies arbóreas, seguindo um arranjo baseado na composição das espécies por grupos ecológicos, sem o plantio das culturas anuais e das culturas visando adubação verde.









#### **4.2.1.2 Safra Absoluto**

O Safra Absoluto, também baseado na teoria da sucessão natural, possui um arranjo mais complexo, diversificado e mais adensado do que o Safra Mínimo.

Neste manejo, além do desenho básico foram introduzidas sementes de milho (*Zea mays*), guandu (*Cajanus cajan*), mamona (*Ricinus communis*), feijão de porco (*Canavalia ensiformis*), crotalária (*Crotalaria juncea*), estacas de margaridão (*Tithonia diversifolia* Gray), capim napier (*Pennisetum purpureum*), hibisco (*Malvaviscus arboreus*), amora (*Rubus brasiliensis*), mandioca (*Manihot esculenta*) e mudas de abacaxi (*Ananas comosus*), sem adubação (Figura 2).



### Legenda

-  Banana
-  SIA Secundária - ingá - açaí
-  SIJ Secundária - ingá - juçara
-  Citrus
-  P Primária
-  F Frutífera
-  S Secundária
-  Mandioca
-  Milho e guandu
-  Feijão de porco e crotalária
-  Estaca de Napier (esp. 0,50m)
-  Estaca de amora e margaridão (esp. 0,50m)
-  Abacaxi
-  Mamonas

**Figura 2-** Desenho estrutural dos Safras Absoluto e Modificado. Paraty -RJ.

#### 4.2.1.3. Safra Modificado

O Safra Modificado surgiu da necessidade de se estudar os efeitos provocados no sistema a partir da utilização de insumos externos, tais como a adubação e o uso de inoculantes biológicos na produção das mudas exóticas que foram introduzidas no Safra.

O Safra Modificado (Figura 2) possui o mesmo arranjo espacial (completo) do Safra Absoluto, com a diferença de se ter utilizado uma adubação com um litro de esterco de bovino + 50 gramas de termofosfato + 100 g de calcário dolomítico + 10 g de FTE BR 12, por cova das fruteiras e o dobro da medida nas covas "triplex". Os demais componentes do sistema não foram adubados.

Neste tratamento, também foram introduzidas espécies leguminosas arbóreas utilizadas pela Embrapa Agrobiologia para a recuperação de áreas degradadas. As espécies Orelha de negro (*E. contortisiliquum*), Albizzia (*A. guachapele*), Acacia mangium (*A. mangium*) e Gliricídea (*G. sepium*) foram inoculadas com espécies de fungos micorrízicos e bactérias do grupo *rizobium* específicos.

#### 4.2.1.4. Bananal

Sistema tradicional de cultivo e manejo da cultura da bananeira feito em monocultura no espaçamento 4 x 3 m. Este tratamento tem como objetivo monitorar os fenômenos, conseqüentes do manejo do bananal tradicional realizado pelos agricultores da região. O manejo tradicional consiste da roçagem periódica do bananal, onde são retiradas quase todas as regenerações naturais, com exceção de eventuais espécies de valor comercial, como madeiras de boa qualidade.

As touceiras de bananeiras são mantidas com mais de quatro indivíduos e após a colheita os pseudo-caules permanecem em pé ou são colocados inteiros sobre o solo.

#### **4.2.1.5. Capoeira**

Área composta por vegetação secundária, onde freqüentemente são observados indivíduos de espécies arbóreas, tais como o tapiá (*Alchornea iricurana.*), mamica de porca (*Zanthoxylum rhoifolium*), pau jacaré (*Piptadenia gonoacantha*), crindiuva (*Trema micrantha*), bico de pato (*Macherium sp.*), carobinha (*Jacarandá puberula Cham.*) e canela (*Ocotea sp.*). Entre as espécies herbáceas estão presentes indivíduos das famílias Musaceae, Pteridophyta e Solanaceae, o que caracteriza esta vegetação em estágio sucessional inicial a médio de regeneração (CONAMA, 1994).

### 4.3. Práticas De Manejo

Cinco manejos foram realizados nos Safras, um a cada final das estações seca e chuvosa. Procurou-se ter homogeneidade no manejo entre os tratamentos Safra Mínimo, Absoluto e Modificado, só variando a quantidade e qualidade das espécies existentes em cada um, sendo que a Capoeira e o Bananal não foram manejados.

O procedimento de manejo agroflorestal variou com a situação encontrada no sistema. As informações que norteiam cada intervenção foram obtidas através da observação das plantas.

No início, o manejo consistiu da poda rente ao solo do capim napier (*P. purpureum*), das ervas nativas espontâneas (heliconia, urtiga, trapoeraba e samambaia), de algumas árvores que regeneravam excessivamente, como a *Z. rhoifolium* (mamica de porca), *P. gonoacantha* e de algumas arbóreas, visando a condução de suas copas a um estrato acima das bananeiras. A biomassa foi depositada preferencialmente ao redor das mudas, mas normalmente cobrindo o solo por completo. Alguns indivíduos das espécies arbóreas pioneiras e secundárias presentes na regeneração, tais como tapiá (*A. glandulosa*) e crindiuva (*T. micrantha*) e canela (*Ocotea* sp.),

foram mantidos na área para gerar mais biomassa, através de podas periódicas, e compor a estratificação do sistema.

As touceiras de banana foram manejadas retirando-se as folhas secas e raleando os brotos para que permaneçam apenas três gerações de bananeiras em cada touceira, e as bananeiras doentes com o “mal do Panamá”, parasitadas por *Fusarium oxysporum* f.sp. cubense (Smith) Snyder & Hansen (BORGES et al, 1997) foram podadas. Os pseudo-caules das bananeiras foram cortados em forma de telha e depositados sobre o solo próximo à base das mudas mais exigentes em umidade e nutrientes, visando também a não proliferação de pragas, como o coleóptero conhecido vulgarmente como “moleque da bananeira” (*Cosmopolites sordidus*), que foi observado em algumas touceiras, quando na implantação do experimento.

Após o manejo foram plantadas mudas de taioba e inhame junto com sementes de feijão de porco nos espaços com maior intensidade luminosa.

#### **4.4. Coleta dos Dados**

##### **4.4.1 Caracterização química do solo**

Foram coletadas aleatoriamente amostras de terra compostas de três sub-amostras nas profundidades: 0-5; 5-10 e 10-20 cm de profundidade. As amostras compostas foram secas,

destorroadas e submetidas a análise de rotina no Laboratório da EMBRAPA - Solos. A descrição detalhada do método utilizado na análise está contida no Manual de Métodos de Análises de solos (EMBRAPA, 1997).

#### **4.4.2 Incremento em Altura**

As espécies arbóreas tiveram suas alturas mensuradas aos sete, 17 e 24 meses, somente nos três Safras, com o auxílio de uma fita métrica, para mudas de pequeno porte. Em função do desenvolvimento das espécies empregadas, utilizou-se de uma mira topográfica e os dados foram anotados em planilhas de campo.

As parcelas Safra foram distribuídas na encosta paralelamente, e os três períodos de avaliação do crescimento das plantas arbóreas realizado nestas parcelas foram considerados como sub-parcelas.

#### **4.4.3. Aporte de nutrientes via serrapilheira**

As cinco unidades experimentais (Safras Mínimo, Absoluto e Modificado, Bananal e Capoeira) foram divididas em três terços de acordo com a posição altimétrica no relevo (terço superior, médio e inferior). Para cada unidade experimental, três amostras de serrapilheira foram coletadas em cada terço,

com coletores de madeira de 25 x 25 cm (625 cm<sup>2</sup>) GOLLEY et al, (1978). As amostras foram secas em estufa a 65°C de temperatura até peso constante. Posteriormente, as amostras foram pesadas, moídas em moinho tipo Willey, homogeneizadas e encaminhadas para o laboratório onde foram feitas as determinações dos teores de micro e macronutrientes, conforme a metodologia propostas por EMBRAPA (1999).

#### **4.5 Processamento e Análise dos Dados**

Todos os dados, tanto de teores e conteúdos de nutrientes, quanto de altura foram sistematizados em planilhas do Excel e analisados através do programa estatístico SAEG (EUCLYDES, 2003). Primeiramente, recorreu-se aos testes de Lilliefors para avaliação da adequação ou não dos dados à curva de distribuição do tipo normal, Cochran e Bartlett para avaliação da homogeneidade entre as variâncias dos erros aleatórios. Atendidas as pressuposições de homogeneidade da variância aleatória e normalidade da distribuição dos dados, procedeu-se a análises de variâncias dos efeitos dos tratamentos, estudados pelo uso do teste F e comparação de médias pelo teste de Tukey, ambos ao nível de 5 % de probabilidade.



#### 4.5.1 Incremento em Altura

Tendo em vista a necessidade de repetições mínimas para as espécies em cada tratamento, as espécies, *C. floribundus*, *A. integrifolia*, *E. contortisiliquum*, *E. brasiliensis*, *E. stipitatai* e *M. trunciflora*, *C. papaya*, *E. oleracea*, *I. edulis* e *Citrus* sp., presentes em todos os safras, foram selecionadas para serem submetidas aos procedimentos estatísticos.

Diante da constatação de não normalidade dos dados de altura das plantas, foi estabelecida a variável incremento percentual  $((\text{altura aos 24 meses} - \text{altura aos sete meses}) / \text{altura aos 24 meses}) * 100$ ) como característica de avaliação e comparação das médias de altura das dez espécies dos três Safras em estudo.

O incremento médio anual das espécies em cada tratamento foi obtido pela fórmula  $((\text{incremento percentual médio} / 24) * 12)$ .

Após a análise de variância, procedeu-se à comparação das médias dos tratamentos pelo teste Tukey a 5%.

#### 4.5.2 Aporte de nutrientes via serrapilheira

Diante da constatação de não normalidade dos dados de conteúdo dos nutrientes K, Mg, Fe, Zn, Cu, estes foram

transformados ( $\sqrt{\text{conteúdo} + 0,5}$ ) e após à análise de variância, procedeu-se à comparação das médias dos tratamentos pelo teste Tukey a 5%.

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1. Caracterização Química do solo**

Os dados contidos na Tabela 2 são relativos à primeira coleta de solo, antes da implantação do experimento em janeiro de 2001; por este motivo, foram retiradas amostras de três áreas distintas: bananal, capoeira e Safra. Esta última representa os três Safras Mínimo, Absoluto e Modificado implantados posteriormente.

Avaliando-se tais resultados, percebe-se que de maneira geral, as três áreas apresentam nível médio a alto de fertilidade natural do solo.

**Tabela 2.** Análise química do solo nas parcelas Bananal, Safras e Capoeira, antes da implantação do experimento. Paraty -RJ, 2001.

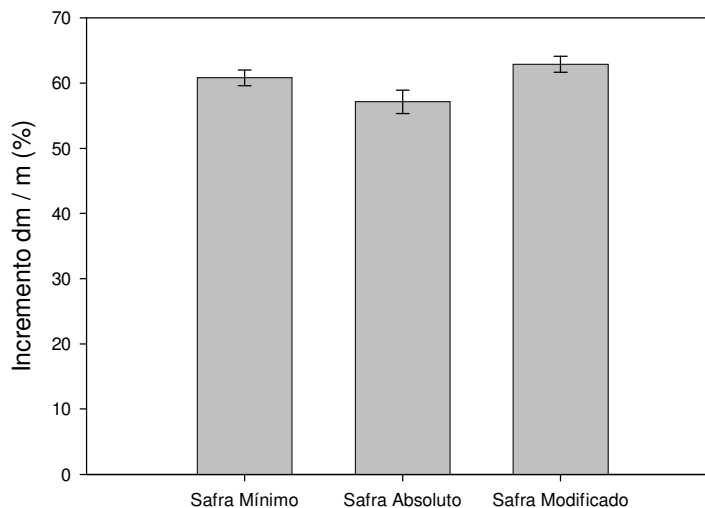
Tratamento	Prof.	C	pH	Ca	Mg	Al	H+Al	K	Na	P	SB	T	V%
	(cm)	g.kg <sup>-1</sup>	(H <sub>2</sub> O)	cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>			mg.dm <sup>-3</sup>		mg.d <sup>3</sup>	cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>		dag.kg <sup>-1</sup>	
Bananal	0-5	14,0	4,3	2,8	1,17	1,1	2,6	92,4	5,7	9,5	5,3	7,9	53,0
	5-10	14,3	4,1	1,7	1,01	0,8	5,6	94,5	5,4	10,8	3,0	8,6	33,0
	10-20	13,2	4,1	0,6	0,58	1,0	4,9	65,8	3,3	8,6	1,4	6,3	21,9
Safras	0-5	21,4	4,8	2,0	1,22	0,3	8,3	87,4	5,8	5,9	3,8	12,1	29,4
	5-10	17,5	4,1	1,2	0,92	0,9	8,7	60,8	4,0	4,3	2,3	11,0	19,7
	10-20	16,1	3,9	0,8	0,65	1,1	8,2	68,3	3,0	2,9	1,6	9,8	16,3
Capoeira	0-5	20,8	4,7	3,4	1,2	0,3	6,9	146,7	9,1	15,5	5,0	11,9	41,6
	5-10	17,3	4,6	2,5	0,8	0,5	7,5	122,2	9,1	13,1	3,6	11,1	32,4
	10-20	13,5	4,4	1,3	0,61	0,8	7,1	81,6	7,1	10,8	2,2	9,3	23,6

**Legenda:** Prof - profundidade; C- carbono; Ca- cálcio; Mg- magnésio; Al- alumínio; H+Al- hidrogênio mais alumínio; K- potássio; Na- sódio; P- fósforo; SB- soma das bases; T- ctc total.

## 5.2. Incremento em altura das dez espécies estudadas

Os resultados da avaliação do crescimento em altura das espécies arbóreas avaliadas aos 24 meses pós-plantio demonstram pouca variação entre as médias dos três tratamentos, com ligeira superioridade do Safra Modificado.

O incremento percentual em altura foi significativamente influenciado pelos diferentes sistemas agroflorestais avaliados ( $F = 3.71$ ;  $P = 0,05$ ), comparando-se os valores médios pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Os Safras Modificado e Absoluto proporcionaram os maiores e menores incrementos respectivamente, havendo diferença significativa somente entre estes tratamentos (Figura 3).



**Figura 3.** Incremento percentual em altura das espécies arbóreas avaliadas aos 24 meses, nos três Safras. Paraty -RJ, 2003. I- Erro padrão da média de cada tratamento.

Segundo PRIMAVESI (1999), os principais fatores que influenciam no crescimento das plantas são água, nutrientes e a luz. Considerando isto, acredita-se que os fatores que contribuíram para a variação no incremento percentual de altura foram principalmente a intensidade luminosa e a diferença na fertilidade do solo. O Safra Modificado e Mínimo foram os tratamentos que apresentaram maior incremento percentual, o que sugere que este fato ocorreu devido à adubação e introdução de espécies inoculadas, realizada no Safra Modificado e no caso do Safra Mínimo, devido a menor densidade de plantas.

Este resultado pode estar relacionado a competição por recursos do ambiente entre as planta porém, segundo VAZ (2002) existem outros aspectos que devem ser considerados nesta interpretação. Os sistemas mais biodiversos e adensados, exigem maior conhecimento do comportamento das espécies introduzidas, de suas interações interespecíficas e das características edafoclimáticas locais. Este conhecimento influi diretamente na qualidade e intensidade do manejo e no desenvolvimento de todo o sistema. O manejo tem a função de otimizar o uso dos recursos pelas plantas, disponibilizar nutrientes, água e luz, e deve ser dosado de acordo com a densidade, composição e objetivo de cada sistema produtivo.

Tanto o Safra Modificado quanto o Absoluto demandam um manejo mais intenso e preciso quando comparado ao Safra Mínimo, porém no Safra Modificado o emprego de adubação pode ter possibilitado maior incremento em altura, mesmo com menor intensidade luminosa.

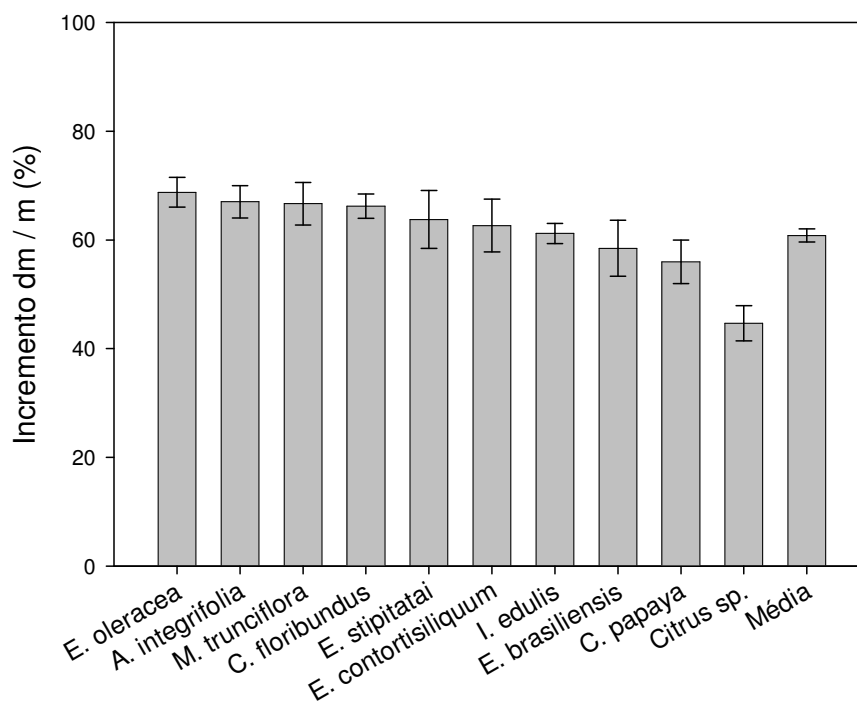
VAZ (2002), ao comparar o crescimento de espécies arbóreas em sistema agroflorestal (SAF's) simples e complexo com sistema florestal, em Piracicaba, SP, obteve resultados diferentes aos verificados neste estudo. O sistema florestal empregado consistiu no plantio apenas de mudas de árvores nativas em espaçamento 3 x 2 m e pode ser comparado ao Safra Mínimo. No SAF simples, além das árvores, foram plantadas espécies leguminosas adubadeiras e no SAF complexo, além das árvores nativas e a adubação verde, foram plantadas 10 espécies frutíferas e capim napier. O SAF complexo pode ser correlacionado ao Safra Absoluto e Modificado da presente pesquisa. De acordo com os resultados dessa autora, o sistema agroflorestal simplificado apresentou melhores resultados de incremento em altura do que o SAF complexo e o sistema florestal aos 17 mese pós-plantio.

Segundo VAZ (2002), este comportamento pode ser explicado através da teoria de grupos funcionais (BUDOWSKI, 1965), popularizada por Ernst Götsch (PENEIREIRO, 1999), que

diz que cada planta tem uma função específica no sistema, ocupa determinado estrato da vegetação, possui um ciclo de vida, utiliza os recursos do sistema e se comporta diferentemente das outras. A busca por ações complementares entre espécies é que faz com que possamos plantar espécies de diferentes funções em espaçamentos mais adensados que o normalmente utilizado nos sistemas produtivos. Portanto, no SAF complexo, a maior diversidade de espécies com funções semelhantes levou a dependência de um manejo, na época precisa, que definisse esta diferença funcional, para que não houvesse competição. Sendo assim, é provável que a alta densidade, o arranjo das espécies e possíveis falhas no manejo deste SAF tenham contribuído para o menor incremento em altura das plantas, no SAF complexo. VAZ (2002) coloca que possivelmente a densidade de plantas seja proporcional à necessidade de precisão do manejo.

Analisando a interação espécie e manejo, no Safra Mínimo verifica-se que a espécie que apresentou maior incremento percentual foi o *E. oleracea* (açaí), porém não foi constatada diferença significativa das demais espécies com exceção do *C. papaya* (mamão), *I. edulis* (ingá de metro), *E. brasiliensis* (grumixama) e das espécies do gênero citrus, que apresentaram o menor incremento percentual (Figura 4). Observa-se também,

que neste tratamento as espécies apresentaram comportamentos similares nos incrementos de alturas de plantas. Este fato pode estar relacionado ao menor adensamento de plantas, que por sua vez, influencia a disponibilidade de luz no sistema e a fertilidade natural do solo, que se apresentou em nível médio-alto, na ocasião da implantação do sistema.

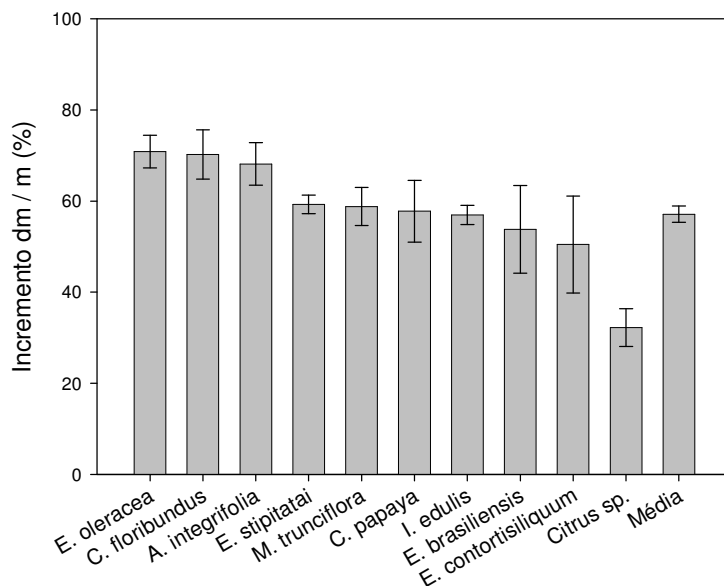


**Figura 4.** Incremento percentual em altura das espécies no Safra Mínimo aos 24 meses Paraty - RJ, 2003. I - Erro padrão da média de cada tratamento.

No Safra Absoluto, as espécies que diferenciaram-se das demais e contribuíram com maior incremento percentual em

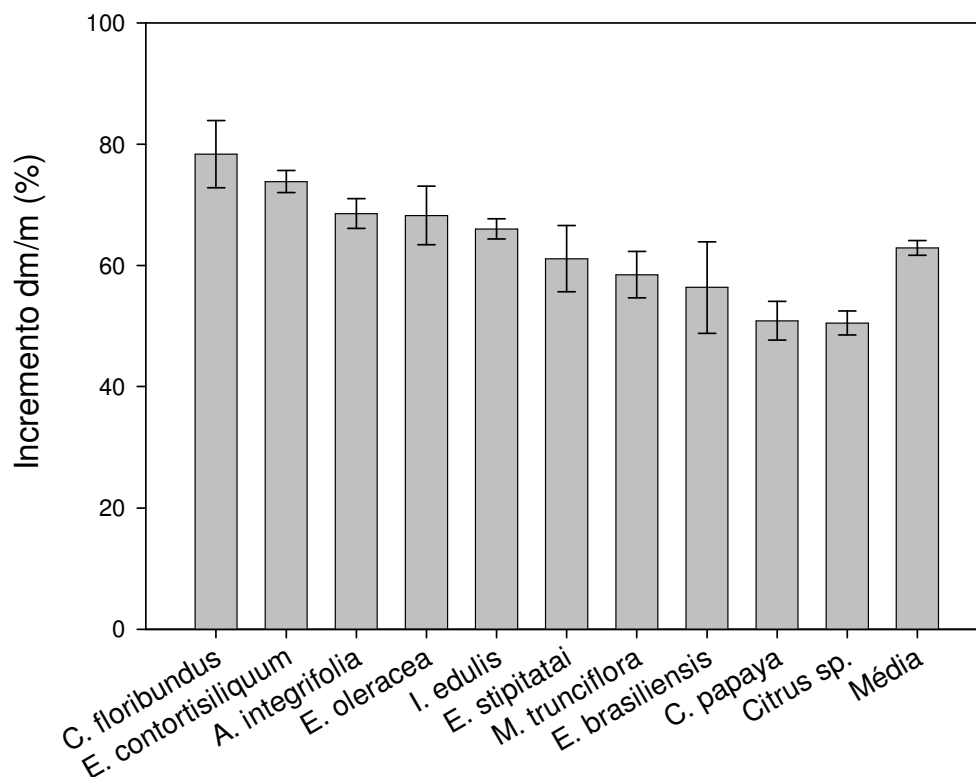


altura foram: *C. floribundus* (capixingui), *A. integrifolia* (jaca) e *E. oleracea* (açai), e as espécies que menos contribuíram foram as do gênero *Citrus*, (Figura 5). O *C. floribundus* é uma espécie pioneira, que se desenvolve bem em clareiras e em áreas que sofreram intervenção antrópica, criando condições para o desenvolvimento e estabelecimento de espécies secundárias e primárias, provavelmente por ter este padrão de comportamento, ela tenha se destacado no sistema. Já as espécies *A. integrifolia* e *E. oleracea* pertencem ao grupo ecológico das secundárias, e o que se tem observado no campo é que estas precisam de sombreamento no início de seu desenvolvimento, quando as mudas ainda não se adaptaram ao ambiente em que foram plantadas e que, posteriormente, demandam maior intensidade luminosa para se desenvolverem e atingir o dossel ou o estrato alto da floresta; encontraram, portanto, no Safra Absoluto condições ambientais que mais contemplaram suas exigências ecofisiológicas.



**Figura 5.** Incremento percentual das espécies no Safra Absoluto aos 24 meses. Paraty - RJ, 2003 I- Erro padrão da média de cada tratamento.

Para o Safra Modificado as espécies que apresentaram maior incremento percentual foram: *C. floribundus*, *A. integrifolia*, e *E. contortisiliquum* (tamboril) (Figura 6).



**Figura 6.** Incremento percentual das espécies no Safra Modificado aos 24 meses, Paraty - RJ, 2003. I - Erro padrão da média de cada tratamento.

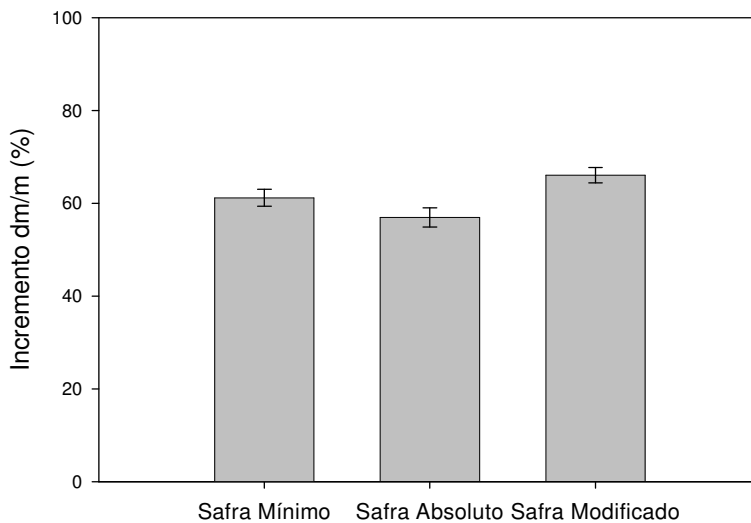
De maneira geral, as espécies que apresentaram maior incremento percentual em altura, no período avaliado, foram o *C. floribundus* (71,60%), *A. integrifolia* (67,90%), *E. oleracea* (69,23%) e *E. contortisiliquum* (62,31%), e as espécies que apresentaram menor incremento foram as do gênero *Citrus* (42,74%).

Os menores incrementos apresentados pelo gênero *Citrus* podem estar relacionados ao fato de ter sido realizado o

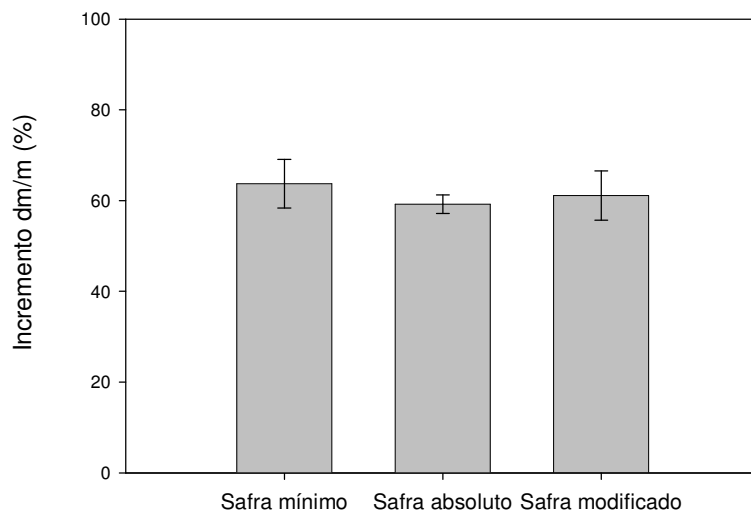
monitoramento do desenvolvimento de três diferentes espécies conjuntamente. Este procedimento foi inadequado, visto que as espécies têm comportamentos ecofisiológicos distintos e os resultados originados não expressam estas diferenças específicas.

Na interação manejo X espécie, observou-se que houve diferença significativa de incremento percentual ( $F = 1.93$ ;  $P = 0,05$ ) entre os três tipos de Safras para as espécies *I. edulis*, *C. floribundus*, *E. oleracea*, *Citrus* sp. e *E. contorsiliquum*. As demais espécies não apresentaram diferença significativa no incremento percentual entre os Safras.

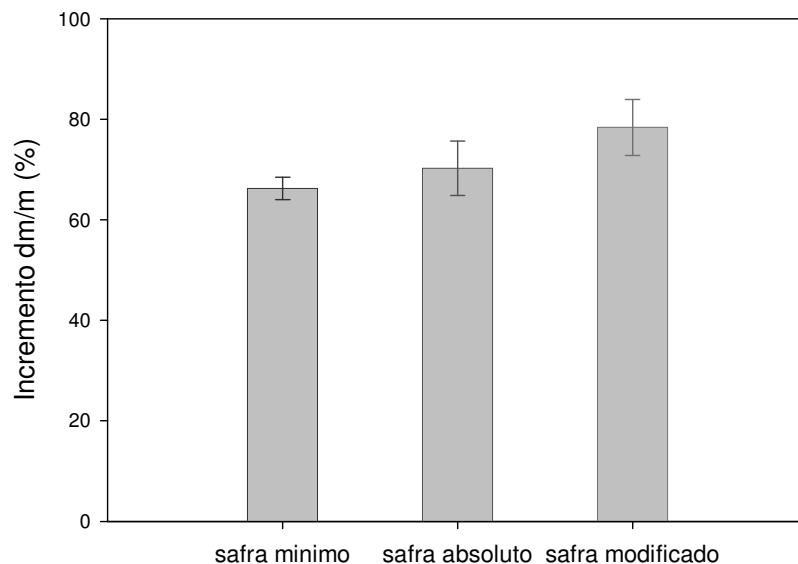
Analisando-se os valores médios de incremento percentual em altura de cada espécie dentro dos diferentes tratamentos, sem considerar a diferença estatística, observa-se que as espécies, *I. edulis*, *E. contortisiliquum*, *C. floribundus*, *A. integrifolia*, e as do gênero *Citrus*, apresentaram maior incremento no Safra Modificado. *E. brasiliensis* (grumixama), *E. stipitatai* (araçá-boi), *M. trunciflora* (jabuticaba) apresentaram melhor performance no Safra Mínimo e o *C. papaya* e *E. oleracea* se desenvolveram melhor no Safra Absoluto (Figuras 7 a 16).



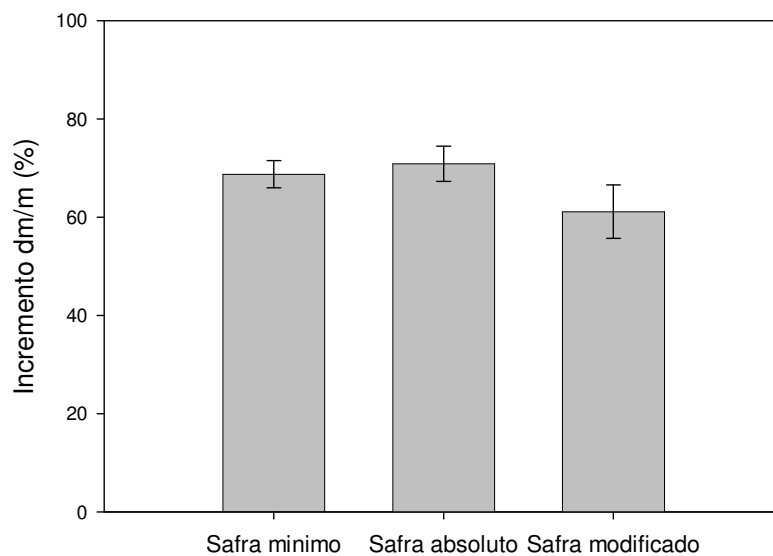
**Figura 7.** Incremento percentual em altura do *Inga edulis*, nos Safras. Paraty-RJ. I - Erro padrão da média de cada tratamento.



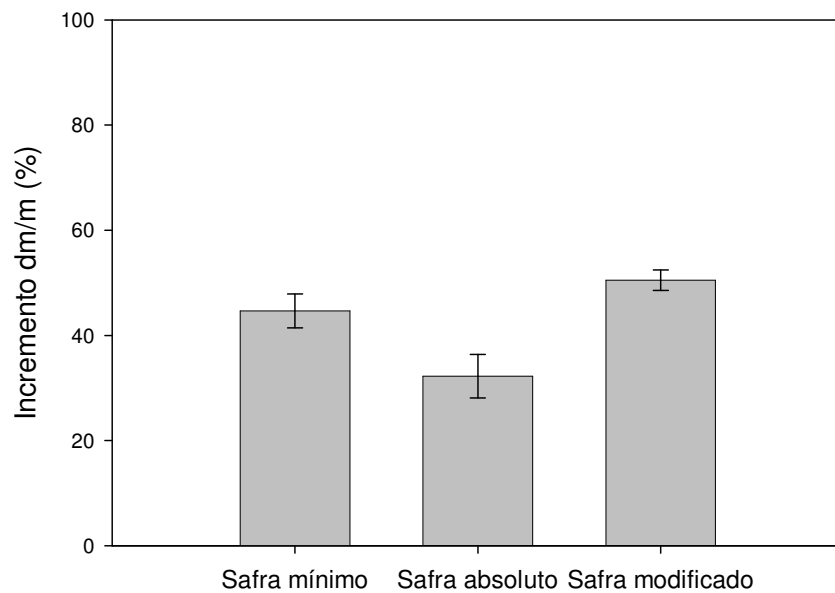
**Figura 8.** Incremento percentual em altura da *Eugenia stipitatai*, nos Safras. Paraty-RJ. I - Erro padrão da média de cada tratamento.



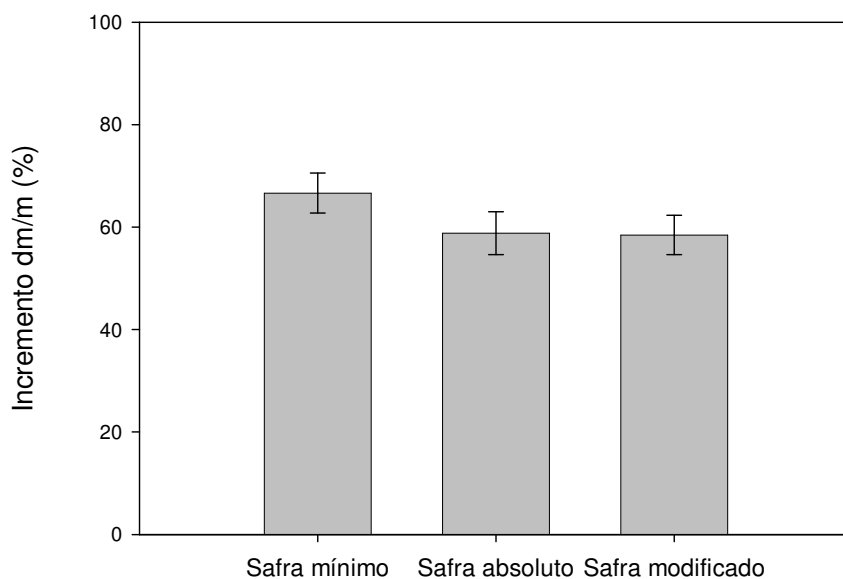
**Figura 9.** Incremento percentual do *Croton floribundus* nos Safras. Paraty-RJ, 2003. I- Erro padrão da média de cada tratamento.



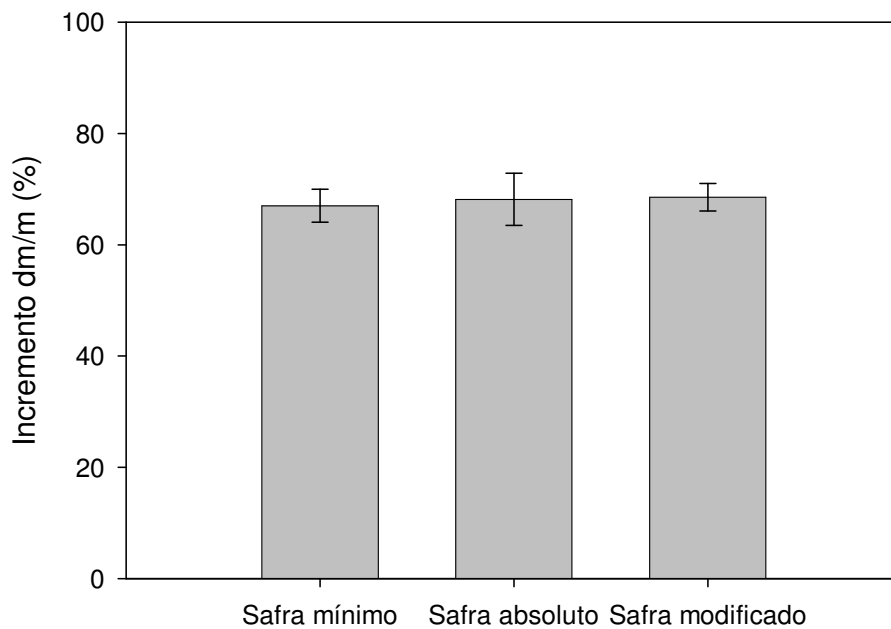
**Figura 10.** Incremento percentual do *Euterpe oleracea* nos Safras. Paraty-RJ, 2003 I - Erro padrão da média de cada tratamento.



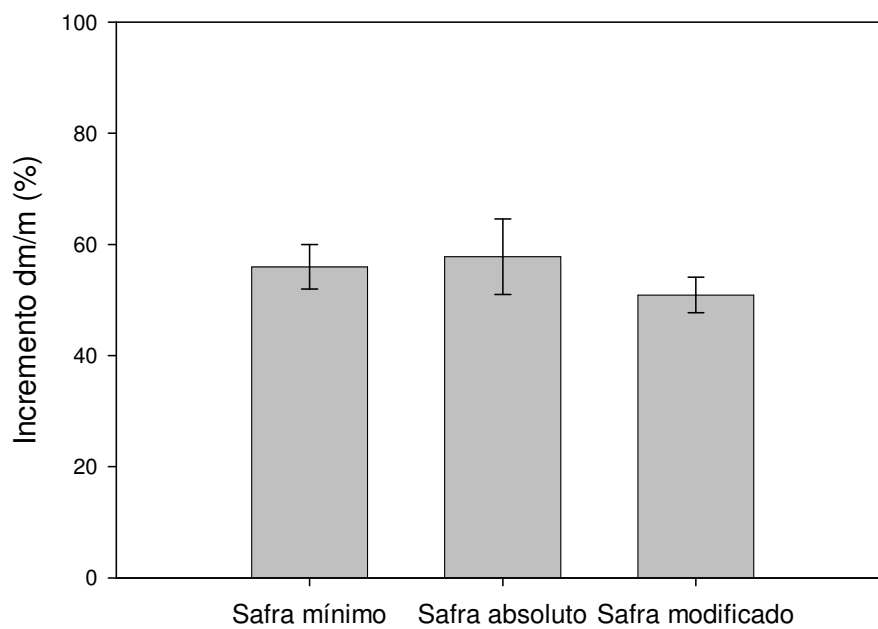
**Figura 11.** Incremento percentual das espécies do gênero *Citrus* nos Safras. Paraty-RJ, 2003. I - Erro padrão da média de cada tratamento.



**Figura 12.** Incremento percentual da *Myrciaria trunciflora* nos Safras. Paraty-RJ, 2003. I - Erro padrão da média de cada tratamento.

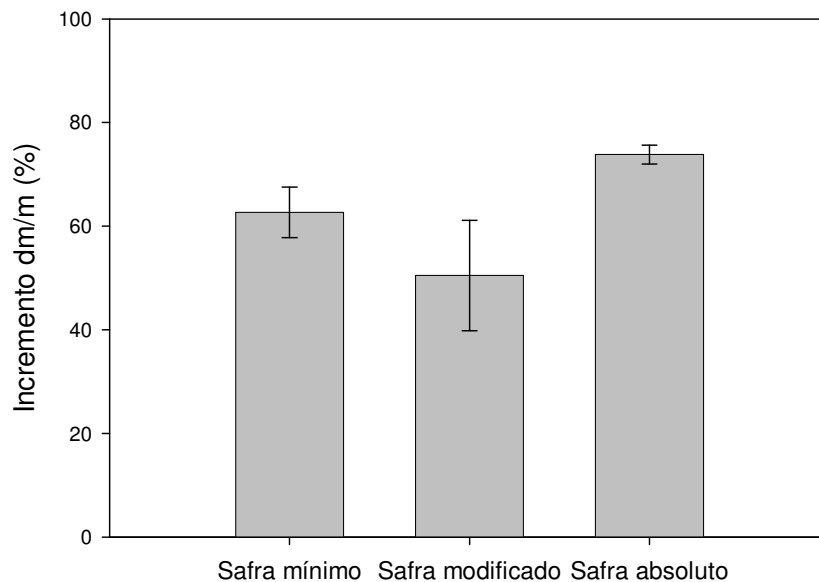


**Figura 13.** Incremento percentual da *Artocarpus integrifolia* nos Safras. Paraty-RJ, 2003. I - Erro padrão da média de cada tratamento.

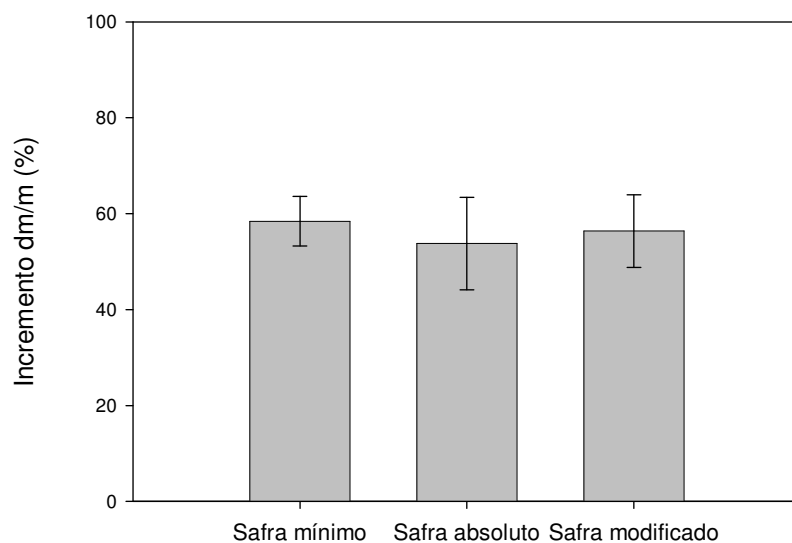


**Figura 14.** Incremento percentual da *Carica papaya* nos Safras. Paraty-RJ, 2003. I - Erro padrão da média de cada tratamento.





**Figura 15.** Incremento percentual do *Enterolobium contorsiliquum* nos Safras. Paraty-RJ, 2003.I - Erro padrão da média de cada tratamento.



**Figura 16.** Incremento percentual da *Eugenia brasiliensis* nos Safras. Paraty-RJ, 2003.I - Erro padrão da média de cada tratamento.

Nesta interação manejo X espécie percebe-se que as espécies da família Myrtaceae (*E. brasiliensis*, *E. stipitatai* e *M. trunciflora*) se desenvolveram melhor no Safra Mínimo. Estas espécies se enquadram no grupo ecológico das secundárias tardias a clímax (LORENZI,1992; BUDOWSKI, 1965) e, portanto, espera-se que expressem baixa velocidade de crescimento e menor competitividade em relação ao uso dos recursos ambientais, na interação com outras espécies. Diante deste fato, pode-se inferir que estas espécies se desenvolveram melhor no Safra Mínimo, em relação aos demais Safras, devido a menor densidade de cultivos deste tratamento, e por este apresentar características ecológicas e edafoclimáticas mais semelhantes ao habitat natural destas espécies nativas da mata atlântica.

No Safra Modificado houve o melhor desempenho de espécies de rápido crescimento, que respondem à adubação e expressam alta competitividade para com o uso dos recursos do ambiente. Com este comportamento, estas espécies são capazes de dominar a estratificação do sistema, apesar do adensamento de plantas e a conseqüente baixa irradiação luminosa.

Os resultados de crescimento em altura ratificam que as espécies expressam suas exigências ambientais diferentemente, devido a suas características ecológicas, evidenciando que o

desenvolvimento de determinadas espécies dentro dos manejos está intensamente relacionado com as variáveis adensamento de plantas e fertilidade do solo, entre outras variáveis associadas, não mensuradas neste estudo.

Desta forma, torna-se necessário o aprofundamento nos estudos relacionados à ecologia das espécies, para que o planejamento de sistemas agroflorestais possa ser mais efetivo e consolidado.

Na Tabela 3 encontram-se os valores absolutos médios de altura aos dois anos de idade e na Tabela 4, o incremento médio anual das espécies nos três tratamentos empregados neste estudo.

**Tabela 3.** Médias das alturas (m) das espécies e erro padrão em cada tratamento aos 24 meses pós plantio.

<b>Espécies</b>	<b>Safra Mínimo (m)</b>	<b>Safra Absoluto (m)</b>	<b>Safra Modificado (m)</b>
<b><i>C. floribundus</i></b>	6,07 ± 0,39	5,15 ± 0,46	4,75 ± 0,58
<b><i>E. contorsiliquum</i></b>	5,35 ± 0,35	6,03 ± 0,26	6,06 ± 0,71
<b><i>I. edulis</i></b>	4,06 ± 0,16	3,54 ± 0,21	3,22 ± 0,19
<b><i>A. integrifolia</i></b>	3,67 ± 0,15	3,10 ± 0,25	3,48 ± 0,25
<b><i>C. papaya</i></b>	3,41 ± 0,50	4,38 ± 0,35	4,93 ± 0,23
<b><i>Citrus sp.</i></b>	1,77 ± 0,18	1,47 ± 0,32	1,96 ± 0,13
<b><i>E. stipitatai</i></b>	1,36 ± 0,85	1,36 ± 0,56	1,12 ± 0,176
<b><i>M. trunciflora</i></b>	1,34 ± 0,44	1,49 ± 0,57	1,00 ± 0,11
<b><i>E. brasiliensis</i></b>	1,08 ± 0,30	0,76 ± 0,58	0,58 ± 0,071
<b><i>E. oleracea</i></b>	0,9 ± 0,057	1,18 ± 0,19	0,63 ± 0,05

**Tabela 4.** Incremento médio anual (IMA) em altura das espécies nos Safras, Paraty, RJ 2003.

Espécies	Safra	Safra	Safra
	Mínimo	Absoluto	Modificado
	-----	dm /m (%)	-----
<i>I. edulis</i>	30,59	28,47	33,02
<i>M. trunciflora</i>	31,87	29,62	30,56
<i>E. stipitatai</i>	33,32	29,395	29,235
<i>E. brasiliensis</i>	29,22	26,89	28,185
<i>Citrus sp.</i>	22,33	16,125	25,25
<i>E. contorsiliquum</i>	31,325	25,23	36,915
<i>C. floribundus</i>	33,105	35,115	39,18
<i>C. papaya</i>	27,98	28,89	25,435
<i>A. integrifolia</i>	33,51	34,07	34,275
<i>E. oleracea</i>	34,375	35,43	34,115

Avaliando-se os valores em incremento percentual, *C. floribundus* foi considerada a espécie mais promissora, em termos de velocidade de crescimento. Esta espécie mostrou um excelente desempenho no campo, constatado pela presença de plantas vigorosas e de crescimento uniforme. Porém, se forem considerados somente os valores absolutos de altura total, o *E. contorsiliquum*, foi a espécie que atingiu a maior altura no campo, principalmente no Safra Modificado, onde a muda foi inoculada com bactérias diazotróficas do gênero *Rizobium* e o solo foi adubado. Em relação a esta espécie, dados semelhantes foram observados por VAZ (2002).

Provavelmente os maiores valores de incremento expressos pelo *C. floribundus* devem-se ao fato desta espécie pioneira

ser nativa da região em estudo, estando assim bastante adaptada às condições edafoclimáticas locais.

Os valores obtidos para o *C. floribundus* aos dois anos, 6,07; 5,15 e 4,75 m, nos Safras Mínimo, Absoluto e Modificado, respectivamente, foram mais satisfatórios que os observados por SPELTZ (1968), em Telêmaco Borba -PR, com espaçamento 1,5 X 1,5m em Latossolo Vermelho, onde obteve-se altura média de 8,62m aos oito anos de plantio. KAGEYAMA et al (1991) obteve altura média superior para a mesma espécie, com um ano de idade de 4,65m em espaçamento 3 X 3 m também em Latossolo Vermelho.

O crescimento em altura do *E. contorsiliquum* obtido neste experimento é concordante com os estudos de ZELAZOWSKI (1986) que, em Mandaguari - PR, obteve altura média para esta espécie de 3,82 m aos 12 meses em espaçamento 2 X 1,5 m, e é superior aos valores apresentados por VAZ (2002), que encontrou valores médios de altura aos 17 meses pós plantio, de 2,05, 2,10 e 2,13 m no SAF simplificado, complexo e sistema florestal, respectivamente. TOLEDO FILHO & PARENTE (1982) apresentaram altura média de 4,39 m com espaçamento de 2 m, em plantio sob povoamento de *Pinus* sp. aos oito anos de idade, e o Centro Nacional de Pesquisa Florestal, monitorando experimento em Santa Helena -PR, demonstrou altura média de

4,80 m aos quatro anos com espaçamento 4 X 3 m, ambos resultados inferiores aos obtidos no presente trabalho.

O *I. edulis* apresentou diferença significativa de incremento percentual entre os Safras, sendo o Modificado, o Safra de maior expressão, seguido do Mínimo e do Absoluto. Em condições de cultivo consorciado com *Acacia mangium* e culturas anuais em Igarapéçu, PA, BRIENZA JÚNIOR (2002) observou para esta espécie um crescimento em altura de 2,59 m aos 12 meses de idade.

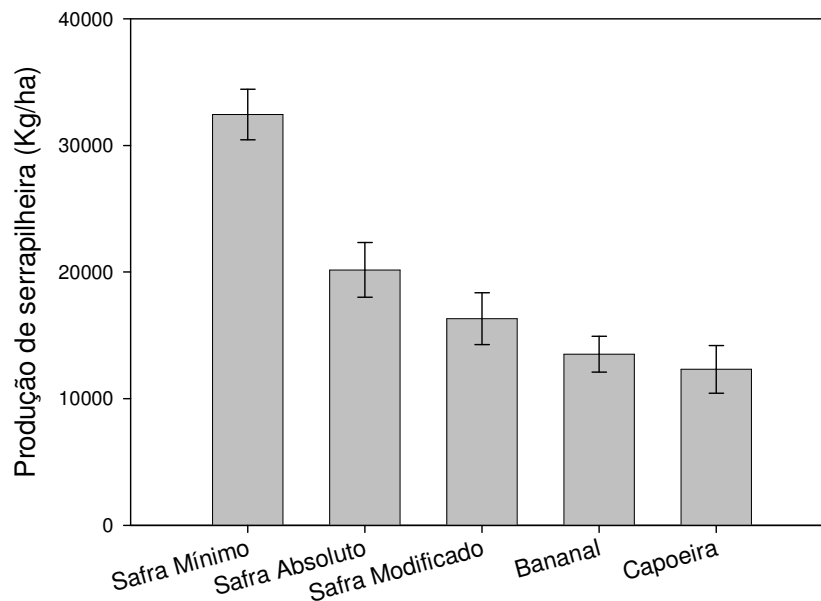
O Centro de Pesquisa Florestal ao estudar o *Inga sessilis* Martius (ingá ferradura) em Foz do Iguaçu - PR verificou altura média de 3,23 m aos três anos utilizando o espaçamento 4 X 4m. Esta mesma espécie, em Santa Helena -PR, alcançou altura média de 6,56 m aos seis anos com espaçamento 4 X 4 m, e altura média de 1,86 m em Adrianópolis, com espaçamento 4 X 2,5 m, aos dois anos de plantio (CARVALHO,1994). Comparando os resultados apresentados acima com os obtido nesse trabalho, verificou-se que os valores de incremento em altura para o *I. sessilis* foram menores que os valores de crescimento do *I. edulis*, encontrados no presente trabalho.

### **5.3. Aporte de nutrientes via serrapilheira**

Os dados obtidos por amostragem em quadrados de 0,0625 m<sup>2</sup>, correspondem à quantidade estocada no momento da coleta, 15 meses pós plantio. Os dados de teor dos nutrientes foram convertidos em peso referente à massa da amostra e calculou-se o conteúdo, em Kg.ha<sup>-1</sup>, de nutriente aportado.

Em relação à deposição média de serrapilheira nos cinco tratamentos, os maiores valores de matéria seca foram encontrados nos Safras Mínimo (32442,65 kg.ha<sup>-1</sup>), Absoluto (20166,18 Kg.ha<sup>-1</sup>) e Modificado (16318,45 Kg.ha<sup>-1</sup>) seguidos do Bananal (13507,23 Kg.ha<sup>-1</sup>) e da Capoeira (12312,23 Kg.ha<sup>-1</sup>).

Houve diferença significativa ( $F = 17,43$ ;  $P = 0,05$ ) entre o Safra Mínimo e os demais tratamentos comparando-se os valores médios pelo teste Tukey a 5% de probabilidade (Figura 17).



**Figura 17.** Produção de serrapilheira ( $\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) nas cinco áreas estudadas (Safras, Mínimo, Absoluto e Modificado, Capoeira e Bananal). Paraty -RJ 2003.I - Erro padrão da média de cada tratamento.

O superior aporte de matéria seca no Safra Mínimo está relacionado a maior biodiversidade e adensamento de plantas, quando comparados às áreas de Capoeira e Bananal. O manejo da poda dado aos Safras também influencia nos resultados, o que pode ser percebido pela tendência dos maiores valores de produção de serrapilheira expressos pelos demais safras (ANDRADE et al, 1999). Segundo PENEIREIRO (1999), a poda da vegetação permite um bombeamento dos nutrientes em profundidade no perfil do solo para a superfície, pois a raiz, ao explorar um volume maior do substrato devido a sua



renovação constante, pode extrair mais nutrientes da matriz do solo e contribuir para um maior aporte de nutrientes. Além disso, a biomassa aportada pode conter maiores conteúdos de nutrientes, visto que, durante a poda, os nutrientes não foram translocados internamente pela planta, como ocorre no processo de abscisão foliar. Este fato pode gerar uma maior disponibilidade de nutrientes as culturas anuais e outras plantas associadas.

A análise química da serrapilheira mostrou diferença estatística ( $P = 0,01$ ) para todos os nutrientes, demonstrando superior estoque de nutrientes no Safra Mínimo, em relação as demais áreas experimentais (Tabela 5). Os maiores valores médios de N, S, P, K, Ca, Mg, C, H e N foram encontrados na serrapilheira do Safra Mínimo. A Capoeira apresentou os menores valores nas médias dos nutrientes N, P, K mas estes não diferenciaram significativamente dos valores obtidos nos Safras Absoluto e Modificado e Bananal. Na área do Bananal foram encontrados os menores valores médios para os nutrientes Ca, S e Mg, que também não apresentaram diferença significativa dos Safras Absoluto e Modificado e Capoeira. De maneira geral, os Safras Absoluto e Modificado. apresentaram valores intermediários nas médias de conteúdos de nutrientes na serrapilheira, mas não diferiram das testemunhas.

**Tabela 5.** Conteúdos médios de macronutrientes ( $\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ ) nas frações da serrapilheira produzida nas cinco áreas de estudo, Paraty - Rj 2003.

<b>Elemento</b>	<b>Safra Mínimo</b>	<b>Safra Absoluto</b>	<b>Safra Modificado</b>	<b>Capoeira</b>	<b>Bananal</b>
<b>N</b>	462,88a <sup>(1)</sup>	285,55b	238,27b	174,77b	218,14b
<b>S</b>	32,95 a	27,61ab	20,59b	17,52b	15,80b
<b>P</b>	30,40a	22,10ab	20,25ab	13,72b	15,23b
<b>K</b>	76,64a	46,48ab	46,58ab	0,09b	37,24b
<b>Ca</b>	222,05a	153,09ab	125,29b	131,77b	103,09b
<b>Mg</b>	56,93a	27,86b	21,04b	19,86b	19,28b
<b>C%</b>	9066,39a	5896,26b	4514,85b	3785,10b	4083,27b
<b>H%</b>	1361,21a	841,03b	693,92b	543,79b	609,90b
<b>N%</b>	490,46a	317,35b	244,86b	211,95b	234,69b

<sup>(1)</sup> Médias seguidas de letras iguais, na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p=0,05$ ).

O aporte significativo do conteúdo de nutrientes no Safra Mínimo pode estar relacionado ao manejo da poda neste sistema. Segundo DELITTI (1995), a vegetação constitui o compartimento de maior estoque de nutrientes. Neste sentido, nos Safras Absoluto e Modificado, grandes quantidades de nutrientes podem estar estocadas nas culturas agrícolas e florestais e no Safra Mínimo, por apresentar menor densidade de cultivos, estes nutrientes podem estar sendo absorvidos por plantas de ocorrência espontânea, que, quando podadas, formam a serrapilheira e promovem a reciclagem destes nutrientes.

PENEIREIRO (1999), ao comparar o aporte de nutrientes na serrapilheira de um sistema agroflorestal orientado pela sucessão natural e de uma área de capoeira de mesma idade,

histórico e características ambientais, na Floresta Ombrófila Densa Sub-Montana, Sul da Bahia, obteve conteúdos de N, Mg, Ca, e S inferiores aos obtidos no presente estudo. PENEIREIRO (1999) estimou uma devolução em Kg/ha de 233,28 e 191,68 de N; 59,70 e 20,50 de Mg; 243,87 e 248,07 de Ca, e 9,68 e 13,16 de S, contidos na serrapilheira do sistema agroflorestal e da capoeira respectivamente. De acordo com os resultados obtidos, a autora concluiu que o manejo da poda da vegetação foi o maior responsável pelas diferenças entre as duas áreas em estudo, conduzindo a área manejada (SAF) a uma condição sucessional mais avançada, com maior oferta de matéria orgânica e concentração de nutrientes do que a área de capoeira.

Resultados inferiores ao observado no presente estudo também foram apresentados por NÓBREGA et al (2002), ao estudar o aporte de biomassa e nutrientes em sistema agroflorestal com dois anos de idade, implantado sobre Planossolo em Seropédica, RJ. Neste trabalho a análise dos conteúdos de macronutrientes representa 247,74 mg.ha<sup>-1</sup> de N, 17,42 mg.ha<sup>-1</sup> de P, 105,92 mg.ha<sup>-1</sup> de K, 170 mg.ha<sup>-1</sup> de Ca e 34,83 mg.ha<sup>-1</sup> de Mg.

Os baixos conteúdos de K encontrados na serrapilheira da Capoeira podem estar relacionados à ausência de bananeiras na

capoeira, pois, segundo BORGES et al (1997), o potássio é o macronutriente em maior concentração nas folhas e frutos da bananeira e é considerado o nutriente mais importante para a produção desta espécie. MALBURG (1994) demonstrou em seus estudos que a banana pode exportar 4,177 Kg de K por megagrama de cachos. Portanto, a presença de pseudocaulis e folhas da bananeira sob o solo pode ser um fator altamente contribuinte para os maiores conteúdos deste nutriente nos Safras e no Bananal. A prática utilizada nos três Safras, de cortar os pseudocaulis em telhas e depositá-los sobre o solo, possivelmente pode ter influenciado ainda mais no aporte superior de potássio por nestes tratamentos.

Com relação ao conteúdo de micronutrientes na serrapilheira, o Fe e o Cu foram os elementos que apresentaram os maiores e menores valores respectivamente, nos cinco tratamentos. Apesar dos valores distintos, os micronutrientes apresentaram um comportamento semelhante em todas as áreas de estudo (Tabela 6).

**Tabela 6.** Conteúdos médios de micronutrientes ( $\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) e respectivos erros padrões, nas frações da serrapilheira produzida nas cinco áreas de estudo, Paraty - Rj 2003.

<b>Elemento</b>	<b>Safra Mínimo</b>	<b>Safra Absoluto</b>	<b>Safra Modificado</b>	<b>Capoeira</b>	<b>Bananal</b>
<b>Mn</b>	287,57a <sup>(1)</sup>	159,77 b	109,52 b	89,35 b	145,47 b
<b>Fe</b>	1375,16 a	574,49 b	482,13 b	775,50ab	365,88 b
<b>Zn</b>	19,21 a	8,07 b	7,39 b	3,71 b	7,49 b
<b>Cu</b>	3,58 a	2,01 b	1,88 b	1,91 ab	1,81 b

<sup>(1)</sup> Médias seguidas de letras iguais, na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p=0,05$ ).

A análise estatística dos dados revela diferenças bastante significativas nos conteúdos médios de Fe ( $F = 4,59$ ;  $P = 0,01$ ), Zn ( $F = 10,7$ ;  $P = 0,01$ ), Mn ( $F = 9,9$ ;  $p = 0,01$ ) e Cu ( $F = 5,03$ ;  $P = 0,01$ ) entre o Safra Mínimo e os demais tratamentos, sendo o Safra Mínimo o que apresentou os maiores valores.

## 6. CONCLUSÕES

### 6.1 Incremento em altura

Diante das inúmeras e complexas variáveis ambientais, que de maneira integrada compõe os Sistemas Agroflorestais Regenerativos e Análogos, é difícil e impreciso estabelecer padrões sobre o comportamento das espécies nestes sistemas, no curto espaço de tempo. Porém de maneira generalizada e, de acordo com as análises preliminares dos resultados

observados, e também das observações encontradas nitidamente no campo, conclui-se aos 24 meses que:

- Os componentes, os espaçamentos dos sistemas, assim como as interações entre estes, influenciam a altura das espécies arbóreas nos Safra.
- O Safra Modificado, sob o aspecto do incremento em altura, é o sistema que apresenta maior promoção do crescimento das espécies arbóreas plantadas.
- As espécies mais promissoras até os 24 meses, para formação de sistemas agroflorestais nas condições edafoclimáticas de Paraty, RJ, considerando-se o incremento em altura são: *C. floribundus*, *A. integrifolia*, *E. oleracea* e *E. contortisiliquum*.
- As informações relativas ao comportamento funcional das espécies são de fundamental importância na implantação e manejo de sistemas agroflorestais complexos, onde o estudo dos efeitos da densidade e da

competição entre espécies devem ser associados ao estudo do manejo empregado no sistema.

## **6.2. Aporte de nutrientes via serrapilheira**

- Até os 24 meses o Safra Mínimo é o sistema que deposita maior peso em serrapilheira (32442,65 kg.ha<sup>-1</sup>) e aporta maiores conteúdos de micro e macronutrientes.
- Dentre os macronutrientes quantificados na serrapilheira, com exceção do C e H, o nitrogênio apresenta os maiores valores (655,75 Kg.ha<sup>-1</sup>; 404,54 Kg.ha<sup>-1</sup>; 337,55 Kg.ha<sup>-1</sup>; 274,60 Kg.ha<sup>-1</sup>; 309,03 Kg.ha<sup>-1</sup>) nos Safras Mínimo, Absoluto e Modificado, Bananal e Capoeira, respectivamente.
- A prática da poda de componentes vegetais no Safra Mínimo favorece a ciclagem de nutrientes e contribui para elevação do conteúdo de nutrientes na serrapilheira.
- Sistemas Agroflorestais Regenerativos e Análogos, sob o aspecto do aporte de nutrientes via serrapilheira, são os sistemas mais promissores na recomposição de formações vegetais de Mata Atlântica, quando comparados à Capoeira e à monocultura de banana.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBOT, J., & GUIJT, I. **Changing views on change: participatory approaches to monitoring the environment** (sarl working paper series - draft document). London: International Institute for Environment and Development (IIED), 1999.
- ADLARD, P.G. **Monitoring**. London: SIPC/WWF, 1990. 46P. (Study Shell/WWF Tree Plantation Review N° 11).
- ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Guaíba: Ed. Agropecuária, 2002. 592p.
- ANDRADE, A.G.; CABALLERO, S. S.U.; FARIA, S.M. **Ciclagem De Nutrientes em Ecossistemas Florestais**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999, 22p. (Série de documentos n.13).
- ANDRADE, A.G., TAVARES, S.R.L. & COUTINHO H.L.C. A contribuição da serrapilheira para a recuperação de áreas degradadas e para manutenção da sustentabilidade de sistemas agroecológicos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte 2003. No prelo.
- BERTOLLO, P. Assessing ecosystem health in governed landscapes: a framework for developing core indicators. **Ecosystem Health**, v.4, n.1, p.33-51, 1998.
- BOREGES et al. **O cultivo da banana**. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMPF, 1997. 109p.
- BOSSSEL, Hartmut. **Indicators for sustainable development: theory, method, applications**. Canada: International Institute for Sustainable Development, 1999. 124p.
- BRIENZA JÚNIOR, S.; YARED, J.A.G. Agroforestry systems as an ecological approach in Brazilian Amazon development. **Ecol. Manage**, n.43, p.319- 323, 1991.



- BRIENZA JÚNIOR et al. Germinação, sobrevivência e crescimento em altura de *Acacia mangium* Willd. e *Inga edulis* num sistema agroflorestal de derruba e queima na Amazônia Oriental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 4., 2002, Ilhéus, BA. (Cd-rom trabalho 4-036). CEPLAC / CEPEC / UESC. 3p.
- BRUYN, S.; DRUNDEN, M. **Sustentability and indicators in Amazonia: conceptual framework for use in Amazonia.** Technical Report, International Institute for Environmental Studies VRIJE, Amsterdam, Holanda 1999.
- BURLEY, J.: CARLOWITZ, P. von (eds) **Multipurpose tree germoplasm: proceeding.** Nairobi: ICRAF, 1984. 298p.
- BUDOWSKI, G. Distribution of tropical american rain Forest species in the light of successional process. **Turrialba**, v.15, p. 40-42, 1965.
- CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira.** Brasília: EMBRAPA - CNPF, 1994. 640 p.
- CLAY, J.W., SAMPAIO P.T.B. & CLEMENT C.R. **Biodiversidade amazônica. Exemplos e estratégias de utilização.** Manaus: INPA, 2000. 409 p.
- COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso futuro comum.** Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991. 430p.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE- CONAMA. Resolução n.6, de 04 de maio de 1994. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília.
- COUTINHO, H.L.C., UZEDA, M.C., ANDRADE, A. G. & TAVRES, S.R.L. Ecologia e Biodiversidade do Solo no Contexto da Agroecologia. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, 2003. No prelo.

- CURRENT, D., LUTZ, E., SCHERR, S. **Costs, benefits, and farmer adoption of agroforestry: lessons from Project Expensive in Central America and Caribbean.** Washington: World Bank, 1996. 4p. (Environment Department- World Bank. Dissemination Notes, 33).
- DANIEL, O. **Definição de indicadores de sustentabilidade para sistemas agroflorestais.** 2000. 150f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- DELITTI, W.B.C. Estudo de cilagem de nutrientes: Instrumentos para análise funcional de ecossistemas terrestres In: Esteves, F.A. (Ed) (1995) **Oecologia Brasiliensis.v.1** Estrutura, funcionamento e manejo d ecossistemas brasileiros. P. 469-486.
- DEPONTI, C. & ALMEIDA J. **Indicadores para avaliação da sustentabilidade em contextos de desenvolvimento rural local.** Disponível em: <http://www.ufrgs.br/pgdr/textosabertos/> Acesso em: 02 de fev.2003.
- DOBBS, T.;COLE, J. Potential effects on rural economics of conversion to sustainable farming systems. **American Journal of Alternative Agriculture**, Greenbelt, v.7, n.1/2, p.70-80, 1992.
- EGLER, F.E.Vegetation science concepts. Initial floristic composition, a factor in old-field vegetal development. **Vegetativo**, v. 4, p. 412-417, 1954.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. **Manual de Análises químicas de solos, plantas e fertilizantes.** Brasília: EMBRAPA Solos e EMBRAPA Comunicação para transferência de tecnologia, 1999. 370p.

- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação, 1999. 412p.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed.rev.atual. Rio de Janeiro, 1997. 212p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1).
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, **Mapa de solos do Brasil** (1:5000000) Serviço Nacional de Levantamento e conservação de solo, 1981.
- ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Tombamento da Serra do Mar/Mata Atlântica**. Relatório final. Secretaria de Estado de Meio Ambiente-RJ, 1991. 37p.
- EUCLYDES, R.F. **Sistema para Análises Estatísticas (SAEG)**, versão 8.3. Universidade Federal de Viçosa, Fundação Arthur Bernardes, Viçosa, M.G.2003.
- FAO. **Informe sobre el progreso alcanzado en la aplicación do proceso de Montreal sobre los criterios e indicadores para la conservación y el manejo sustentable de los florestas templados y boreales**. 2000, p.22-54 .
- FAO. **Agroecological and Economic Zoning of the Amazon Region**. Roma: FAO, 1989.
- GARNICA, A.M. Uso de la agroforesteria para disminuir la severidad de la Sigatoca negra (*Micosphaerella fijiensis*) en el cultivo de plátano (*Musa AAB*, Simmonds) en zonas de producción de economía campesina del piedemonte llanero de Colombia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 3., 2000, Manaus, **Anais**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000. p. 319-322.

- GOLLEY, F.B.; MCGINNIS, J.T.; CLEMENTS, R.G.; CHILD, G.L.; DUEVER, M.J. **Ciclagem de minerais em ecossistemas de floresta tropical úmida**. São Paulo: EPU/EDUSP, 1978. 256 p.
- GONZALES, M.I.M.; GALLARDO, J.F. El efecto hojarasca: una revision. **Anales de edafologia y agrobiologia**, Madrid, V.41, n.5/6, p. 1129-1157, 1982.
- GOTSCH, E. **Break-through in agricultura**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1995. 22p.
- GRADISKI, L.N. **Parâmetros florísticos e fitossociológicos da regeneração natural em áreas de empréstimo na Ilha da Madeira-RJ, sob diferentes medidas biológicas**. 2002. 83f. Dissertação (Monografia em Engenharia Florestal). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- GRAZIANO NETO, F. **Questão agrária e ecologia: crítica da moderna agricultura**. São Paulo: Brasiliense, 1991. 240 p.
- HAAG, H.P. **Ciclagem de nutrientes em florestas tropicais**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. 114p.
- IBGE. **Mapa de vegetação do Brasil (1:5000000)**. 1993.
- KAGEYAMA, P.Y.; CARPANEZZI, A.A.; COSTA, L.G. da S. **Diretrizes para a reconstituição da vegetação florestal ripária de uma área piloto da Bacia de Guarapiranga**. Piracicaba: Mimeografado. Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 1991. 40 p.
- KÖPPEN, W. **Das Geographische System der Klimate**. Handbuch de Klimatologie, Bortraeger, Berlim, 1938.
- LEITÃO FILHO, H. F. (org.) **Ecologia da Mata Atlântica em Cubatão**. Campinas: UNESP/UNICAMP, 1993. 184 p.
- LEWIS, T.E. Selecting and testing indicator of forest health. IN: Aguirre-Bravo, C. (ed.) **Proceedings of the North American Workshop on monitoring for ecological assessment**

- of terrestrial and aquatic ecosystems.** México: USDA, Forest Service. RM general technical report, n. 284, p. 140-156, 1995.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352p.
- LUNDGREN, B.L. and RAINTREE, J.B. Sustained agroforestry. In: ISNAR, B. **Agricultural research for development: potentials and challenges in Asia.** Nestel: The Hague, 1982. p.37-49.
- MACEDO, R.L.G. & CAMARGO, I.P. Sistemas agroflorestais no contexto do desenvolvimento sustentável. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1., 1994, Porto Velho. **Anais Colombo:** EMBRAPA-CNPF, 1994. P.43-49.
- MAC DICKEN, K.G., VERGARA, N.T. **Agroforestry: Classification and management.** New York: John Wiley & Sons, 1990. 382 p.
- MALBURG, J.L. et al. Exportação de nutrientes pela banana "Enxerto" em Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 1994, Salvador. Resumo 13 v. 1 . SBF, 1994, p.245-246.
- MARQUES, L.C.T.; YARED, J.A G.; FERREIRA, C.A. P. **Alternativa agroflorestal para pequenos produtores agrícolas, em áreas de terra firme do Município de Santarém, Pará.** Belém: EMBRAPA-CPATU, Boletim de Pesquisa, 147, 1993.18 p.
- MARTINEZ, H.H.A. **Tipos de plantaciones y combinaciones agroflorestrales con especies de árboles de uso múltiple en fincas.** In: CURSO CENTRO AMERICANA DE SILVICULTURA DE PLANTACIONES DE ESPECIES DE ARBOLES DE USO MULTIPLO. Turrialba: Centro Agronomico Tropical de Investigación y Enseñanza. Programa de producción y Desarrollo Agropecuario Sostenido, 1989.np.(CATIE/ informe interno).

- MENDONÇA, R.R.; POMPEIA, S.L. & MARTINS, S.E. A sucessão secundária da Mata Atlântica na região de Cubatão - SP. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, II., 1992, São Paulo. **Anais**. IF, 1992, p.131 - 138.
- MITCHELL, G. **Problems and Fundamentals of Sustainable Development Indicators**. Disponível em: <http://www.lec.leeds.ac.uk/people/gordon.html>. Acesso em: 17 de dez. 2002.
- MIZUGUCHI, Y., ALMEIDA, DE J. R. & PEREIRA, L.A. **Introdução à ecologia**. São Paulo: Moderna, 1982. 215 p.
- NAIR, P.K.R. Soil productivity aspects of agroforestry: science and practice in agroforestry. In. **International Council for Research in Agroforestry**. Nairobi: (ICRAF)/National Research Council, 1989.
- NAIR, P.K.R. Tree integration on farmlands for sustained productivity of small holdings. In: Hockeretz, W. **Environmentally Sound Agriculture**. New York: Praeger Scientific, 1983, 333-350 p.
- NOBREGA, P.O et al. Aporte de biomassa e nutrientes em sistema agroflorestal implantado em um planossolo degradado no estado do Rio de Janeiro. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE AREAS DEGRADADAS, v.,2002, Belo Horizonte. **Anais**. 2002, p. 518-520.
- NORMAIS CLIMATOLÓGICAS. 1961-1990. **Departamento Nacional de Metrologia**, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, Brasília 1992.
- ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988. P.133-136.
- Organizacion de Estudios Tropicales; Centro Agronomico Tropical de Investigacion y Ensenanza. **Sistemas**

- agroflorestales: principios y aplicaciones en los tropicos.**  
San José: OTS/CATIE, 1986. p. 99-128.
- OSTERROHT, M. V. Manejo de SAF's. **Agroecologia Hoje**, Botucatu, ano 3, n. 15, p.12-13, 2002.
- PAUL, E.A. & CLARK, F.E. **Soil microbiology and biochemistry.**  
London: Academic Press, 1989. 260p.
- PENEIREIRO, F.M. **Sistemas agroflorestais dirigidos pela sucessão natural: um estudo de caso.** 1999. 138f.  
Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - ESALQ, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- PRABHU, R. El. Potencial de los indicadores: indicadores con sensibilidad social. **Revista Forestal Centro americana**, Turrialba, v.6, p. 29-52, 2000.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE PARATY. **Plano Municipal de Desenvolvimento Rural de Paraty.** Paraty, 2000 (Não publicado).
- PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo. Agricultura em regiões tropicais.** São Paulo: Nobel, 1999. 549 p.
- RADULOVICH, R. Agroforesteria en zonas de ladera con sequia estacional en Centro America. In: CONSULTA DE EXPERTOS SOBRE EL AVANCE DE LA AGROFORESTERIA EN ZONAS ARIDAS Y SEMIARIDAS DE AMERICA LATINA Y EL CARIBE. 1993, México. **Memória.**Santiago: FAO, 1994
- RIBASKI, J.; MONTOYA, L.J. & RODIGHERI, H. R. Sistemas agroflorestais: aspectos ambientais e socioeconômicos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, V.22, n. 212. P. 61-67, 2001.
- RIBEIRO, A. L. **Sistemas, indicadores e desenvolvimento Sustentável.** Disponível em:  
<http://www.mdic.gov.br/tecnologia/> Acesso em 2 Fev.2003.

- SANTANA, D. P. & BAHIA FILHO, A. F.C. Soil quality and agricultural sustainability in the Brazilian cerrado. In: WORLD CONGRESS OF SOIL SCIENCE, 16, 1998, Montpellier. (**trabalho apresentado no Symposium n.37**), International Society of Soil Science, 1998.
- SANTOS, M.B. et al A pequena propriedade rural, os sistemas agroflorestais e o mico-leão-dourado (*Leontopithecus rosalia*) In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 4., 2002, Ilhéus. **Cd-rom trabalho 8-007**. CEPLAC / CEPEC / UESC, 2002. 3p.
- SCHERR, S. Economic analysis of agroforestry system: the farmer's perspective. In: CURRENT, D., LUTZ, E., SCHERR, S. (Eds.). **Cost, benefits, and farmer adoption of agroforestry: project experience in Central America and the Caribbean**. Washington: World Bank, 1995. p.28-44. (World Bank Environment Paper Number 14).
- SCHULZ, B.; BECKER, B. & GÖTSCH, E. Indigenous knowledge in a "modern" sustainable agroforestry system - a case study from eastern Brazil. **Agroforestry Systems**. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1994, n.25, 59-69p.
- SPELTZ, R.M. Comportamento de algumas essências nativas na Fazenda Monte Alegre. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 1., 1968, Curitiba. **Anais**. Curitiba: FIEP, 1968. p.299-302.
- TAVARES S.R.L., ANDRADE A. G. & COUTINHO H.L.C. Sistemas agroflorestais como alternativa de recuperação de áreas degradadas com geração de renda. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, 2003. No prelo.
- TOLEDO FILHO, D.V.& PARENTE, P.R. Essências indígenas sombreadas. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS,



- 1982, Campos do Jordão. **Anais**. São Paulo: Instituto Florestal, 1982. p.948-956.
- TORQUEBIAU, E. Sustainability indicators in agroforestry. In: HUXLEY, P. A. (Ed). **Viewpoints and issues on agroforestry and sustainability**. Nairobi: ICRAF, 1989. 14p.
- VAZ, P.P. Sistemas agroflorestais para recuperação de matas ciliares em Piracicaba, SP. 2002. 98f. Dissertação (mestrado em Ciência Florestal). ESALQ, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- VAZ, P.P. Agroforestería en Brasil: Una experiencia de regeneración análoga. **ILEIA**, Leusden, Holanda, volume 16, n. 3, 2001.
- VAZ, P.P. Sistemas agroflorestais como opção de manejo para microbacias. **Informe agropecuário**, Belo horizonte, V. 21 n. 207, p 75-81, 2000.
- VIVAN, J. **Agricultura e Florestas: Princípios de uma Interação Vital**. Guaíba: Agropecuária/AS-PTA, 1998. 207 p.
- ZELAZOWSKI, V.H. Experimento comparativo para desenvolvimento de espécies nativas ao nível de arboreto. In: CONGRESSO FLORESTAL DO PARANÁ, 1., 1986, Curitiba. **Anais**. Curitiba: Instituto Florestal do Paraná, 1986. p.253-267.

**ANEXOS**

## 1. Tabelas Estatísticas

**Tabela 1.** Quadrado Médio (QM) da variável Incremento percentual, relativo à espécie, manejo e interação espécie X manejo, verificado pelo teste F.

Fonte de Variação	QM
Espécie	2373,311*
Manejo	474,9972**
Interação manejo x espécie	247,53**
Coeficiente de Variação	18,739

\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

\*\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

**Tabela 2.** Quadrado Médio (QM) e Coeficiente de Variação (CV) das variáveis, peso e conteúdo de macro e micronutrientes na serrapilheira, influenciado pelos diferentes sistemas de manejo estudados, verificado pelo teste F.

Variáveis	QM	C.V.	Variáveis	QM	C.V.
Peso	21722,39*	29,272	K	0,103022*	13,954
N	7,645425*	32,646	Mg	0,055286*	6,137
S	0,036066*	39,733	Fe	265,9763*	39,860
P	0,029895*	41,912	Zn	3,065965*	21,981
Ca	1,459642*	36,470	Cu	0,211749*	15,348
C%	3314,392*	31,763	Mn	22341,42*	16,906
H%	75,70412*	31,842	N%	9,108258*	32,786

\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.