



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

MAYANA LEANDRA SOUZA DOS SANTOS

**ESTABELECIMENTO E CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Euterpe edulis* EM TRÊS
AMBIENTES FLORESTAIS**

ILHÉUS - BAHIA

2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

MAYANA LEANDRA SOUZA DOS SANTOS

**ESTABELECIMENTO E CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Euterpe edulis* EM TRÊS
AMBIENTES FLORESTAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, da Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Produção vegetal.

Área de concentração: Cultivos em Ambiente Tropical Úmido.

Orientadora: Prof^a. Dr^a Solange França.

Co-orientadores: Prof. Dr. Fábio Pinto Gomes e Prof. Dr. Marcelo Schramm Mielke

ILHÉUS - BAHIA

2009

MAYANA LEANDRA SOUZA DOS SANTOS

**ESTABELECIMENTO E CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Euterpe edulis* EM TRÊS
AMBIENTES FLORESTAIS**

Ilhéus - BA, 23 de julho de 2009.

Solange França – DS
UESC/DCAA
(Orientador)

Fábio Pinto Gomes - DS
UESC/DCB

Marcelo Schramm Mielke - DS
UESC/DCB

Rogério Ferreira Ribas - DS
UFRB

*Aos meus pais Joelson Manoel e Leda Maria pela preciosa educação que souberam
me dar...*

*Às minhas maravilhosas irmãs Kalyana Leandra, com seu humor inigualável, e
Patrícia Leandra, com sua eterna doçura e paciência...*

Aos meus cunhados queridos 'Tonzinho' e 'Cunhado' por toda força...

À tia 'Vivica' que sempre me incentivou com suas palavras de carinho...

À minha linda sobrinha Victória Leandra...

Dedico

AGRADECIMENTOS

Ao maravilhoso Deus por estar sempre presente em minha vida, mantendo a minha fé e me fazendo superar sofrimentos e obstáculos.

À Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), pela minha formação profissional e pelo apoio para a execução deste trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, pela oportunidade concedida.

À Professora Solange França pela orientação e incentivo a estar concretizando mais essa etapa.

Ao Professor Fábio Pinto Gomes, com todo seu humor, pelo apoio valioso nas atividades de campo e pelos ensinamentos transmitidos.

Ao professor Marcelo Schramm Mielke pela paciência e ensinamentos transmitidos.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pelo apoio financeiro.

À colega de turma e agora, grande amiga Junea Leandro pela amizade e importante contribuição em todas as etapas desse trabalho. Valeu Ju!!!!

Aos amigos Nicolle Moreira, Ondina Morais, Augusto Araújo, José Olímpio Neto e Raquel Lima pela colaboração com o trabalho em todas as suas etapas.

Aos funcionários de campo da UESC, em especial ao Sr. Manoel, pela ajuda diária e pela constante atenção prestada.

Aos colegas de turma e amigos Fernanda Silva e Diego Araújo, pela valiosa amizade.

Aos colegas de trabalho do Instituto do Meio Ambiente pelo incentivo na etapa final deste trabalho, quando todas as energias pareciam ter exaurido.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a concretização desse trabalho.

*Quanto maior são as dificuldades a
vencer, maior será a satisfação
(Cícero)*

BIOGRAFIA

MAYANA LEANDRA SOUZA DOS SANTOS, filha de Joelson Manoel dos Santos e Leda Maria Souza dos Santos, nasceu em Ilhéus, Bahia, Brasil, em 20 de novembro de 1982. Em 2002 ingressou na Universidade concluindo o curso de Graduação em Engenharia Agrônômica em 2006, pela Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC. Em março de 2007 iniciou o curso de Mestrado em Produção Vegetal na Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC, concluindo o mesmo em julho de 2009. Atualmente trabalha no Instituto do Meio Ambiente do Estado da Bahia.

ESTABELECIMENTO E CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Euterpe edulis* EM TRÊS AMBIENTES FLORESTAIS

RESUMO

Euterpe edulis Martius (palmito-juçara) é uma palmeira nativa da floresta Atlântica que se encontra em risco de extinção devido à sua exploração predatória. Este trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento, a sobrevivência, o índice do conteúdo de clorofila (ICC) e as trocas gasosas foliares de mudas de *E. edulis* em três ambientes florestais, a saber: mata em regeneração (MR) e 'Cabruças' 1 e 2 (C₁ e C₂); caracterizados através da abertura do dossel (AD), de variáveis micrometeorológicas e da produção de serapilheira. Os maiores valores de AD e de radiação luminosa foram verificados para MR, seguido de C₁ e C₂. A produção anual total de serapilheira foi estimada em 8.809 kg ha⁻¹ para a MR e 9.039 e 7.549 kg ha⁻¹ para C₁ e C₂. Não foram observadas diferenças significativas entre os ambientes para as taxas de crescimento relativo em altura e diâmetro, taxa assimilatória líquida, razão de área foliar e número de folhas. Valores significativamente menores da área foliar e da biomassa de raiz (MSR) foram encontrados na C₂. Os valores médios de MSR, biomassa da parte aérea (MSPA) e total (MST), altura (ALT) e diâmetro (DIAM) foram significativamente superiores em MR. A sobrevivência diminuiu com o aumento do sombreamento. O ICC diferiu significativamente entre os ambientes, sendo menor sob maior irradiância. A taxa fotossintética líquida (*A*) e a condutância estomática (*g_s*), medidas sob radiação fotossinteticamente ativa saturante (RFA > 400 μmol m⁻² s⁻¹), foram significativamente maiores nas plantas sob maiores irradiâncias (MR e C₁). Menores valores de *A* em C₂ sugerem que a baixa eficiência fotossintética pode estar associada aos baixos valores de *g_s*, implicando em aumento da eficiência intrínseca do uso da água (*A/g_s*). Dentre os parâmetros derivados das curvas de saturação de luz apenas a fotossíntese bruta saturada pela irradiância (*A_{max}*) foi significativamente diferente entre os tratamentos, com valores de 3,56, 3,45 e 2,69 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹ para MR, C₁ e C₂, respectivamente. *E. edulis* tem capacidade de se aclimatar a ambientes com condições de maior disponibilidade de radiação em relação às suas condições naturais, sob sombreamento. E ainda que mantenha taxa de crescimento positiva sob maiores irradiâncias, estas são muito baixas. Portanto, a MR seria o local mais indicado para o seu plantio assim como o raleamento da 'Cabruca' poderia favorecer a espécie. O padrão de deposição de serapilheira na mata em regeneração e 'Cabruças' é semelhante ao encontrado em Florestas Estacionais Semidecíduais, ocorrendo durante todo o ano, porém com maior produção sempre após período de seca.

Palavras-chave: palmito-juçara, sobrevivência, crescimento, trocas gasosas foliares.

ESTABLISHMENT AND GROWTH OF SEEDLINGS OF *Euterpe edulis* IN THREE FOREST ENVIRONMENTS

ABSTRACT

Euterpe edulis Martius (Brazilian palmheart) is an endangered palm tree native to Atlantic Forest due to its predatory exploitation. This study aimed to evaluate the growth, survival, chlorophyll content index (ICC) and leaf gas exchange of seedlings of *E. edulis* in three forest habitats: regenerating forest (MR) and 'Cabruca' 1 and 2 (C1 and C2); which were characterized by the canopy openness (AD), micrometeorological variables and litter production. The highest average values of AD and irradiance were observed in MR, followed by C1 and C2. The total annual litter productions were estimated as 8.809 kg ha⁻¹ for MR and 9.039 and 7.549 kg ha⁻¹ for C1 and C2, respectively. There were no significant differences among environments for the relative growth rates in height and diameter, net assimilation rate, leaf area ratio and leaf number. Significantly lower values of leaf area and root biomass (MSR) were observed in C2. The mean values of MSR, shoot (MSPA) and total plant biomass (MST), height (ALT) and diameter (DIAM) were significantly higher in MR. Seedling survival diminished with increasing in shade. The ICC significantly differed among environments, being the lowest mean values observed in highest irradiances. The net photosynthetic rate (A) and stomatal conductance (g_s) at saturated photosynthetically active radiation (PAR > 400 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) were significantly higher in MR and C1 than in C2. The lowest values of A in C2 suggest that the low photosynthetic efficiency may be related to the low mean values of g_s , resulting in a high intrinsic water use efficiency (A/g_s). Among the light response curve parameters only the gross saturated photosynthetic rate (A_{max}) was significantly different among the treatments; with values of 3.56, 3.45 and 2.69 $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ for MR, C1 and C2, respectively. *E. edulis* has the ability to acclimate to environments with conditions of greater availability of radiation in relation to their natural conditions, under shade. And to maintain positive growth rate at higher light intensities, these are very low. Therefore, the MR would be the most suitable place for your planting as well as the thinning of the 'Cabruca' could favor the species. The pattern of litterfall in systems studied is similar to that found in Semideciduous Seasonal Forests, occurring throughout the year, but higher production ever after drought.

Key words: Brazilian palmheart, survival, growth, leaf gas exchange.

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

| | |
|----------------|--|
| TCR_A | Taxa de crescimento relativo em altura |
| TCR_D | Taxa de crescimento relativo em diâmetro |
| TAL | Taxa assimilatória líquida |
| RAF | Razão de área foliar |
| NF | Número de folhas |
| AF | Área foliar |
| MSR | Biomassa seca de raiz |
| MSPA | Biomassa seca de parte aérea |
| MST | Biomassa seca total |
| RFA | Radiação Fotossinteticamente Ativa |
| A | Taxa de assimilação líquida de carbono |
| g_s | Condutância estomática ao vapor de água |
| E | Taxa transpiratória foliar |
| A/g_s | Eficiência do uso da água intrínseca |
| A/E | Eficiência do uso da água extrínseca |
| A_{max} | Taxa fotossintética máxima em irradiância de saturação |
| α | Eficiência quântica aparente |
| R_d | Taxa respiratória na ausência de luz |
| Γ_{RFA} | Irradiância de compensação |
| I_s | Irradiância de saturação |
| DPV | Déficit de Pressão de Vapor |

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|-----------|--|----|
| Figura 1 | Imagens dos locais de estudo. mata em regeneração (A), 'Cabruca' 1 (B) e 'Cabruca' 2 (C), Campus UESC, Ilhéus, BA. 2008. | 16 |
| Figura 2 | Radiação Fotossinteticamente Ativa ($\text{mol m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$) diária durante o período de estudo em condições de mata em regeneração (MR) e 'Cabruca' 1 e 2 (C1 e C2). | 23 |
| Figura 3 | Distribuição de frequência relativa da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) em condições de mata em regeneração (MR) e 'Cabruca' 1 e 2 (C1 e C2), Ilhéus – BA, Brasil., Ilhéus – BA, Brasil. | 25 |
| Figura 4 | Temperatura máxima, média e mínima ($^{\circ}\text{C}$) diária durante o período de estudo em condições de mata em regeneração (MR) e 'Cabruca' 1 e 2 (C1 e C2). | 26 |
| Figura 5 | Curso diário de temperatura do ar ($T - ^{\circ}\text{C}$) e umidade relativa do ar ($\text{UR} - \%$) dos locais de estudo: mata em regeneração (MR), 'Cabruca' 1 e 2 (C1 e C2), $n=21$ dias. | 27 |
| Figura 6 | Déficit de pressão de vapor máximo e mínimo durante o período de estudo em condições de mata em regeneração (MR) e 'Cabruca' 1 e 2 (C1 e C2). | 28 |
| Figura 7 | Precipitação mensal do período de experimento (nov e dez/2007 e 2008) e normal climatológica (1965 – 1990), Centro de Pesquisas do Cacau, Ilhéus – BA, Brasil. | 29 |
| Figura 8 | Taxa fotossintética líquida (A), condutância estomática (g_s), taxa transpiratória (E), eficiência intrínseca de uso da água (A/g_s) e eficiência instantânea de uso da água (A/E) de <i>E. edulis</i> , em mata em regeneração (MR) e 'Cabruca' 1 e 2 (C1 e C2), aos 332 dias após plantio. Valores médios de três repetições (\pm erro padrão). | 37 |
| Figura 9 | Curvas de resposta da taxa fotossintética líquida (A) à radiação fotossinteticamente ativa (RFA) para <i>Euterpe edulis</i> , em mata em regeneração (MR) e 'Cabruca' 1 e 2 (C1 e C2), aos 332 dias após plantio. Valores médios de três repetições (\pm erro padrão). | 38 |
| Figura 10 | Parâmetros estimados derivados das curvas de saturação de luz (A_{max} , α , $R_{d,}$, Γ_{RFA} e I_s) de <i>Euterpe edulis</i> , em mata em regeneração (MR) e 'Cabruca' 1 e 2 (C1 e C2), aos 332 dias após plantio. Valores médios de três repetições (\pm erro padrão). | 39 |
| Figura 11 | Índice SPAD do conteúdo de clorofila em mata em regeneração (MR) e 'Cabruca' 1 e 2 (C1 e C2). | 40 |
| Figura 12 | Produção mensal de serapilheira em três ambientes florestais: mata em regeneração (MR) e 'Cabruca' 1 e 2 (C1 e C2). Média (\pm erro padrão). | 42 |

| | | |
|-----------|--|----|
| Figura 13 | Produção acumulada de serapilheira em três ambientes florestais ao longo de um ano: mata em regeneração (MR) e 'Cabruças' 1 e 2 (C1 e C2). | 44 |
|-----------|--|----|

LISTA DE TABELAS

| | | |
|-----------|--|----|
| Tabela 1 | Espécies presentes numa área de 64m ² ao redor da área de estudo, UESC, Ilhéus, BA, 2008. | 17 |
| Tabela 2 | Características químicas do solo na profundidade de 0 – 20 cm. | 17 |
| Tabela 3 | Radiação Fotossinteticamente Ativa (mol fótons m ⁻² s ⁻¹) medida no sub-bosque da mata em regeneração (MR) e ‘Cabruças’ 1 e 2 (C1 e C2) e à pleno sol durante dias compreendendo o período de estudo. | 24 |
| Tabela 4 | Variáveis microclimáticas medidas em três ambientes: mata em regeneração (MR) e ‘Cabruças’ 1 e 2 (C1 e C2). | 29 |
| Tabela 5 | Valores percentuais de abertura do dossel e média (± erro padrão) na mata em regeneração (MR) e ‘Cabruças’ 1 e 2 (C1 e C2). | 30 |
| Tabela 6 | Sumário da análise de variância para efeitos de Ambiente (A: gl=2) e Tempo de avaliação (T: gl=3) e das interações entre Ambientes e Tempo (A x T), em variáveis de crescimento de mudas de <i>Euterpe edulis</i> , após 360 dias de avaliação em condições de campo. | 31 |
| Tabela 7 | Valores médios (± erro padrão) da AF (área foliar, dm ²), MSR (biomassa de raiz, g), MSPA (biomassa da parte aérea, g) e MST (biomassa total, g), ALT (altura, cm) e DIAM (diâmetro do coleto, mm) após 360 dias crescendo em três condições de atenuação da radiação luminosa incidente, mata em regeneração (MR) e ‘Cabruças’ 1 e 2 (C1 e C2). | 32 |
| Tabela 8 | Médias (± erro padrão) de altura, diâmetro e n° de folhas de mudas de <i>E. edulis</i> , aos 0, 120, 240 e 360 dias, sob três condições de atenuação da radiação luminosa incidente, mata em regeneração (MR) e ‘Cabruças’ 1 e 2 (C1 e C2). | 34 |
| Tabela 9 | Percentuais de sobrevivência de mudas de <i>E. edulis</i> , aos 0, 120, 240 e 360 dias, sob três condições de radiação luminosa incidente. | 35 |
| Tabela 10 | Resumo da ANOVA para produção mensal de serapilheira. | 41 |
| Tabela 11 | Valores médios (± erro padrão) de teores dos nutrientes N, P, K (g/kg) contidos na serapilheira nos ambientes de mata em regeneração (MR) e ‘Cabruças’ 1 e 2 (C1 e C2). | 43 |
| Tabela 12 | Resumo da ANOVA para produção acumulada de serapilheira. | 43 |
| Tabela 13 | Taxa de decomposição da serapilheira nos ambientes de mata em regeneração (MR) e ‘Cabruças’ 1 e 2 (C1 e C2). | 44 |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|---|-------------|
| | Resumo | viii |
| | Abstract | ix |
| 1 | INTRODUÇÃO | 1 |
| 2 | OBJETIVOS | 4 |
| 2.1 | Geral | |
| 2.2 | Específicos | |
| 3 | REVISÃO DE LITERATURA | 5 |
| 3.1 | <i>Euterpe edulis</i> Mart. – Palmitheiro | |
| 3.2 | Mata Atlântica e SAF's | |
| 3.3 | Aspectos climáticos e fotossíntese | |
| 3.4 | Estrutura do dossel e índice de cobertura | |
| 3.5 | Biomassa oriunda de serapilheira | |
| 4 | METODOLOGIA | 15 |
| 4.1 | Área de estudo e condições de cultivo | |
| 4.2 | Caracterização microclimática | |
| 4.3 | Estrutura do dossel e índice de cobertura | |
| 4.4 | Análise de crescimento | |
| 4.5 | Trocas gasosas | |
| 4.6 | Pigmentos cloroplastídicos | |
| 4.7 | Produção de serapilheira | |
| 4.8 | Delineamento experimental | |
| 5 | RESULTADOS | 23 |
| 5.1 | Caracterização microclimática | |
| 5.2 | Estrutura do dossel | |
| 5.3 | Análise de crescimento | |
| 5.4 | Trocas gasosas | |
| 5.5 | Parâmetros derivados da curva de luz | |
| 5.6 | Estimativa de pigmentos cloroplastídicos | |
| 5.7 | Produção de serapilheira | |
| 6 | DISCUSSÃO | 45 |
| 7 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 53 |
| 8 | REFERÊNCIAS | 54 |

1. INTRODUÇÃO

Euterpe edulis Martius, palmito-juçara ou palmitreiro foi um componente típico das florestas do Centro, Sudeste e Sul do Brasil. Hoje, é um componente escasso da Mata Atlântica e existe enorme interesse em restaurar sua importância comercial e ecológica. Um fator que levou a quase extinção dessa espécie em meados do século XX deveu-se à destruição acelerada da Mata Atlântica, que foi acompanhada pela dizimação das suas populações naturais e a eliminação de condições para sua regeneração natural (CLEMENT, 2000). O bioma Mata Atlântica está reduzido a menos de 8% de sua extensão original (MMA, 2002). O estado da Bahia possuía, originalmente, uma faixa contínua de Mata Atlântica com largura variando entre 100 e 200 km, desde Salvador até a fronteira com o estado do Espírito Santo que hoje está reduzida a apenas 4% da sua extensão original (THOMAS et al., 1998).

O sudeste da Bahia passa por mudanças na concepção de desenvolvimento econômico, anteriormente centrado na monocultura do cacau (*Theobroma cacao* L.), para uma nova conjuntura baseada em princípios ecológicos, tendo na reestruturação da lavoura cacauzeira, na diversificação de cultivos e na exploração sustentável dos seus recursos naturais, as oportunidades de concretização de um novo paradigma de desenvolvimento. Nesse sistema, parte da estrutura da floresta é mantida, ocasionando a proteção do solo de processos erosivos, o favorecimento ao ciclo hidrológico, permitindo a manutenção de algumas espécies da fauna e da flora, além de contribuir para a manutenção da beleza da paisagem regional. A palavra 'Cabruca' é, talvez, uma corruptela do verbo brocar, a qual deu origem a uma outra, cabrocar ou cabruçar, que significa roçar a mata, cortando arbustos e algumas árvores para plantar o cacauzeiro. Regionalmente, ainda hoje, este conceito ainda está muito arraigado e a diversidade de espécies arbóreas que naturalmente compõem o sistema agroflorestal 'Cacau-Cabruca' é grande e variada, aspecto este favorável do ponto de vista ambiental (LOBÃO, 2007).

Desde o final da década de oitenta, a cultura do cacau vem sendo seriamente ameaçada pelo aparecimento da vassoura-de-bruxa, doença causada pelo fungo *Moniliophthora perniciosa* (ARAÚJO et al., 1998), atingindo seriamente os setores

econômico e social. Com a crise cacauera, muitos proprietários de fazendas sentiram a necessidade de diversificação das culturas agrícolas e uma das formas de preservar o modo como o cacau é cultivado na região, explorando as áreas de 'Cabruca', é o enriquecimento da mesma com outras espécies, onde *E. edulis* pode ser considerada uma espécie viável já que cresce e se desenvolve à sombra. Também, pelo fato de ser um componente escasso da Mata Atlântica e existir enorme interesse em restaurar sua importância comercial e ecológica na região (CLEMENT, 2000).

Dessa forma, é importante elaborar medidas que visem à conservação desta espécie a fim de contribuir com a tentativa do seu manejo, de forma a permitir sua manutenção nos remanescentes e estabelecer uma nova cultura nos ambientes de 'Cabruca'. Pois, a observação da resposta fotossintética em ambientes de mata e o comportamento da radiação luminosa, nas condições de sub-bosque, é de extrema importância visto que a oferta da radiação ao longo do dia é diferente (PEZZOPANE et al., 2003) e a passagem dos raios solares através do dossel (picos de radiação luminosa), apesar de geralmente acontecer em curto espaço de tempo, pode contribuir de maneira significativa para a fixação de carbono pelas plantas nessas condições (PEARCY et al., 1990). Estima-se que a penetração direta e intermitente da luz ao longo do perfil do dossel, também chamada de 'sunflecks', em florestas tropicais, possa prover mais de 80% da radiação solar global que chega às camadas mais inferiores do dossel, com intensidades que variam desde 10% até 70% da exposição ao pleno sol (LUTTIGE, 1997) e a mudança constante dos fatores externos (temperatura, umidade, radiação) exercem forte influência sobre as trocas gasosas sendo que a baixa concentração de CO₂ é o fator mais comum para a limitação fotossintética (LARCHER, 2006).

Este trabalho surgiu da necessidade de estudar o comportamento da espécie *E. edulis* (palmito-juçara) em ambientes distintos das suas condições naturais, que com o desmatamento acelerado da Mata Atlântica para a retirada de madeira e formação de pastagens, muitas espécies da fauna e flora ficaram ameaçadas, dentre essas o objeto de estudo. Também, pelo fato da crescente demanda da região sul da Bahia por alternativas agroecológicas, incluindo a adoção de outras culturas a serem exploradas já que, com a crise cacauera em decorrência da vassoura-de-bruxa (*Moniliophthora perniciosa*), muitas áreas de 'Cabruca' (sistema em que o cacau é cultivado) ficaram abandonadas. Dessa forma, o desenvolvimento de plantas de uma mesma espécie pode apresentar adaptações específicas em ambientes distintos dos

de sua origem e os estudos a serem realizados procuram relacionar os fatores que podem afetar as plantas de *E. edulis* quanto ao seu estabelecimento.

Neste estudo a opção de se trabalhar com a introdução do palmiteiro em mata em regeneração e áreas de 'Cabruca', que é um tipo de sistema agroflorestal (SAF), deve-se ao fato de *E. edulis* ser uma espécie que possui qualidade de palmito superior ao de outras espécies e por se encontrar em risco de extinção, sendo que os resultados a serem obtidos com o presente trabalho, podem indicar uma alternativa tanto no sentido de adotar sua exploração racional e sustentada, como de conservação.

Por ser característica do estrato médio da floresta, a retirada de *E. edulis* por meio do manejo sustentável não causaria grandes perturbações dentro da Floresta Atlântica (REIS e KAGEYAMA, 2000). Alguns Estados já possuem legislação específica para a exploração de *E. edulis* sob regime de manejo sustentável. A resolução CONAMA Nº 294, 12/12/2001 dispõe sobre o plano de manejo do palmiteiro *E. edulis* no Estado de Santa Catarina. A resolução conjunta IBAMA/SEMA Nº 001/2005 normatiza a exploração de *E. edulis* na forma de manejo florestal sustentável no Estado do Paraná. Também, o Estado de São Paulo possui legislação específica prevista pela resolução DEPRN-SMA Nº 16/1994. O presente estudo pretende ainda fornecer elementos que ampliem o conhecimento sobre o estabelecimento dessa espécie e venham subsidiar a criação de legislação nos Estados que ainda não a possuem, onde a Bahia se insere, e que estão no Domínio da Mata Atlântica.

Enfim, este trabalho procurou elementos visando aliar a conservação da diversidade biológica com o desenvolvimento sustentável devido aos seguintes motivos: a) *E. edulis* é aceita como espécie-chave dentro da comunidade biológica e devido ao histórico de sua exploração teve muitas de suas populações naturais dizimadas; b) é uma espécie de grande valor comercial, alternativa à exploração de madeira da Mata Atlântica.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

O presente trabalho teve como objetivo geral avaliar o crescimento inicial e as trocas gasosas de mudas do palmito-juçara (*Euterpe edulis* Martius), implantadas em área de mata em regeneração e em duas áreas de cacauzeiros em um sistema agroflorestal denominado 'Cabruca' visando buscar informações quanto ao estabelecimento e crescimento da espécie nesses ambientes.

2.2 Específicos

- 1) Caracterizar a influência das condições meteorológicas (temperatura do ar, umidade relativa do ar e radiação fotossinteticamente ativa) sobre o crescimento, sobrevivência e assimilação de carbono em *E. edulis* nas áreas de estudo.
- 2) Avaliar o crescimento de mudas de palmito ao longo de um ano através de medidas do diâmetro altura do colo (DAC), da altura da plântula, do incremento em massa seca (MS) nos três diferentes ambientes.
- 3) Verificar alterações nos padrões de trocas gasosas foliares (taxa de fotossíntese líquida, condutância estomática, transpiração foliar e a eficiência de uso da água, bem como as respostas da fotossíntese a irradiância e ao CO₂) e o índice SPAD.
- 4) Avaliar o incremento de biomassa oriunda da serapilheira nos ambientes de cultivo.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 *Euterpe edulis* Martius - Palmitreiro

As palmeiras são plantas Monocotiledôneas da família Arecaceae (Palmae) e são representadas por cerca de 2.600 espécies reunidas em mais de 240 gêneros (LORENZI et al., 2004). O gênero *Euterpe* apresenta 28 espécies que se distribuem ao longo das Antilhas e da América do Sul, notadamente nas regiões com Florestas Tropicais. Muitas espécies desse gênero apresentam potencial para a produção de palmito, destacando-se o palmitreiro (*Euterpe edulis* Martius), com distribuição preferencial ao longo do litoral brasileiro, na Floresta Tropical Atlântica, e o açazeiro, (*Euterpe oleracea* Martius), no baixo Rio Amazonas (REITZ, 1974).

E. edulis é uma espécie da floresta costeira, possui folha com raque arqueada, com pinas pouco pêndulas, emprestando à copa uma forma aproximadamente globosa, deixando pouco visível o tubo formando pela bainha entre o capitel de folhas e o estipe (palmito), que apresenta coloração verde até castanho-claro, nunca amarelo. O nome *Euterpe* tem sua origem em uma ninfa grega das águas, considerada também deusa da música. Possivelmente Martius relacionou este nome quando da descrição do gênero a uma espécie que tem preferência por solo inundável (LORENZI et al., 2004). Produz grande quantidade de frutos e que pode ser considerada uma espécie-chave, pois seus frutos ficam maduros em uma época de escassez geral de alimentos, quando então são consumidos por um grande número de aves e mamíferos (REIS, 1995; REIS e KAGEYAMA, 2000) exercendo grande importância sobre a fauna. Além da importância ecológica, também apresentam importância social, onde os frutos podem ser utilizados pelas comunidades locais para a produção de açaí, semelhante ao produzido pela espécie *Euterpe oleracea* (FADDEN, 2005). Outras partes da planta também podem ser aproveitadas, como o estipe, que foi considerado viável para a produção de chapas de partículas (NUNES et al., 1999) e as ráquias, onde se fixam os frutos, que após secas servem para confecção de artesanato.

O gênero *Euterpe* apresenta dispersão que varia entre sinzoocoria e endozoocoria, além de barocoria (queda natural do fruto). A sinzoocoria representa a ação dos animais de transportar os frutos e sementes sem ingerí-los, ou então ingerí-los e, em poucos minutos regurgitá-los, o que significa que as sementes não passam

pelo tubo digestivo. No processo de endozoocoria os frutos passam pelo tubo digestivo dos animais e as sementes, posteriormente, são expelidas junto com as fezes dos animais (REIS, 1995).

A fragmentação florestal tem sérias conseqüências que não se baseiam apenas na redução do tamanho populacional, mas em fatores que se relacionam intrinsecamente a este, que é a perda da diversidade genética (KAGEYAMA et al., 1998) como também pode alterar a abundância de polinizadores e dispersores. De forma geral, os animais dispersores tomam diretamente os frutos da planta e a transportam para um local onde, supostamente, são capazes de se estabelecer (dispersão primária). Outros tomam os frutos e/ou sementes sob as plantas que os produziu, ou não, e os reconduzem para outros locais (dispersão secundária) (REIS, 1995).

Estudo de Reis (1996) considera essa espécie muito comum em decorrência da sua distribuição, verificando 122 indivíduos por hectare e distância de fluxo gênico, na Floresta Atlântica, de 56 metros. Mikich (2002) constatou que, em remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual no centro-oeste do Paraná, *E. edulis* compõe a maior parte da dieta da ave *Penelope superciliaris* (Cracidae) durante os oito meses (fevereiro a setembro) em que apresenta frutos maduros, sendo que 72,5% (391) das amostras de fezes coletadas continham exclusivamente sementes dessa espécie, o que implica que o desaparecimento da mesma poderia trazer conseqüências negativas para a sobrevivência desta ave. Calvi et al. (2004) detectaram a remoção/predação de sementes de *E. edulis* por coleópteros da família Scolytidae, o que representa uma grande ameaça para o manejo da regeneração natural e também, fator determinante para o estabelecimento de indivíduos jovens. Reis (1995) constatou que maioria dos predadores de sementes já caídas ao solo são os roedores, além de formigas, e sobre as plantas de palmeiras foram observadas visitas freqüentes de diferentes espécies de aves. Salienta também que os efeitos da dispersão, a ação de microorganismos ou predadores e os danos causados por fenômenos abióticos são responsáveis pela manutenção dos processos dinâmicos em cada estágio de tamanho das plantas, através de uma dinâmica implícita.

3.2 Mata Atlântica e SAF's

A Mata Atlântica, notadamente, a Floresta Ombrófila Densa, é a floresta de principal ocorrência da palmeira *E. edulis*, onde hoje a maior parte da cobertura é formada por formações florestas secundárias, que apresentam baixa diversidade e populações de palmitero em fase de colonização ou mesmo ausentes. Esse bioma é reconhecido mundialmente como uma das 25 áreas mais ricas em biodiversidade de acordo com o conceito de "hot-spots", e também mais ameaçada em todo o mundo (MITTERMEIER et al., 1999) e despertou o interesse dos exploradores pela vasta disposição de madeira de qualidade, além de animais silvestres e outros produtos não madeiráveis que são explorados exaustivamente (FADDEN, 2005), estando hoje reduzido a menos de 8% de sua extensão original (MMA, 2002).

A região cacauera da Bahia ocupa uma área em torno de 10.000 km², dos quais cerca de 680.000 ha cultivados com cacau possui 70% do seu cultivo estabelecido sob a sombra de árvores da floresta original (FRANCO et al., 1994; LOBÃO, 2007). Esta região está inserida numa das áreas mais representativas da Mata Atlântica da região Nordeste do Brasil, e tem sua história sócio-econômica intimamente ligada à cultura do cacau (SAMBUICHI, 2002) cujo cultivo sob mata raleada contribui para a conservação de parte da biodiversidade da Mata Atlântica na região (RICE e GREENBERG, 2000; SAMBUICHI, 2006). 'Cacau-Cabruca' é o termo regional empregado para caracterizar esse sistema, usado pelos colonizadores da região Sudeste da Bahia no plantio de cacauzeiros (LOBÃO et al., 1987). Segundo Johns (1999), a 'Cabruca' conserva algumas das características da floresta original, incluindo parte de sua biodiversidade. Esse sistema de plantio pode ser conceituado como um sistema agrossilvicultural, que se fundamenta na substituição dos elementos do sob-bosque por uma cultura de interesse econômico, implantada sob a proteção das árvores remanescentes de forma descontínua e circundada por vegetação natural (LOBÃO et al., 1997).

E. edulis se tornou um componente escasso da Mata Atlântica e a sua quase extinção econômica em meados do século XX deveu-se à destruição acelerada da Mata Atlântica, que foi acompanhada pela dizimação das suas populações naturais e a eliminação de condições para sua regeneração natural (CLEMENT, 2000). O palmitero representa um grande potencial para tornar produtivas as florestas secundárias, popularmente chamadas de capoeirões, por ser uma planta de ciclo

florestal curto, associado a um bom rendimento econômico (NODARI et al., 2000). É citado por Carpanezzi (1998), como uma das espécies cultivadas ou manejadas comercialmente com sucesso em ambiente de sub-bosque, e devido ao seu comportamento ombrófilo e à importância econômica do seu produto, o palmito, constitui-se em uma das espécies com grande potencial produtivo para a exploração sustentável da Mata Atlântica do sul da Bahia, nos ecossistemas de Florestas Ombrófilas Densas.

A possibilidade de manejar o palmiteiro de forma sustentável nos remanescentes florestais ou em SAF's significa principalmente, a conservação da espécie e garantia de um produto padronizado, de boa qualidade, exigidos pelos mercados consumidores internos e externos. O manejo sustentável do palmiteiro pode ser mais uma alternativa econômica para a região sudeste da Bahia, contribuindo também para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica local, haja vista a grande variedade de espécies da fauna que se alimenta de seus frutos e que contribuem para a distribuição e regeneração na floresta (SILVA, 2002).

Conforme Ribeiro & Odorizzi (2000) a certificação sócio ambiental do produto, com selo verde ou mecanismo semelhante, seria uma boa estratégia para garantir bons preços e competir com o palmito de origem clandestina ou incerta. A utilização de forma sustentável dos recursos da Mata Atlântica envolve a percepção de continuidade do processo exploratório que apesar de regulamentos, normas e fiscalização ainda persiste a exploração clandestina do palmito. Assim, é preciso encontrar soluções visando regularizar sua produção e exploração e uma das saídas é o repovoamento das florestas com palmiteiro, ampliando assim em médio prazo a oferta do produto, inclusive sob rigoroso controle de qualidade (SIMÕES & REIS, 2003).

Estudos fitossociológicos realizados por Negreiros et al. (1995) afirmam que *E. edulis* é a espécie de maior destaque no Parque Estadual Carlos Botelho, estado de São Paulo, considerando-se parâmetros como densidade, dominância e frequência. Como o palmiteiro precisa ser plantado à sombra, já que sob condições de pleno sol seu crescimento é limitado (TSUKAMOTO FILHO et al., 2001), a espécie é uma boa alternativa para implantação de SAF's, assim como para conservação das florestas remanescentes. Dessa forma, o seu manejo sustentável pode justificar a manutenção de florestas primárias, e a manutenção e recuperação de florestas secundárias ou degradadas (FANTINI et al., 2000).

3.3 Aspectos microclimáticos e fotossíntese

A produtividade das plantas é, em última instância, dependente da influência do microclima em processos como fotossíntese, respiração, transpiração e translocação. Segundo Carvalho (1996), a radiação solar incidente sobre as folhas é considerada fator microclimático fundamental, pois a intensidade, qualidade e duração da radiação atuam como fonte de energia e estímulo regulador do crescimento. Apesar de a radiação desempenhar um importante papel no crescimento, sobrevivência e regeneração de plantas da floresta tropical úmida, muito pouco se sabem como o seu regime varia em diferentes microhabitats de floresta (CHAZDON, 1984). A radiação fotossinteticamente ativa (RFA) pode também influenciar os processos fisiológicos, quantitativamente e qualitativamente. Por esta razão, ambientes extremamente sombreados ou completamente expostos ao sol podem inibir o processo fotossintético, simplesmente devido à falta ou excesso de RFA (ZHANG et al., 2003).

Microclima inclui um conjunto de variáveis ambientais, como temperatura, radiação, umidade e vento, ao qual a vegetação está exposta (MONTEITH, 1973). A melhor fonte de energia para a fotossíntese e bioprodutividade é a energia solar. As plantas interceptam energia solar para fotossíntese, mas normalmente menos de 5% é usado nesse processo; o resto dessa energia aquece as plantas e organismos ao redor, de modo que a energia solar também determina a temperatura, através do balanço de energia, em que os processos fisiológicos estão funcionando (JONES, 1993).

A RFA definida na faixa espectral de 400-700 nm é a utilizada para a fotossíntese. A radiação que chega até a superfície horizontal é chamada de Radiação Global, composta pela radiação solar direta (diretamente do sol) e pela radiação difusa do espaço (espalhada ou refletida pela atmosfera e nuvens) (LARCHER, 2006). Radiação solar (R_s) é conhecida como fonte primária de energia para processos físicos e biológicos (RIVINGTON et al., 2005). O termo irradiância refere-se à densidade do fluxo de energia incidente por unidade de superfície ($\mu\text{mol f\acute{o}tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e é o termo correto para o que, comumente e erroneamente, chamamos de 'intensidade de luz'. Estritamente falando, 'luz' é esta parte da radiação que é visível aos humanos, mas que não é um termo muito apropriado para usar em

pesquisa com plantas porque o espectro de ação aos olhos humanos e plantas é muito diferente (JONES, 1993).

A importância da umidade para o funcionamento das plantas é dupla. Primeiramente, determina a taxa de perda de água pela transpiração; segundo, a umidade tem um efeito direto sobre os estômatos de muitas plantas, de modo que os estômatos tendem a fechar quando o ar está seco restringindo perda de água, mas também reduzindo a assimilação de CO₂ (JONES, 1993).

Segundo Pezzopane (2001), a caracterização ambiental no interior da floresta, levando-se em consideração fatores microclimáticos e edáficos, tem sido incluída em trabalhos recentes, buscando correlacionar esses aspectos com a ocorrência de espécies e enfatiza a radiação solar como sendo uma das variáveis ambientais que devem ser incluídas em estudos que avaliem a interação entre a vegetação e o ambiente, já que oscilações na disponibilidade desta podem promover alterações microclimáticas que controlam o crescimento e desenvolvimento de plantas. E ainda há de se considerar que a sua disponibilidade influencia a variação de temperatura e umidade do ar e a temperatura do solo no interior da floresta, uma vez que o balanço de energia é alterado (PEZZOPANE et al., 2002). Informações microclimáticas são, portanto, vitais para estudos no campo empírico, exercícios de modelagem teórica e tomada de decisão de manejo (HERNANDES et al., 2002).

Estudos sobre o requerimento de radiação para o crescimento inicial de *E. edulis* demonstram que a espécie requer certo grau de sombreamento neste período (BOVI et al., 1987; REIS et al., 1987; BOVI et al., 1990). Porém, o crescimento do palmitreiro é limitado pela baixa quantidade de RFA que chega ao chão da floresta, podendo sua regeneração ser beneficiada pelo aparecimento de clareiras, bem como é uma planta que apresenta plasticidade tanto ao aumento como à diminuição da RFA, embora tenha limitada capacidade de aclimatar-se a altos níveis de RFA (PAULILO, 2000). O ambiente de irradiância em que a planta cresce é de fundamental importância, pois a adaptação das plantas a este ambiente depende do ajuste de seu sistema fotossintético, de modo que a luminosidade ambiental seja utilizada de maneira mais eficiente possível (STREIT et al., 2005).

Como a radiação solar é, praticamente, a única fonte de energia para os processos fisiológicos e bioquímicos que ocorrem nos vegetais, a quantificação da mesma é importante em estudos de ecofisiologia e fisiologia vegetal (MEEK et al., 1984; KARALIS, 1989; CHARTIER et al., 1989; ALADOS et al., 1996). Cada

comunidade de plantas tem seu próprio padrão de distribuição espacial, determinando diferenças de interceptação da radiação, processos de fotossíntese, transpiração, competição entre plantas, entre outros (CAMPBELL e NORMAN, 1989) e ainda, o balanço de radiação na cultura desempenha um papel fundamental no microclima em que as plantas crescem, determinando qual a energia disponível para os processos fisiológicos associados com a produção de biomassa (HAYASHI et al., 2002). A capacidade da planta em interceptar a radiação solar e efetuar trocas gasosas com o ambiente está condicionado a área foliar, devido à estreita correlação entre esta com as taxas fotossintéticas e a transpiração das plantas, constituindo-se assim em importante indicativo da produtividade das culturas (GUIMARÃES et al., 2002).

A condição prévia para o processo fotossintético ocorrer é a absorção de energia radiante pelos cloroplastos. As clorofilas são os receptores de radiação da fotossíntese, com máximos de absorção na faixa do vermelho e do azul, bem como os pigmentos acessórios (caroteno e xantofila), com absorção no azul e no UV (LARCHER, 2006). A clorofila *a* é o pigmento utilizado para realizar a fotoquímica, enquanto que os demais pigmentos auxiliam na absorção da radiação e na transferência da energia radiante para os centros de reação, sendo assim chamados de pigmentos acessórios. Os principais pigmentos acessórios também incluem outros tipos de clorofilas: clorofila *b*, presente em vegetais superiores, algas verdes e algumas bactérias (TAIZ & ZEIGER, 2004).

A baixa concentração de CO₂ é o fator mais comum para a limitação das taxas fotossintéticas e a máxima fixação deste componente, ou capacidade fotossintética, é característica de determinados grupos ou tipos de plantas. Uma grande parte das plantas C₃, em especial as espécies lenhosas, como pioneiras sob forte radiação, apresentam geralmente capacidade fotossintética similar às espécies herbáceas C₃. As palmeiras apresentam valores máximos de fotossíntese líquida sob condições naturais variando de 4-10 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹ (LARCHER, 2006). Porém já foram constatados valores superiores a esses no coqueiro-anão em três ciclos em condições bem hidratadas, da ordem de 11,8, 14,0 e 13,1 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹, respectivamente (GOMES et al., 2008).

3.4 Estrutura do dossel e índice de cobertura

A estrutura e a composição florística do dossel (conjunto de folhas, galhos e ramos que formam a cobertura vegetal) são fatores que afetam a estratificação vertical do microclima da floresta, particularmente, com relação ao ambiente de luz no sub-bosque. O número, tamanho e localização de aberturas do dossel da floresta têm influência direta na variação da temperatura e umidade do ar e na temperatura do solo no sub-bosque (PEZZOPANE et al., 2002) e no saldo de radiação dentro da floresta em relação a áreas abertas (PEZZOPANE et al., 2005).

A quantidade e a qualidade do espectro da luz solar incidente, por sua vez, exercem um importante papel na determinação da abundância e diversidade das plantas do sub-bosque, no crescimento e mortalidade de plântulas e indivíduos jovens, e no desenvolvimento, estrutura e composição de espécies de árvores de dossel (MARTINI, 2002). Buscando verificar a influência dos diferentes tipos de perturbação (natural e antrópica) sobre o ambiente de luz, Martini (2002) constatou que a porcentagem total de abertura no dossel pode expressar a luminosidade média que atinge o solo.

As fotografias hemisféricas permitem estimar indiretamente o índice de área foliar (IAF) e outras variáveis relacionadas à estrutura do dossel (PAULA e LEMOS FILHO, 2001) incluindo fração de cobertura, fração de radiação fotossinteticamente ativa interceptada pelo dossel e abertura do dossel (ESPAÑA et al., 2008) e apresentam algumas vantagens em relação a outros métodos como o baixo custo e a maior versatilidade do processamento na análise, proporcionando maior número de variáveis relacionadas ao dossel (JONCKHEERE et al., 2003). Weiss, (2003) esclarece algumas das limitações deste método para determinação do IAF, como simplificação da forma da folha e dificuldade de ajustar a variação dos ângulos entre folhas, galhos e frutos em relação à radiação incidente que podem levar a uma perda na precisão comparada aos métodos diretos. De outro lado, todos os métodos diretos de mensuração são tediosos, difíceis e demorados quando se deseja medir grandes áreas. Porém, os métodos diretos são considerados mais exatos, sendo utilizados como método de calibragem de métodos indiretos. Muito da fundamentação teórica da fotografia hemisférica foi desenvolvido por Anderson et al. (1964), utilizando a análise manual de fotografia.

3.5 Biomassa oriunda de serapilheira

Os fragmentos orgânicos, ao caírem sobre o solo, formam a camada denominada de serapilheira (GOLLEY, 1978) que constitui-se na camada de detritos vegetais (folhas, ramos, caules, cascas, frutos e flores) e animais, disposta na superfície do solo. A formação da camada de serapilheira reflete um equilíbrio entre a produção e a decomposição no sistema (OLSON, 1963) que atua na superfície do solo como um sistema de entrada e saída de nutrientes ao ecossistema, através dos processos de produção e decomposição. Estes processos são particularmente importantes na restauração da fertilidade do solo em áreas em início de sucessão ecológica (EWEL, 1976).

A produção de serapilheira, além de refletir a produtividade e as características fenológicas da comunidade vegetal, é considerada a principal via de transferência de nutrientes da vegetação para a superfície do solo, sendo, portanto, sua mensuração de fundamental importância para estimar a ciclagem dos nutrientes na interface solo-vegetação. Exerce importante papel no retorno de nutrientes ao solo, propiciando o restabelecimento de suas condições físicas e químicas e, ainda, pode representar a fenologia da espécie (GOMES et al., 2006). A presença de serapilheira em clareiras pode ser importante por minimizar os efeitos da variação de fatores como umidade e temperatura do solo (PUGNAIRE E LOZANO, 1997).

Os principais mecanismos responsáveis pela transferência de nutrientes da biomassa de espécies arbóreas para o solo são: a produção de serapilheira, a lavagem da vegetação pela chuva que extrai substâncias minerais e orgânicas das estruturas da parte aérea, e a decomposição da biomassa que inclui a serapilheira e raízes mortas (GONZALEZ e GALLARDO, 1982).

O acúmulo de serapilheira na superfície do solo é mediado pela quantidade de material que cai da parte aérea das plantas e por sua taxa de decomposição. O maior acúmulo de serapilheira é devido à menor taxa de decomposição e à maior entrada de material no sistema solo. A decomposição é um processo dinâmico, em que ocorrem, simultaneamente, a fragmentação física das suas estruturas, a transformação química e a síntese de novos compostos e transporte destes produtos formados para horizontes mais profundos da manta orgânica e, ou, do solo (HEAL et al., 1997).

A sazonalidade na produção e decomposição de serapilheira tem sido relacionada, principalmente, ao clima (SPAIN, 1984; BORÉM e RAMOS, 2002), sendo que a deciduidade das espécies também é um fator que pode influenciar. Regiões com alto índice pluviométrico, em geral, produzem maior quantidade de serapilheira em comparação com as regiões de baixo índice pluviométrico (GONZALEZ & GALLARDO, 1982). As florestas tropicais apresentam produção contínua de serapilheira no decorrer do ano, sendo que as quantidades produzidas nas diferentes épocas dependem do tipo de vegetação considerada (LEITÃO-FILHO *et. al.*, 1993) e de sua resposta às variações sazonais.

4. METODOLOGIA

4.1 Área de estudo e condições de cultivo

O estudo foi desenvolvido em área de mata e 'Cabruca' do campus da Universidade Estadual de Santa Cruz, situado na rodovia Ilhéus/Itabuna Km 16, Ilhéus - BA e foi conduzido entre novembro de 2007 e dezembro de 2008. O município de Ilhéus localiza-se entre os meridianos 39°00' e 39°30' W e os paralelos 14°20' e 15°00' S, na zona fisiográfica denominada Região Cacaueira da Bahia e Região Econômica Litoral Sul da Bahia (FARIA FILHO, 2000).

Mudas de *E. edulis* oriundas da área de mata da Fazenda Jaci, propriedade pertencente à Universidade Estadual de Santa Cruz, foram transplantadas diretamente para o solo no dia 20 de novembro de 2007 para cada um dos ambientes a ser estudado, duas 'Cabruças' e mata em regeneração, diferentes entre si pela disponibilidade de radiação solar. Foram utilizadas 225 mudas, 75 para cada ambiente, espaçadas entre si 0,50 m. Cada ambiente era formado por uma área com dimensões de 9 x 3 m, em mesma condição topográfica, ocupando área de 27m². Diferentes espécies faziam o sombreamento de *E. edulis* nos tratamentos numa área de 64 m² ao redor das parcelas (Figura 1; Tabela 1).

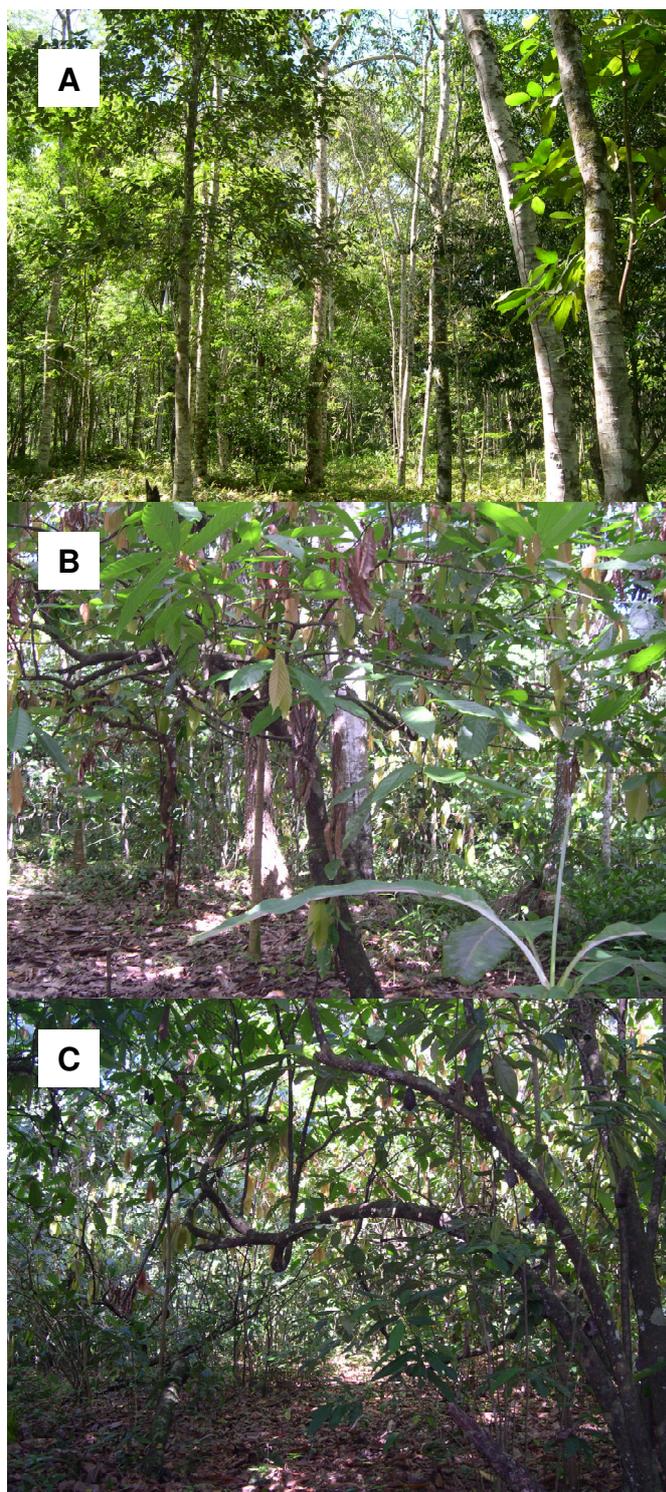


Figura 1 – Imagens dos locais de estudo. mata em regeneração (A), ‘Cabruca’ 1 (B) e ‘Cabruca’ 2 (C), Campus UESC, Ilhéus, BA. 2008.

Tabela 1 – Espécies presentes numa área de 64m² ao redor da área de estudo, UESC, Ilhéus, BA, 2008.

| Nome científico | Nome vulgar | Estádio | Deciduidade | N° indivíduos |
|---|--------------|------------|-------------|---------------|
| Mata em regeneração - MR | | | | |
| <i>Nectandra membranacea</i> (Swarts) Griseb. | loro-sabão | pioneira | perenefólia | 7 |
| <i>Michaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld | sete casacas | pioneira | decídua | 1 |
| <i>Stryphnodendrum pulcherrimum</i> (Willd) Hochr | caubí | pioneira | perenefólia | 1 |
| <i>Spondias venulosa</i> Mart. Ex Engl. | cajá | clímax | semidecídua | 2 |
| <i>Artocarpus heterophyllus</i> | jaca | - | - | 1 |
| 'Cabruca' 1 – C1 | | | | |
| <i>Theobroma cacao</i> | cacau | - | - | 6 |
| <i>Nectandra membranacea</i> (Swarts) Griseb. | loro-sabão | pioneira | perenefólia | 2 |
| <i>Stryphnodendrum pulcherrimum</i> (Willd) Hochr | caubí | pioneira | perenefólia | 1 |
| <i>Spondias venulosa</i> Mart. Ex Engl. | cajá | clímax | semidecídua | 1 |
| <i>Artocarpus heterophyllus</i> | jaca | - | - | 1 |
| 'Cabruca' 2 – C2 | | | | |
| <i>Theobroma cacao</i> | cacau | - | - | 5 |
| <i>Nectandra membranacea</i> (Swarts) Griseb. | loro-sabão | pioneira | perenefólia | 1 |
| <i>Erythrina poeppigiana</i> (Walp.) O.F.Cook | mulungu | secundária | decídua | 1 |
| <i>Cecropia glazioui</i> | embaúba | pioneira | perenefólia | 1 |
| <i>Artocarpus heterophyllus</i> | jaca | - | - | 1 |

Fonte: LORENZI, 2004.

Para caracterizar o solo em cada ambiente, foram coletadas amostras de solo que foram secas à sombra e, posteriormente, enviadas para o laboratório a fim de realizar análise química. As características químicas do solo de cada uma das áreas encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 – Características químicas do solo na profundidade de 0 – 20 cm.

| Trat | pH (H ₂ O) | H + Al | Al | Ca | Mg | K | SB | (t) | P (Mehlich) | P (Resina) | C | MO | V |
|-----------|-----------------------|------------------------------------|-----|-----|-----|------|-----|-----|---------------------|------------|--------------------|-----|------|
| | | cmol _c dm ⁻³ | | | | | | | mg dm ⁻³ | | g dm ⁻³ | % | |
| MR | 5,6 | 2,6 | ALD | 2,3 | 1,6 | 0,10 | 4,0 | 6,6 | 2,0 | 4,0 | 15,0 | 2,6 | 60,6 |
| C1 | 6,1 | 2,0 | ALD | 4,7 | 1,8 | 0,11 | 6,6 | 8,6 | 3,0 | 5,0 | 14,0 | 2,4 | 76,8 |
| C2 | 5,5 | 2,9 | ALD | 2,1 | 1,6 | 0,07 | 3,8 | 6,7 | 1,0 | 2,0 | 13,0 | 2,2 | 56,5 |

ALD = abaixo do limite de detecção, SB = Soma de bases trocáveis, (t) = capacidade de troca catiônica efetiva, MO = matéria orgânica, V = Saturação de bases. MR = mata em regeneração; C1 e C2 = 'Cabruças' 1 e 2.

4.2 Caracterização microclimática

Para caracterização dos ambientes, no centro de cada tratamento, mata em regeneração e 'Cabruças', foram instalados sensores de temperatura do ar (T),

umidade relativa do ar (UR) e radiação fotossinteticamente ativa (RFA) acoplados a estações climatológicas Hobo Micro Station Data Logger (Onset Computer, Massachusetts, EUA), programadas para realizarem leituras em intervalos de 1 minuto, em medições simultâneas para viabilizar a comparação entre os locais, no período das 08h00min às 16h00min. As estações foram utilizadas de acordo com a sua disponibilidade, já que estavam sendo utilizadas em outros experimentos. Os dados foram transferidos mensalmente para um computador portátil através do programa computacional BoxCar 4.3 para Windows, software de comunicação dos sensores OnSet – Hobo e posteriormente tratados. Foram calculadas as médias horárias dos dados de T, UR e RFA, assim como os valores médios, máximos e mínimos diários de temperatura. A frequência relativa de RFA foi calculada segundo a equação 1 (MARTINS E DONAIRE, 1990).

$$f_i = \frac{F_i}{N} \quad \text{Eq. [1]}$$

onde: f_i representa a frequência relativa; F_i , a frequência absoluta e N , o número de observações.

Dados de precipitação foram provenientes da Estação Climatológica do Centro de Pesquisas do cacau (CEPEC - CEPLAC), sito à Rodovia Ilhéus - Itabuna, km 16. De posse dos dados climáticos de temperatura e umidade relativa do ar foi calculado o déficit de pressão de vapor (DPV) do ar para os ambientes, de acordo com as equações (LANDSBERG, 1986).

$$\text{DPV (kPa)} = e_s - e_a \quad \text{Eq. [2]}$$

$$e_s = 0,61078 \left[\frac{17,269 T}{(T+ 237,3)} \right] \quad \text{Eq. [3]}$$

$$e_a = (UR * e_s) / 100 \quad \text{Eq. [4]}$$

Onde: e_s representa a pressão de saturação de vapor d'água; e_a representa a pressão de vapor.

4.3 Estrutura do dossel e índice de cobertura

A caracterização da dinâmica da cobertura do dossel, ao longo de um ano, foi realizada por meio de fotografias hemisféricas, tomando-se como base três pontos amostrais ao centro de cada tratamento. Com uma câmera fotográfica digital Nikon Coolpix 4300 adaptada a um tripé, nivelada com um nível de bolha e equipada com lente hemisférica fisheye (olho-de-peixe) com ângulo de visada de 180°, foram feitas as fotografias.

As fotografias hemisféricas foram feitas em quatro épocas (27/12/2007, 29/04/2008, 28/08/2008 e 27/12/2008). As mesmas foram processadas através do software Gap Light Analyser – GLA, sendo então analisadas por três avaliadores a fim de calcular a média percentual de abertura do dossel em cada ponto. Na utilização do programa, foi selecionada uma área circular central de cada imagem, avaliando-se cada pixel preto em relação a um pixel branco, obtendo o contraste que possibilita a determinação da abertura do dossel. Este parâmetro permite a avaliação da heterogeneidade espacial da luz nos ambientes de estudo (TRICHON et al., 1998).

4.4 Análise de Crescimento

O crescimento das plantas de *E. edulis* foi quantificado por meio de medidas de altura e determinação de biomassa. No início do experimento, ou seja, no tempo zero (20/11/2007), foi mensurada em 20 plantas a área foliar (AF), através da medição da área foliar verde feita em medidor automático de área foliar modelo LI-3100 (Li-Cor, inc. Lincoln, Nebraska, EUA), e determinadas a biomassa seca de raiz (MSR), da parte aérea (MSPA) e total (MST) e, ao final do experimento (17/12/08), foi realizado o mesmo procedimento com 7 plantas de cada tratamento. No laboratório, as plantas foram separadas em raiz e parte aérea, acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa com circulação de ar forçado a 70°C até atingir peso constante, sendo posteriormente pesadas em balança de precisão para determinação da massa seca.

A partir dos dados de biomassa seca foram calculados, de acordo com Hunt (1990):

$$TCR_A = \ln (ALT_{T_2}) - \ln (ALT_{T_1}) / (T_2 - T_1) \quad \text{Eq. [5]}$$

$$TCR_D = \ln (DIAM_{T_2}) - \ln (DIAM_{T_1}) / (T_2 - T_1) \quad \text{Eq. [6]}$$

$$TAL = [(MST_{T_2} - MST_{T_1}) / (T_2 - T_1)] * (\ln AF_{T_2} - \ln AF_{T_1}) / (AF_{T_2} - AF_{T_1}) \quad \text{Eq. [7]}$$

$$RAF = AF / MST \quad \text{Eq. [8]}$$

onde: TCR_A representa a taxa de crescimento relativo em altura; TCR_D , a taxa de crescimento relativo em diâmetro; TAL , a taxa assimilatória líquida; RAF , a razão de área foliar; ALT , a altura; $DIAM$, o diâmetro; AF , a área foliar; MST , a biomassa seca total da planta e T , o tempo.

Avaliações de crescimento foram realizadas em quatro épocas. A primeira foi realizada 21 dias após o plantio das mudas no campo (11/12/2007) e as demais em intervalos de quatro meses (11/04; 11/08; 11/12/2008), onde foram obtidos dados de altura das mudas (ALT), através de régua milimetrada, e diâmetro à altura do colo ($DIAM$), por meio de paquímetro digital. A altura das mudas sempre foi tomada da base da planta até o ponto de inserção da folha mais nova. Ainda como parâmetro de crescimento, foi contado o número de folhas (NF) funcionais em todas as plantas, considerando como folhas funcionais todas as folhas verdes, capazes de realizar fotossíntese e sem danos na sua estrutura.

Além disso, foram analisados os percentuais de sobrevivência para a espécie nos três ambientes tendo como referência o número total de mudas plantadas (75 mudas/ambiente), segundo a equação 9.

$$\text{Sobrevivência (\%)} = \frac{\text{N}^\circ \text{ plantas vivas} * 100}{\text{N}^\circ \text{ inicial de plantas}} \quad \text{Eq. [9]}$$

4.5 Trocas gasosas

As trocas gasosas foliares foram medidas aos 332 dias (17/10/2008) após o plantio das mudas, entre as 8 e 12 h, em cinco plantas de cada tratamento, em folíolos da parte mediana de folhas completamente maduras com um sistema portátil de medição de fotossíntese Li-6400 (Li-Cor, USA). Curvas de saturação da fotossíntese pela radiação fotossinteticamente ativa foram obtidas com esse aparelho, equipado com uma fonte de luz artificial 6400-02B RedBlue #SI-925. Por meio da rotina Light curve do software Open 3.4, foram realizadas medições de trocas gasosas em diferentes níveis de radiação fotossinteticamente ativa incidente na superfície foliar (RFA_i) (GOMES et al., 2008). Os níveis de radiação fotossinteticamente ativa utilizados foram 800, 600, 400, 200, 100, 50, 25, 10, 5 e 0 $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$. As taxas de fotossíntese líquida (A), transpiração (E) e a condutância estomática ao vapor de água (g_s) foram estimados a partir de valores de variação de CO_2 e da umidade no interior da câmara (VON CAEMMERER e FARQUHAR, 1981).

Para cada repetição estimou-se a eficiência quântica aparente (α , inclinação da reta) e a taxa de respiração no escuro (R_d , ponto onde a reta toca o eixo y) através de um modelo linear para $\text{RFA} < 25 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

$$A = \alpha \text{RFA} + R_d \quad \text{Eq. [10]}$$

De posse desses valores foi estimado ainda a irradiância de compensação (Γ_{RFA} , ponto onde a reta toca o eixo x) (Equação 11).

$$\Gamma_{\text{RFA}} = R_d / \alpha \quad \text{Eq. [11]}$$

A taxa fotossintética bruta em saturação da radiação luminosa (A_{max}) foi estimada através de um modelo exponencial (Iqbal et al., 1997; Gomes et al., 2008).

$$A = A_{\text{max}} \{1 - \exp[-\alpha (\text{RFA}_i / A_{\text{max}})]\} - R_d \quad \text{Eq. [12]}$$

4.6 Pigmentos cloroplastídicos

Os folíolos de folhas completamente expandidas foram utilizados para a estimativa do teor de clorofilas, utilizando o medidor portátil SPAD (SCHAPER e CHACKO, 1991). Foi feita uma leitura em 45 plantas por tratamento com o medidor portátil onde os dados eram armazenados e então transmitidos do equipamento para um computador portátil.

4.7 Produção de serapilheira

Amostras de serapilheira foram coletadas mensalmente de dezembro de 2007 até novembro de 2008, sempre no dia 20 de cada mês, utilizando moldes vazados circulares medindo 0,70 m de diâmetro distribuídos sobre a superfície do solo em piquetes previamente marcados. Em cada tratamento foram coletadas nove amostras simples. O material coletado mensalmente foi acondicionado em sacos de papel e, em laboratório, foi seco em estufa com circulação de ar forçado a 75°C até atingir peso constante e, posteriormente, pesado em balança de precisão para determinação da biomassa seca. O teor dos macronutrientes nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) proveniente da serapilheira foi determinado utilizando-se três repetições de cada um dos ambientes, onde o material seco foi triturado em moinho tipo Willye TE-650 e, posteriormente submetido à análise de nutrientes. Para análise de macronutrientes (N, P, K) foram feitas digestões sulfúricas, seguindo a metodologia recomendada por TEDESCO et al. (1995). Para determinação de NH_4^{4+} uma alíquota do extrato obtido após a digestão foi destilada em micro-destilador com adição de NaOH e em seguida titulado com H_2SO_4 0,025 M. O fósforo foi determinado por espectrofotometria e o potássio por fotômetro de chama. As espécies que contribuíram para a produção de serapilheira se encontram listadas na Tabela 1.

4.8 Delineamento experimental

O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado (DIC), com três níveis de disponibilidade de radiação, com número variável de repetições por tratamento, a depender da variável/parâmetro em estudo. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e a teste de médias (Tukey $p < 0,05$).

5. RESULTADOS

5.1 Caracterização microclimática

O comportamento da radiação fotossinteticamente ativa demonstrada na Figura 2, mostra que os maiores valores foram observados na MR e os menores na C2. Os máximos observados foram $10,6 \text{ mol m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ verificado no dia 07/11 para a MR, $7,3 \text{ mol m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ para a C1 observado no dia 07/11 e $3,5 \text{ mol m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ no dia 05/09 para a C2, já que não houve dado desse local para o mesmo período observado nos outros locais, que devido a problemas de origem desconhecida ocorridos com os sensores apenas um curto período de coleta foi obtido para a C1. Os mínimos observados foram $0,77$, $0,66$ e $0,13 \text{ mol m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ para MR, C1 e C2, respectivamente. Os valores médios de RFA foram $3,34$, $2,79$ e $0,62 \text{ mol m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ representando um percentual de 10, 8 e 2% em relação ao pleno sol, para MR, C1 e C2. (Tabela 3).

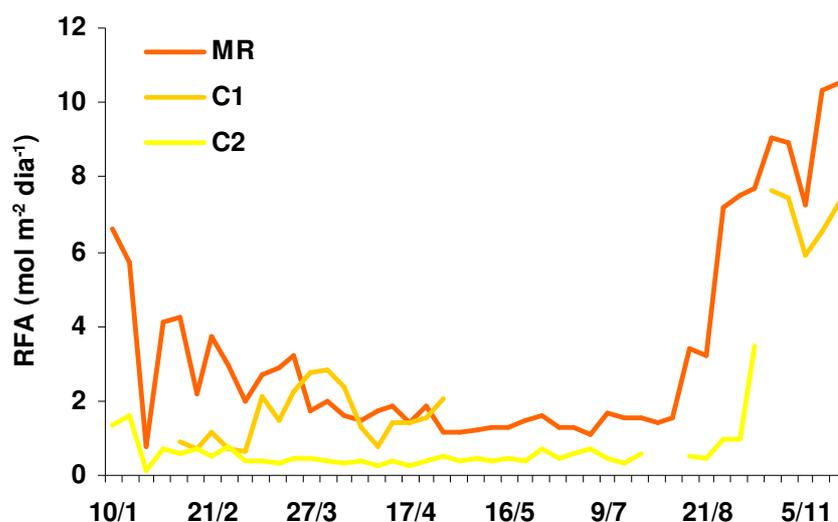


Figura 2 – Radiação Fotossinteticamente Ativa ($\text{mol m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$) diária durante o período de estudo em condições de mata em regeneração (MR) e ‘Cabruças’ 1 e 2 (C1 e C2).

Tabela 3 – Radiação Fotossinteticamente Ativa ($\text{mol f\acute{o}tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$) medida no sub-bosque da mata em regenera\c{c}\~ao (MR) e ‘Cabruacas’ 1 e 2 (C1 e C2) e \~a pleno sol durante dias compreendendo o per\~odo de estudo.

| Data | MR | C1 | C2 | Pleno sol |
|----------------|-------------|-------------|-------------|------------------|
| 10/01/08 | 6,64 | - | 1,37 | - |
| 11/01/08 | 5,69 | - | 1,58 | - |
| 17/01/08 | 0,77 | - | 0,13 | - |
| 21/01/08 | 4,13 | - | 0,67 | - |
| 08/02/08 | 4,22 | 0,92 | 0,58 | - |
| 15/02/08 | 2,16 | 0,73 | 0,70 | - |
| 21/02/08 | 3,69 | 1,12 | 0,49 | - |
| 28/02/08 | 2,95 | 0,72 | 0,78 | - |
| 29/02/08 | 2,02 | 0,66 | 0,36 | - |
| 06/03/08 | 2,69 | 2,13 | 0,39 | - |
| 13/03/08 | 2,86 | 1,46 | 0,35 | - |
| 14/03/08 | 3,21 | 2,25 | 0,43 | - |
| 27/03/08 | 1,70 | 2,77 | 0,44 | - |
| 28/03/08 | 1,97 | 2,83 | 0,42 | - |
| 03/04/08 | 1,58 | 2,37 | 0,35 | - |
| 04/04/08 | 1,47 | 1,30 | 0,37 | - |
| 10/04/08 | 1,72 | 0,79 | 0,26 | - |
| 11/04/08 | 1,84 | 1,44 | 0,39 | - |
| 17/04/08 | 1,42 | 1,40 | 0,24 | - |
| 18/04/08 | 1,85 | 1,56 | 0,38 | - |
| 25/04/08 | 1,16 | 2,08 | 0,49 | - |
| 08/05/08 | 1,17 | - | 0,36 | - |
| 09/05/08 | 1,21 | - | 0,42 | - |
| 15/05/08 | 1,31 | - | 0,39 | - |
| 16/05/08 | 1,28 | - | 0,48 | - |
| 18/06/08 | 1,45 | - | 0,42 | - |
| 19/06/08 | 1,60 | - | 0,72 | - |
| 20/06/08 | 1,26 | - | 0,46 | - |
| 07/07/08 | 1,26 | - | 0,60 | - |
| 08/07/08 | 1,12 | - | 0,70 | - |
| 09/07/08 | 1,69 | - | 0,47 | - |
| 10/07/08 | 1,54 | - | 0,32 | - |
| 11/07/08 | 1,52 | - | 0,60 | - |
| 23/07/08 | 1,42 | - | - | - |
| 24/07/08 | 1,52 | - | - | - |
| 20/08/08 | 3,39 | - | 0,52 | - |
| 21/08/08 | 3,20 | - | 0,48 | - |
| 03/09/08 | 7,17 | - | 0,99 | - |
| 04/09/08 | 7,53 | - | 0,96 | - |
| 05/09/08 | 7,72 | - | 3,45 | - |
| 22/10/08 | 9,05 | 7,64 | - | - |
| 23/10/08 | 8,90 | 7,44 | - | - |
| 05/11/08 | 7,27 | 5,92 | - | - |
| 06/11/08 | 10,31 | 6,54 | - | - |
| 07/11/08 | 10,55 | 7,28 | - | - |
| M\~edia | 3,34 | 2,79 | 0,62 | - |
| 31/03/08 | - | - | - | 32,11 |
| 02/04/08 | - | - | - | 27,25 |
| 07/04/08 | - | - | - | 37,35 |
| 08/04/08 | - | - | - | 37,86 |

| | | | | |
|--------------------|----|---|---|-------|
| 09/04/08 | - | - | - | 31,44 |
| 14/04/08 | - | - | - | 39,15 |
| 28/04/08 | - | - | - | 34,14 |
| 30/04/08 | - | - | - | 37,65 |
| Média | - | - | - | 34,62 |
| % Pleno sol | 10 | 8 | 2 | 100 |

A distribuição de freqüências da RFA nos três tratamentos mostra que, para todos os tratamentos os valores se concentraram na classe de $80 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$, e a MR possuindo valores nas classes seguintes de irradi\u00e2ncias maiores que $480 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Aproximadamente 95% da radia\u00e7\u00e3o registrada nas 'Cabruças' concentram-se no intervalo de 0 a $80 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e na MR, apenas 72%, e 28% distribu\u00eddo em pequenas fra\u00e7\u00f5es nas classes seguintes (Figura 3).

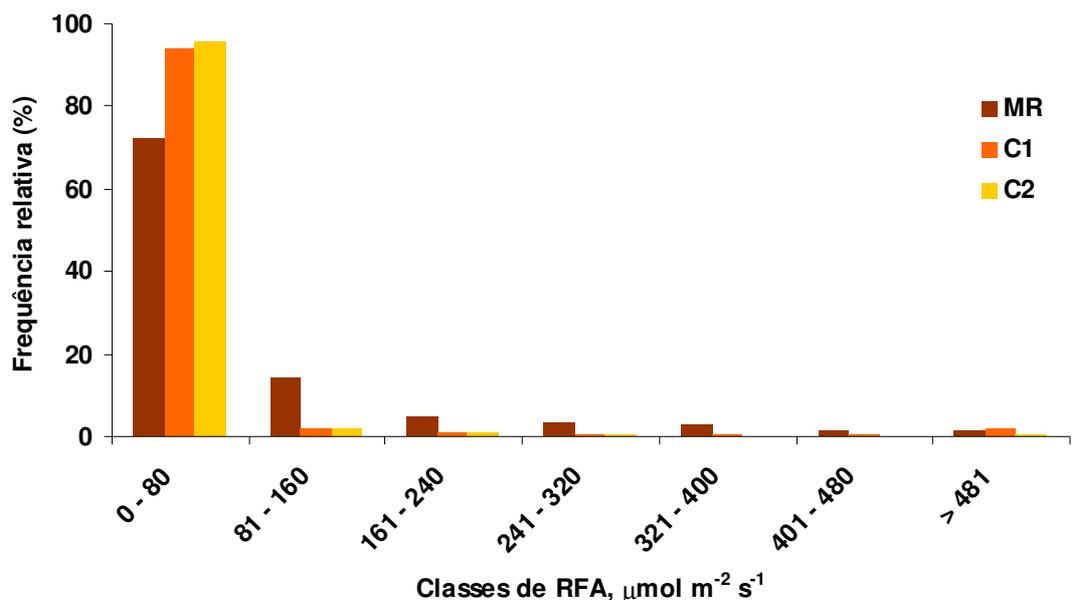


Figura 3 – Distribuição de freqüência relativa da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) em condições de mata em regeneração (MR) e 'Cabruças' 1 e 2 (C1 e C2), Ilhéus – BA, Brasil.

Observando o comportamento da variável temperatura ao longo do período experimental (Figura 4) é possível notar que houve pouca variação nos valores médios, máximos e mínimos de temperatura do ar entre os tratamentos até o mês de maio, chegando a ocorrer um declínio nesse período que foi observado em todos os

ambientes, com posterior aumento nos valores ocorrendo no mês de agosto, sendo estes superiores aos verificados no início do ano. Os espaços compreendem períodos em que a estação apresentou problemas nos sensores de temperatura e não registrou os dados.

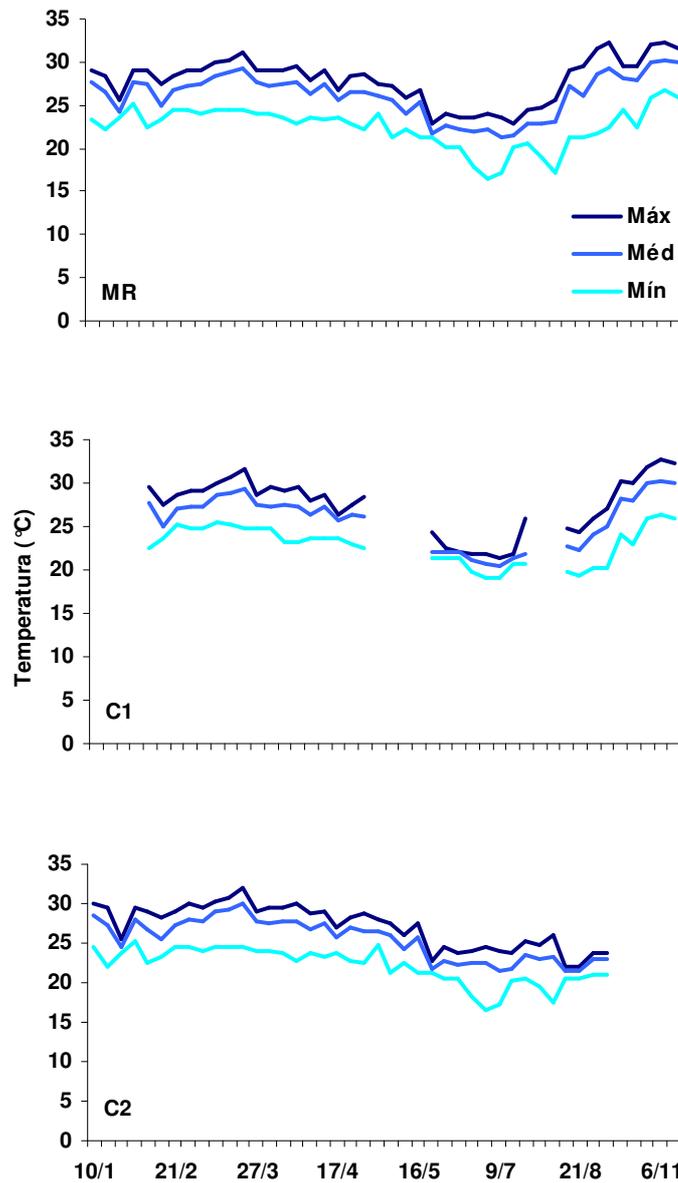


Figura 4 – Temperatura máxima, média e mínima (°C) diária durante o período de estudo em condições de mata em regeneração (MR) e ‘Cabruças’ 1 e 2 (C1 e C2).

Através das variáveis microclimáticas apresentadas na Figura 5 é possível observar o comportamento diário e identificar que às 8h00min os valores de temperatura do ar são baixos com os maiores valores sendo atingidos por volta das 13h00min, com posterior declínio até registrar novamente os menores valores às 16h00min, ao contrário de umidade relativa do ar que é inversamente proporcional à temperatura do ar, onde os maiores valores são observados às 8h00min e 16h00min e os menores valores ocorrendo às 13h00min.

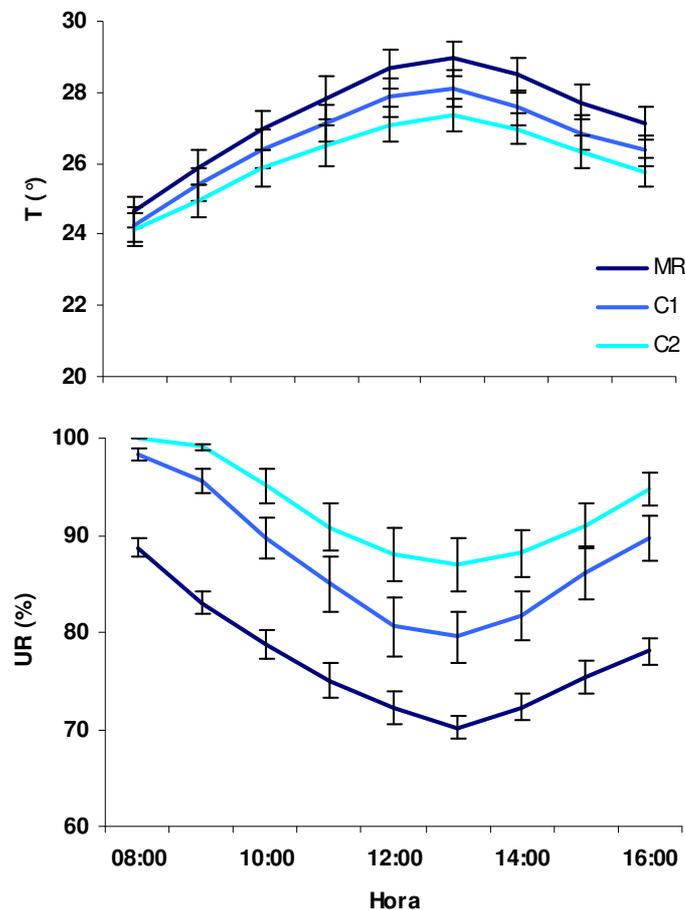


Figura 5 – Curso diurno de temperatura do ar (T - °C) e umidade relativa do ar (UR - %) dos locais de estudo: mata em regeneração (MR), 'Cabucas' 1 e 2 (C1 e C2), n = 17 dias.

Os valores médios de DPV (Figura 6) durante todo o período foram superiores na MR (0,8 kPa), e iguais entre as 'Cabruças' (0,4 kPa), apresentando o mesmo padrão de resposta entre os ambientes e os aumentos observados foram acompanhados pelo incremento nos valores de radiação e temperatura. Os maiores valores observados na MR se deram em função de menor UR nesse local, visto que a temperatura praticamente não variou entre os tratamentos.

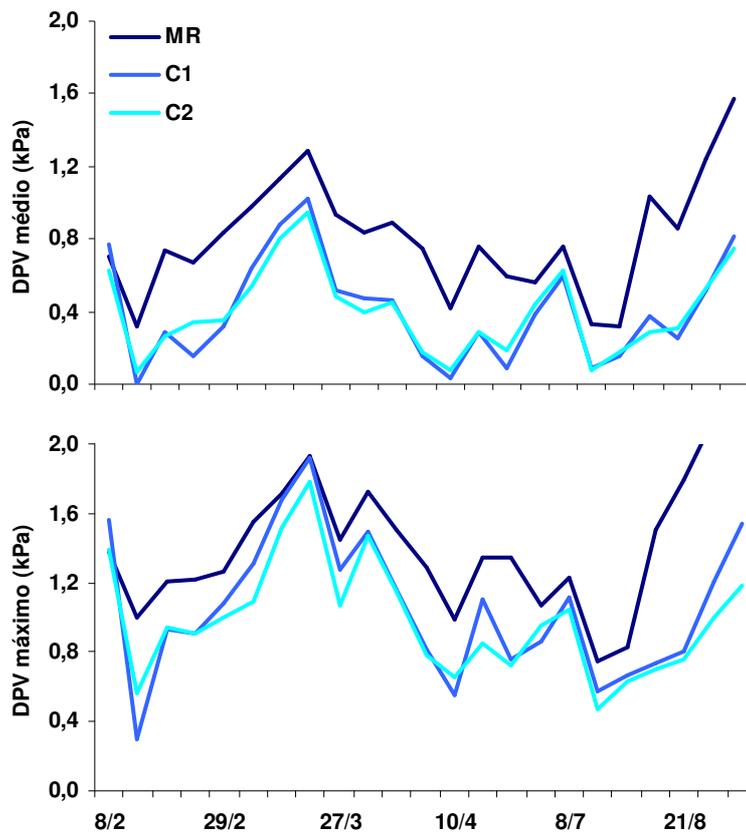


Figura 6 – Déficit de pressão de vapor máximo e mínimo durante o período de estudo em condições de mata em regeneração (MR) e 'Cabruças' 1 e 2 (C1 e C2).

Tabela 4 – Variáveis microclimáticas medidas em três ambientes: mata em regeneração (MR) e ‘Cabruças’ 1 e 2 (C1 e C2).

| | MR | C1 | C2 |
|--|--------------|--------------|--------------|
| Tmédia | 26 (21 - 30) | 26 (21 - 30) | 25 (22 - 30) |
| Tmáx | 32 | 33 | 32 |
| Tmín | 16 | 19 | 16 |
| DPVméd | 0,8 | 0,4 | 0,4 |
| DPVmáx | 1,4 | 1,1 | 1,0 |
| RFA (mol m⁻² dia⁻¹) | 3,34 | 2,79 | 0,62 |

T: n=17; DPV: n=23; RFA: MR, n=45; C1, n=22; C2, n=38;

A precipitação no ano de 2008 foi muito irregular, com longos períodos sem chuvas e, em relação à sua distribuição, bastante irregular, inferior ao verificado na normal climatológica e aos dois anos anteriores, sendo somente os meses de junho e dezembro superiores aos verificados na normal climatológica (Figura 7). A precipitação total no ano de 2008 foi de 1.117,9 mm. Nos anos anteriores o total anual de precipitação foi de 1.625,6 mm e 1.547,2 mm em 2007 e 2006, respectivamente. Em 2008 choveu praticamente 30% menos em relação aos dois últimos anos. Nos períodos de ausência de chuva a água foi fornecida através da irrigação. Em especial durante os meses de maio, setembro e outubro ocorreram regas constantes das plantas.

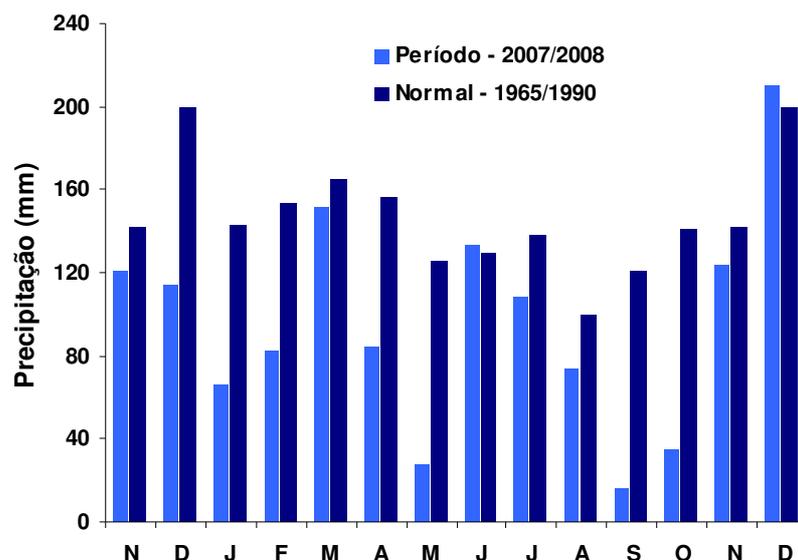


Figura 7 – Precipitação mensal do período de experimento (nov. e dez./2007 e 2008) e normal climatológica (1965 – 1990), Centro de Pesquisas do Cacau, Ilhéus – BA, Brasil.

5.2 Estrutura do dossel

As fotografias hemisféricas caracterizaram o dossel através de dados percentuais de abertura do dossel (Tabela 5) e mostraram que a MR diferiu estatisticamente de C1 e C2. O maior valor médio da abertura do dossel foi encontrada para a MR ($13,3 \pm 1,3$), implicando em menor atenuação da irradiância ao longo do dossel e contribuindo assim com maior quantidade de energia disponível para o crescimento das plantas no sub-bosque, visto que a disponibilidade de luz é um fator ambiental que apresenta uma grande variação nesses ambientes. O valor médio de abertura do dossel na MR foi de. As ‘Cabruças’ apresentaram valores médios de $8,0 \pm 0,6$ e $6,7 \pm 0,9$, respectivamente, nas C1 e C2. Em todos os tratamentos foi observado aumento da abertura do dossel entre dez/2007 e abr/2008. Na MR houve pequeno decréscimo em ago/2008 com posterior acréscimo nesse percentual no mês de dez/2008 para 15,4%. Na C1 o aumento da abertura do dossel foi observado durante todas as avaliações, chegando a 9,0% em dez/2008, maior valor registrado e na C2 a abertura manteve-se praticamente constante a partir de abr/2008.

Tabela 5 – Valores percentuais de abertura do dossel e média (\pm erro padrão) na mata em regeneração (MR) e ‘Cabruças’ 1 e 2 (C1 e C2).

| | dez/07 | abr/08 | ago/08 | dez/08 | M | \pm | EP |
|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|------|-------|-------|
| Abertura do dossel (%) | | | | | | | |
| MR | 11,8 | 13,1 | 12,9 | 15,4 | 13,3 | \pm | 1,3 a |
| C1 | 7,3 | 7,6 | 8,0 | 9,0 | 8,0 | \pm | 0,6 b |
| C2 | 5,4 | 7,2 | 7,2 | 7,1 | 6,7 | \pm | 0,9 b |

Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

5.3 Análise de crescimento

Da análise de variância em variáveis de crescimento de *E. edulis*, considerando-se os efeitos de ambiente e tempo isoladamente e a interação desses, foi possível observar que: 1) Para os efeitos de ambiente foram encontradas diferenças significativas ($p < 0,05$) para as variáveis AF e MSR; para as variáveis MSPA e MST ($p < 0,01$) e ALT e DIAM ($p < 0,001$), sendo estas altamente significativas. 2) Considerando os efeitos de tempo, as variáveis que apresentaram diferenças estatísticas ao longo do tempo foram NF ($p < 0,05$), RAF ($p < 0,01$), ALT e DIAM ($p < 0,001$). 3) Considerando a interação ambiente x tempo não foram observadas diferenças significativas ao longo de 360 dias de observação (Tabela 6).

Tabela 6 – Sumário da análise de variância para efeitos de Ambiente (A: gl=2) e Tempo de avaliação (T: gl=3) e das interações entre Ambientes e Tempo (A x T), em variáveis de crescimento de mudas de *Euterpe edulis*, após 360 dias de avaliação em condições de campo.

| | A ¹ | p (>F) ¹ | T ² | p (>F) ² | A x T ³ | p (>F) ³ | |
|-----------------|----------------|---------------------|----------------|---------------------|--------------------|---------------------|----|
| Variável | | | | | | | |
| AF | 3,7963 | 0,0319 * | 3,6700 | 0,0630 ns | 0,2837 | 0,7548 | ns |
| MSR | 3,6583 | 0,0358 * | 0,9879 | 0,3263 ns | 1,0754 | 0,3528 | ns |
| MSPA | 5,5961 | 0,0076 ** | 0,9893 | 0,3264 ns | 1,1055 | 0,3430 | ns |
| MST | 5,8358 | 0,0064 ** | 0,2854 | 0,5964 ns | 0,8852 | 0,4222 | ns |
| RAF | 2,6233 | 0,0864 ns | 10,576 | 0,0024 ** | 2,9732 | 0,0649 | ns |
| ALT | 6,9407 | 0,0011 *** | 10,798 | 7,68e-7 *** | 0,3073 | 0,9331 | ns |
| DIAM | 10,237 | 0,0300 *** | 5,9830 | 0,0005 *** | 1,1408 | 0,3378 | ns |
| NF | 0,0066 | 0,9934 ns | 3,8000 | 0,0103 * | 0,5401 | 0,7777 | ns |

*** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$; e ns $p \geq 0.05$.

Abreviações e unidades: AF (Área foliar, dm²), MSR (massa seca de raiz, g), MSPA (massa seca de parte aérea, g), MST (massa seca total, g), RAF (razão de área foliar, dm² g), ALT (altura, cm), DIAM (diâmetro do coleto, mm) e NF (número de folhas).

Considerando-se as variáveis taxa de crescimento relativo em altura (TCR_A), taxa de crescimento relativo em diâmetro (TCR_D), taxa assimilatória líquida (TAL), razão de área foliar (RAF) e número de folhas (NF) a análise de variância (ANOVA) não constatou diferenças significativas entre os ambientes estudados. Para as

variáveis área foliar (AF) e biomassa seca de raiz (MSR) foram encontradas diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos, com os menores valores verificados na 'Cabruca' 2 (C2). Biomassa seca de parte aérea (MSPA) e biomassa seca total (MST) também apresentaram diferenças significativas ($p < 0,01$), com menores valores encontrados na C2 e as variáveis altura (ALT) e diâmetro (DIAM) ($p < 0,001$), sendo superior na MR (Tabela 7).

A MSPA e MST dos tratamentos mata em regeneração (MR) e 'Cabruca' 1 (C1) foram estatisticamente diferentes e superiores à 'Cabruca' 2 (C2), e a MSR da MR não diferiu estatisticamente dos valores do tratamento C1, sendo este igual à C2, ou seja, o tratamento recebendo valores intermediários de radiação mostrou respostas intermediárias para os valores de MSR, não diferindo dos demais ambientes. Os ambientes sob maior intensidade de radiação luminosa apresentaram maior acúmulo de biomassa em relação àquelas recebendo menor radiação.

Sob maior irradiância, *E. edulis* apresentou maior TAL e menor RAF, apesar dessas variáveis não terem apresentado diferenças significativas entre os ambientes, as respostas são semelhantes às encontradas por outros autores.

A variável DIAM diferiu estatisticamente dos demais tratamentos sendo que na MR foi superior aos ambientes de 'Cabruca' e a ALT apresentou também maiores valores na MR, porém foi igual à C2, que foi igual e superior à C1 (Tabela 7).

Tabela 7 – Valores médios (\pm erro padrão) da AF (área foliar, dm^2), MSR (biomassa de raiz, g), MSPA (biomassa da parte aérea, g) e MST (biomassa total, g), ALT (altura, cm) e DIAM (diâmetro do coleto, mm) após 360 dias crescendo em três condições de atenuação da radiação luminosa incidente, mata em regeneração (MR) e 'Cabruca' 1 e 2 (C1 e C2).

| Variável | MR | C1 | C2 |
|----------|---------------------|--------------------|--------------------|
| AF | 19,23 \pm 2,85 ab | 19,46 \pm 2,24 a | 11,46 \pm 1,93 b |
| MSR | 0,73 \pm 0,14 a | 0,61 \pm 0,08 ab | 0,34 \pm 0,09 b |
| MSPA | 2,37 \pm 0,41 a | 2,12 \pm 0,28 a | 0,99 \pm 0,22 b |
| MST | 3,10 \pm 0,52 a | 2,74 \pm 0,33 a | 1,33 \pm 0,28 b |
| ALT | 6,38 \pm 0,24 a | 5,30 \pm 0,19 b | 6,00 \pm 0,18 ab |
| DIAM | 4,58 \pm 0,13 a | 3,90 \pm 0,10 b | 4,09 \pm 0,09 b |

*** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$; e ns $p \geq 0,05$. Médias seguidas da mesma letra na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Diferenças significativas para as variáveis de crescimento ALT e DIAM só foram observadas aos 240 dias de avaliação (Tabela 8), sendo do tratamento sob maior disponibilidade de radiação (MR) os maiores valores para essas duas variáveis, diferindo estatisticamente de C1 e sendo C2 igual aos demais. Talvez as plantas no tratamento C2, após se estabelecerem naquelas condições tenham apresentado comportamento semelhante aos de suas condições naturais, mantendo suas taxas de crescimento normais. As plantas da C1, após o transplante, ainda que estivessem experimentando maior disponibilidade de radiação em relação à C2, estas eram baixas e ainda que avaliações de variáveis morfológicas não tenham sido feitas, foi observado um aumento nítido na largura dos folíolos nesse tratamento que pode ser explicado pelos maiores valores encontrados de AF.

O número de folhas (NF), apesar de não ter sido uma variável significativa, se mostrou muito dinâmica no decorrer das avaliações, pois ao mesmo tempo em que novas folhas eram emitidas, folhas mais velhas senesciam, indicando que o ganho de carbono, ainda que pequeno, tenha sido devido às folhas emitidas no novo ambiente em que elas se encontravam.

Tabela 8 – Médias (\pm erro padrão) de altura, diâmetro e n° de folhas de mudas de *E. edulis*, aos 0, 120, 240 e 360 dias, sob três condições de atenuação da radiação luminosa incidente, mata em regeneração (MR) e ‘Cabruças’ 1 e 2 (C1 e C2).

| | MR | C1 | C2 |
|------------------|-------------------|-------------------|----------------------|
| 0 dias | | | |
| Altura | 5,28 \pm 0,43 | 4,69 \pm 0,37 | 5,03 \pm 0,42 B |
| Diâmetro | 4,12 \pm 0,21 | 3,65 \pm 0,16 | 4,24 \pm 0,12 |
| N° folhas | 2,21 \pm 0,10 | 2,21 \pm 0,09 | 2,14 \pm 0,09 |
| 120 dias | | | |
| Altura | 5,91 \pm 0,43 | 5,02 \pm 0,35 | 5,82 \pm 1,32 AB |
| Diâmetro | 4,30 \pm 1,21 | 3,93 \pm 0,19 | 3,80 \pm 0,15 |
| N° folhas | 1,95 \pm 0,12 | 2,06 \pm 0,13 | 1,85 \pm 0,13 |
| 240 dias | | | |
| Altura | 6,82 \pm 0,45 a | 5,34 \pm 0,35 b | 6,33 \pm 0,29 abAB |
| Diâmetro | 4,67 \pm 0,24 a | 3,71 \pm 0,18 b | 3,94 \pm 0,17 ab |
| N° folhas | 2,17 \pm 0,17 | 2,18 \pm 0,16 | 2,14 \pm 0,16 |
| 360 dias | | | |
| Altura | 7,50 \pm 0,50 | 6,13 \pm 0,17 | 6,82 \pm 0,27 A |
| Diâmetro | 5,23 \pm 0,30 a | 4,32 \pm 0,26 b | 4,39 \pm 0,16 ab |
| N° folhas | 2,33 \pm 0,16 | 2,24 \pm 0,19 | 2,57 \pm 0,18 |

**p < 0.01; * p < 0.05; e ns p \geq 0.05. Médias seguidas da mesma letra em minúscula na linha e em maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade.

As mudas utilizadas no experimento, classificadas por Conte et al. (2000) como pertencentes ao banco de plântulas e subdivididas nas classes: Classe I – plântulas com até 10 cm de altura de inserção no caule da folha mais jovem; Classe II – plantas com 11 a 50 cm de altura de inserção no caule da folha mais jovem; Classe III – plantas maiores de 50 cm de altura de inserção no caule da folha mais jovem, mas com estipe exposta a 1,30 m. Somente plântulas pertencentes à classe I foram utilizadas com a população reduzindo a cada avaliação onde ao final esta ficou reduzida a 46% do seu tamanho original, com menor sobrevivência encontrada para a C2, local mais sombreado, seguido da C1 e MR, sendo que não foram observadas diferenças entre as freqüências de sobrevivência entre os tratamentos pelo teste Qui-quadrado a 5%, aos 120, 240 e 360 dias (Tabela 9).

Tabela 9 – Percentuais de sobrevivência de mudas de *E. edulis*, aos 120, 240 e 360 dias após plantio, sob três condições de radiação luminosa incidente.

| Trat | 120 | 240 | 360 |
|------------------|------------|------------|------------|
| MR | 85 | 69 | 57 |
| C1 | 80 | 56 | 44 |
| C2 | 72 | 44 | 37 |
| Total (%) | 79 | 56 | 46 |

Mata em regeneração (MR) e 'Cabruças' 1 e 2 (C1 e C2).

5.4 Trocas gasosas

As variáveis fotossintéticas em radiação luminosa saturante ($RFA \geq 400 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), nos tr\u00eas ambientes (Figura 8) demonstram que a taxa fotossint\u00e9tica l\u00edquida (A) das plantas foi maior nas plantas sob maiores irradi\u00e2ncias sendo, na MR ($3,46 \pm 0,11$) e C1 ($3,24 \pm 0,10$), significativamente superiores e diferentes da C2 ($2,09 \pm 0,12$). Os baixos valores de A , encontrados para essa esp\u00e9cie, sugerem que a sua efici\u00eancia fotossint\u00e9tica \u00e9 muito baixa que podem estar associadas limita\u00e7\u00f5es como baixa condut\u00e2ncia estom\u00e1tica, al\u00e9m da radia\u00e7\u00e3o.

A condut\u00e2ncia estom\u00e1tica (g_s) foi maior nas plantas sob maior incid\u00eancia luminosa (MR e C1) com valores, respectivamente, de $0,03 \pm 0,0009$ e $0,03 \pm 0,0014$ diferindo significativamente de C2 (Figura 8). A maior taxa transpirat\u00f3ria (E) foi verificada na C1 ($0,49 \pm 0,02$), seguida de MR ($0,37 \pm 0,01$) e C2 ($0,24 \pm 0,01$), estatisticamente diferentes entre si ($p < 0,05$).

A efici\u00eancia intr\u00ednseca foi estatisticamente diferente e superior na C2 e a efici\u00eancia extr\u00ednseca foi estatisticamente diferente e superior para a MR e C2. A maior efici\u00eancia intr\u00ednseca observada na C2 \u00e9 uma resposta \u00e0s menores A e g_s , ao passo que a menor efici\u00eancia extr\u00ednseca observada na C1, deveu-se aos maiores valores de E .

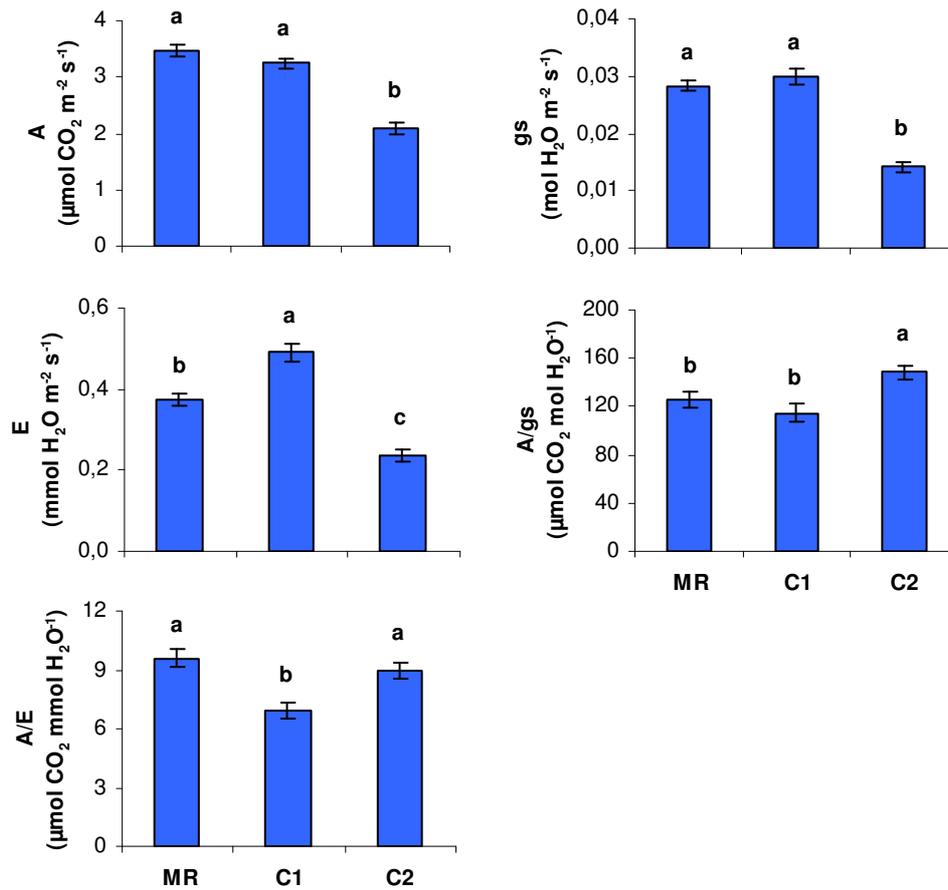


Figura 8 – Taxa fotossintética líquida (A), condutância estomática (g_s), taxa transpiratória (E), eficiência intrínseca de uso da água (A/g_s) e eficiência instantânea de uso da água (A/E) de *E. edulis*, em mata em regeneração (MR) e ‘Cabucas 1 e 2 (C1 e C2), aos 332 dias após plantio. Valores médios de três repetições (\pm erro padrão).

5.5 Parâmetros derivados da curva de luz

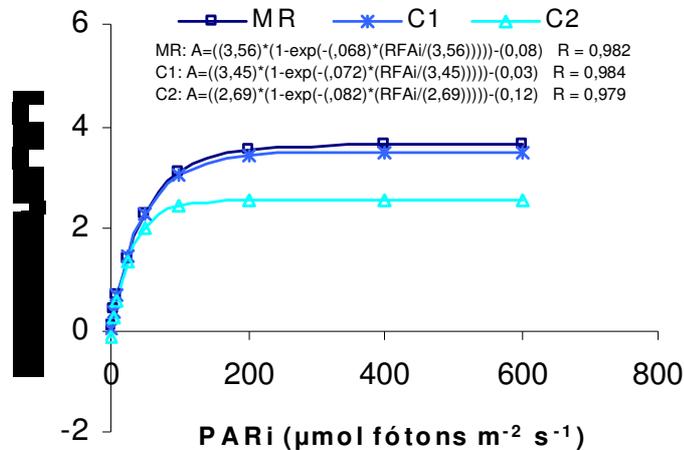


Figura 9 – Curvas de resposta da taxa fotossintética líquida (A) à radiação fotossinteticamente ativa (RFA) para *Euterpe edulis*, em mata em regeneração (MR) e ‘Cabruças’ 1 e 2 (C1 e C2), aos 332 dias após plantio. Valores médios de três repetições (\pm erro padrão).

Dentre os parâmetros estimados (A_{max} , α , R_d , Γ_{RFA} e I_s) derivados das curvas de saturação de luz para *E. edulis* (Figura 9, 10) apenas a fotossíntese máxima (A_{max}) diferiu estatisticamente entre os tratamentos ($p < 0,05$). As taxas de fotossíntese líquida saturada pela irradiância (A_{max}) de plantas de *E. edulis* foram 3,56, 3,45 e 2,69 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ para MR, C1 e C2, respectivamente, aonde MR e C1 diferiram estatisticamente de C2, mostrando que houve uma tendência a ser maior sob maior irradiância.

Os valores de eficiência quântica aparente (α) encontrados foram $0,07 \pm 0,007$, $0,07 \pm 0,004$ e $0,06 \pm 0,008$, respectivamente, para MR, C1 e C2. As taxas respiratórias na ausência de luz (R_d), quando comparadas com espécies de mesma posição sucessional, foram muito baixas. Os valores de R_d encontrados foram $0,069 \pm 0,019$ para a MR, $0,105 \pm 0,013$ para a C1 e $0,115 \pm 0,020$ na C2.

A irradiância de saturação mais baixa encontrada para *E. edulis* Mart. é coerente com a posição sucessional que ocupa e foi bastante inferior quando comparado a outras palmeiras. O valor médio verificado na MR foi $135 \pm 14,84$, $124 \pm 7,00$ na C1 e $109,33 \pm 13,38$ na C2. Respostas semelhantes foram encontradas para irradiância de compensação (Γ_{RFA}), aonde a MR apresentou valores médios de $1,00 \pm 0,19$, $1,51 \pm 0,22$ na C1 e $1,95 \pm 0,40$.

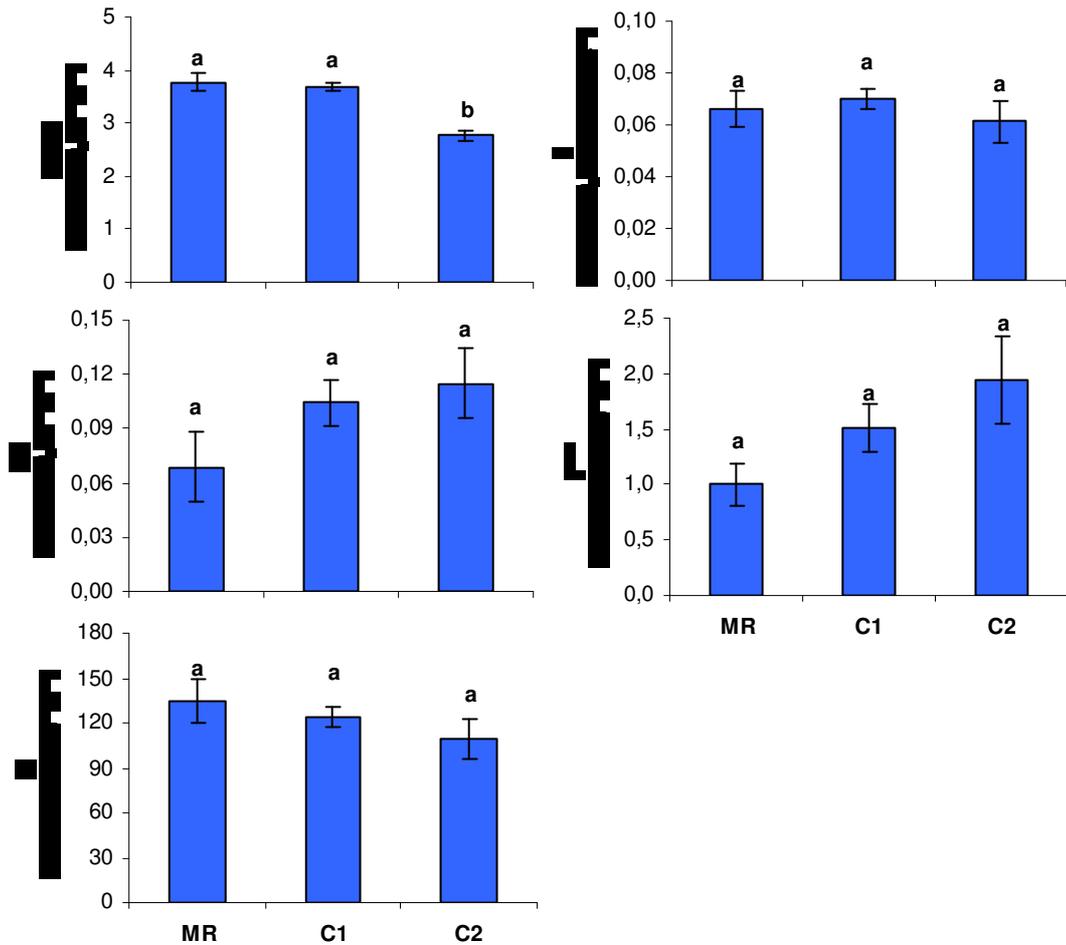


Figura 10 – Parâmetros estimados derivados das curvas de saturação de luz (A_{max} , α , R_d , Γ_{RFA} e I_S) de *Euterpe edulis*, em mata em regeneração (MR) e ‘Cabruca’ 1 e 2 (C1 e C2), aos 332 dias após plantio. Valores médios de três repetições (\pm erro padrão).

5.6 Estimativa de pigmentos cloroplastídicos

O índice SPAD do teor de clorofila tendeu a aumentar com o aumento do sombreamento e todos os ambientes diferiram estatisticamente entre si ($p < 0,05$) (Figura 11).

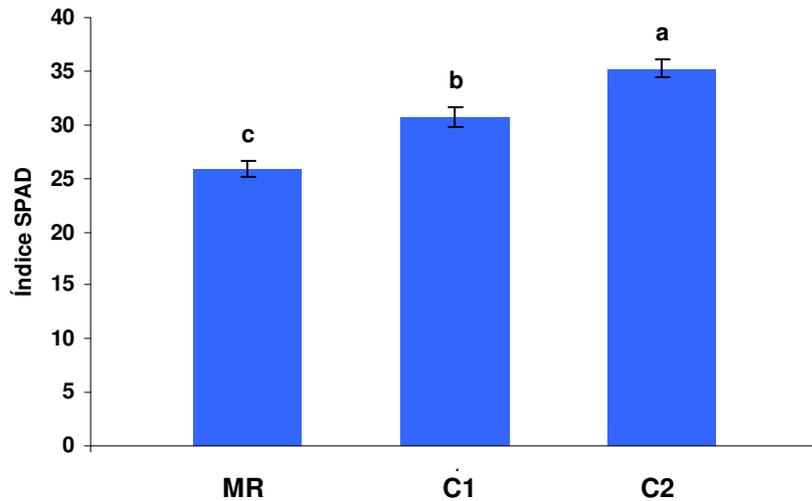


Figura 11 – Índice SPAD do conteúdo de clorofila em mata em regeneração (MR) e 'Cabucas' 1 e 2 (C1 e C2).

5.7 Produção de serapilheira

O material predominantemente depositado sobre o solo consistiu de folhas de *Nectandra membranacea* (Swartz) Griseb. (loro-sabão) e, com menor ocorrência, *Michaerium hirtum* (Vell.) Stellfeld (sete casacas), *Stryphnodendron pulcherrimum* (Willd) Hochr (caubí), *Spondias venulosa* Mart. Ex Engl. (cajá) no tratamento de mata em regeneração. *Theobroma cacao* (cacau) e, com menor ocorrência *Nectandra membranacea* (Swartz) Griseb. (loro-sabão), *Spondias venulosa* Mart. Ex Engl. (cajá), *Stryphnodendron pulcherrimum* (Willd) Hochr (caubí) no tratamento 'Cabruca' 1, e folhas de *Theobroma cacao* (cacau) e, com menor ocorrência, *Nectandra membranacea* (Swartz) Griseb. (loro-sabão), *Erythrina poeppigiana* (Walp.) O.F.Cook (mulungu) e *Cecropia glazioui* (embaúba) no tratamento 'Cabruca' 2. *Artocarpus heterophyllus* (jaca) esteve presente em todos os tratamentos, porém de forma mais pronunciada no tratamento MR. Essa última apesar de não ser nativa, é bastante encontrada em áreas que já sofreram algum tipo de perturbação. A produção anual de serapilheira foi estimada em 8.809 kg ha⁻¹ para a MR e 9.039 e 7.549 kg ha⁻¹ para os sistemas 'cacau-cabruca', respectivamente, C1 e C2.

Considerando a produção mensal de serapilheira, foram observadas diferenças altamente significativas para os fatores ambiente e época observados isoladamente e também quando da interação desses (CV = 35,93) (Tabela 10).

Tabela 10 – Resumo da ANOVA para produção mensal de serapilheira.

| FV | GL | SQ | QM | Fc | p (<F) | |
|------------|------|-------|------|-------|------------|-----|
| Trat | 2 | 1395 | 697 | 7,52 | 0,000658 | *** |
| Época | 11 | 45106 | 4101 | 44,19 | 2,20E - 16 | *** |
| Trat:Época | 22 | 14194 | 645 | 6,95 | 2,20E - 16 | *** |
| Resíduo | 288 | 26724 | 93 | | | |
| CV (%) | 35,9 | | | | | |

*** p < 0.001; ** p < 0.01; * p < 0.05; e ns p ≥ 0.05.

Pelo teste de Tukey (p < 0,05) e considerando a época como fator principal é possível inferir que estes diferiram estatisticamente entre si, sendo junho/2008 e novembro/2008 os meses de maior produção e mais contrastantes, diferindo até mesmo entre si e todos os outros meses avaliados. Considerando-se o efeito principal do fator ambiente é possível afirmar que a C2 apresentou os menores valores e

diferiu estatisticamente dos demais ambientes. Avaliando as épocas para cada tratamento isoladamente, é possível observar que a produção de serapilheira é bastante variável ao longo do ano, sendo a C2 o ambiente que possui distribuição mais homogênea, e para MR e C1 as maiores produções foram observadas em junho/2008 e novembro/2008. Para as demais épocas do tempo, a produção de serapilheira variou entre 400 e 800 kg ha⁻¹. (Figura 12).

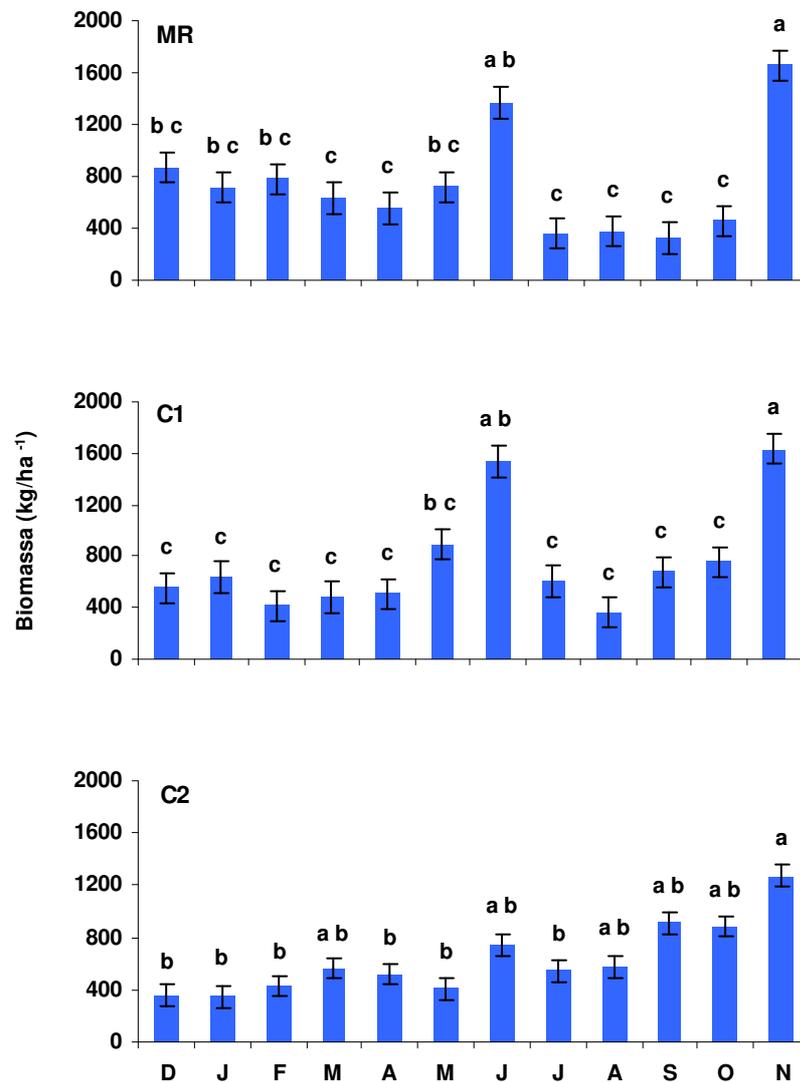


Figura 12 – Produção mensal de serapilheira em três ambientes florestais: mata em regeneração (MR) e ‘Cabucas’ 1 e 2 (C1 e C2). Média (\pm erro padrão).

Os maiores teores médios, em g kg^{-1} , de nutrientes verificados nos sistemas foi observado para o Nitrogênio, porém os valores referentes ao aporte de nutrientes provenientes da serapilheira entre os tratamentos, só foi significativo ($p < 0,05$) para o potássio (K) com maior disponibilidade deste nas 'Cabruças' (Tabela 11).

Tabela 11 - Valores médios (\pm erro padrão) de teores dos nutrientes N, P, K (g kg^{-1}) contidos na serapilheira nos ambientes de mata em regeneração (MR) e 'Cabruças' 1 e 2 (C1 e C2).

| | MR | C1 | C2 | p (<F) |
|----------|---------------|-----------------|-----------------|--------------|
| N | 9,0 \pm 1,0 | 7,8 \pm 2,6 | 13,4 \pm 2,9 | 0,053915 ns |
| P | 0,4 \pm 0,3 | 0,2 \pm 0,1 | 0,4 \pm 0,0 | 0,543491 ns |
| K | 0,6 \pm 0,0 | b 1,9 \pm 0,6 | a 1,6 \pm 0,0 | a 0,006592 * |

$p < 0.05$; e ns $p \geq 0.05$. Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Considerando a produção acumulada de serapilheira, foram observadas diferenças significativas ($p < 0,001$) para os fatores ambiente e época observados isoladamente ($CV = 24,9$) (Tabela 12).

Tabela 12 – Resumo da ANOVA para produção acumulada de serapilheira.

| FV | GL | SQ | QM | Fc | p (<F) |
|-------------------|------|---------|--------|--------|----------------|
| Trat | 2 | 156774 | 78387 | 52,48 | 2,20E - 16 *** |
| Época | 11 | 2643550 | 240323 | 160,90 | 2,20E - 16 *** |
| Trat:Época | 22 | 35762 | 1626 | 1,09 | 0,3584 |
| Resíduo | 288 | 430150 | 1494 | | |
| CV (%) | 24,9 | | | | |

*** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$; e ns $p \geq 0.05$.

Todos os ambientes foram estatisticamente diferentes entre si. O aporte de serapilheira ao longo do período de um ano (Figura 13) demonstra a menor produção ocorrendo na C2. Durante quase todo o período do ano a produção de serapilheira acumulada foi superior na MR (dez/2008 a set/2009), porém nos meses de out/2009 e nov/2009 a C1 superou a MR. As espécies que mais contribuíram para a produção de serapilheira nos ambientes de 'Cabruca' foi *Theobroma cacao* (cacau) e na mata em regeneração, *Nectandra membranacea* (Swarts) Griseb. (loro-sabão), que apesar de

ser uma espécie perenifólia, mostrou grande produção durante todo o ano, e *Artocarpus heterophyllus* (jaca), ambas coriácias.

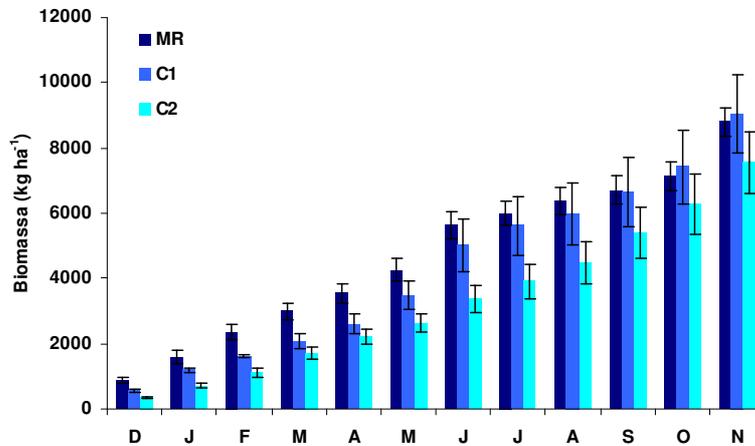


Figura 13 - Produção acumulada de serapilheira em três ambientes florestais ao longo de um ano: mata em regeneração (MR) e ‘Cabruças’ 1 e 2 (C1 e C2).

A taxa de decomposição (K) da serapilheira representando o tempo de meia vida, ou o tempo necessário para ocorrer a decomposição de 50% da mesma, foi 1,88 para MR, 2,12 e 2,28 para C1 e C2, respectivamente (Tabela 12). Nas ‘Cabruças’ há um retorno mais rápido dos nutrientes em relação à mata em regeneração devido ao seu menor tempo de meia vida.

Tabela 13 - Taxa de decomposição de serapilheira nos ambientes de mata em regeneração (MR) e ‘Cabruças’ 1 e 2 (C1 e C2).

| | L | | K | T _{0,5} |
|-----------|---------------------|--------|------|------------------|
| | X | | | |
| | kg ha ⁻¹ | | | |
| MR | 8808,7 | 4689,1 | 1,88 | 0,4 |
| C1 | 9039,4 | 4266,4 | 2,12 | 0,3 |
| C2 | 7548,6 | 3305,6 | 2,28 | 0,3 |

L: Produção anual de serapilheira; X: média anual de serapilheira acumulada; K: coeficiente de decomposição; T_{0,5}: tempo de meia vida da serapilheira.

6. DISCUSSÃO

Os picos de radiação luminosa são muito importantes para o processo fotossintético das plantas no sub-bosque, demonstrando que a maior ocorrência destes resulta em maior taxa de assimilação de CO_2 (PEZZOPANE et al., 2003). Os 'sunflecks' são extremamente heterogêneos, podendo variar de segundos a minutos de duração. Para as plantas que vivem no sub-bosque, o número de 'sunflecks' assim como sua duração é de grande importância, provocando uma resposta fisiológica das plantas em função dessa heterogeneidade (NAUMBURG e ELLSWORTH, 2002). A irradiância medida por um sensor não corresponde somente à luz solar direta, que foi por ele capturada, mas, também à luz transmitida e refletida proveniente de várias outras fontes situadas à volta do sensor. Portanto, a intensidade medida por um sensor dependerá das características espectrais, do conteúdo energético e das proporções relativas de todas as radiações provenientes de todas as fontes por ele capturadas, razão pela qual, áreas como o sub-bosque, o dossel e as clareiras apresentam regimes de luz muito distintos entre si (SILVA, 2007). Ribas (2006) verificou em sub-bosque valor total diário de radiação de $0,86 \text{ mol m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ e Lavinsky (2009) encontrou valor médio de $1,26 \text{ mol m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$. Os intervalos de radiação chegando em cada tratamento têm uma relação direta com a irradiância de saturação com que as plantas irão atingir a fotossíntese máxima, pois reflete os valores máximos de radiação solar aos quais as folhas de uma planta foram expostas durante o seu desenvolvimento.

Geralmente, os períodos de mudança dos fatores climáticos ambientais estão relacionados aos cursos anuais e diários de radiação. O período do dia é o período de calor e radiação e o período noturno é aquele de resfriamento. Assim, o fotoperiodismo é acompanhado, com certo atraso, pelo termoperiodismo. Isso acontece porque o horário mais quente do dia não ocorre quando o sol está a pino e sim um pouco mais tarde e a temperatura mínima se dá após o fim da noite (LARCHER, 2006). Ribas (2006) verificou valores de temperatura do ar no sub-bosque variando de 19 a 25 °C. A importância da umidade para o funcionamento das

plantas é dupla. Primeiramente, determina a taxa de perda de água pela transpiração; segundo, a umidade tem um efeito direto sobre os estômatos de muitas plantas, de modo que os estômatos tendem a fechar quando o ar está seco restringindo perda de água, mas também reduzindo a assimilação de CO₂ (JONES, 1993).

A quantidade da radiação interceptada pela floresta é determinada por características da copa, assim como pela localização e pelo tamanho das clareiras existentes no dossel (HARDY et al., 2004). A abertura e reconstrução do dossel fornecem uma dinâmica espacial dentro da floresta com alterações na quantidade de luz e suas variáveis associadas (BERG e SANTOS, 2003) e temporal (WIRTH, 2001) contribuindo para a heterogeneidade de radiação no sub-bosque e no solo das matas. Pinheiro (2007) verificou porcentagem total de abertura do dossel em área de Floresta Atlântica (base e topo) variando de 3,1 a 7,7% e em área de 'Cabruca' de 2,5 a 6,1%.

Lavinsky (2009) estudando a espécie *E. edulis*, que observou maiores valores de MSR e MST nas plantas transferidas para uma clareira. Illenseer e Paulilo (2002) consideram que a maior TAL e o menor RAF sob maior irradiância se dão em função da plasticidade das plantas em aumentar a TAL sob maior irradiância. Nakazono et al. (2001), estudando o crescimento inicial de *E. edulis* em diferentes condições de luminosidade observaram que plantas sob maior nível de luz direta (20%) apresentaram maior biomassa, maiores taxas de crescimento e maior razão raiz/parte aérea do que as plantas recebendo 2% ou 6% da luz solar direta, sugerindo que baixa irradiância é um fator limitante para o crescimento de *E. edulis*. A TAL reflete a capacidade da espécie em adequar seu maquinário fotossintético ao aumento de irradiância, mecanismo este que implica na resposta à aclimação das plantas (BUNGARD et al., 2000).

E. edulis apresentou limitação do crescimento nas condições de menor luminosidade, porém com capacidade de manter taxa de crescimento positiva devido à sua capacidade de se ajustar de forma a aumentar a captação de luz (Illenseer e Paulilo, 2002). E o seu potencial para crescer sob maior disponibilidade de irradiância, demonstra a sua capacidade de aclimação nestas condições, porém sob condições de pleno sol seu crescimento é limitado (TSUKAMOTO FILHO et al., 2001).

A produção de biomassa pelas culturas está relacionada à quantidade de radiação fotossinteticamente ativa interceptada e absorvida pelas folhas, bem como à

eficiência com que estas convertem a energia radiante em energia química, pela fotossíntese (RADIN et al., 2003). Souza e Válio (2003) verificaram para as espécies clímax *Ficus guaranitica* Schodat, *Esenbeckia leiocarpa* Engl., *Pachystroma longifolium* (Nees) I.M.Johns, *Myroxylon peruiferum* L. f. e *Hymenaea courbaril* L. um incremento no acúmulo de matéria seca total e também um aumento da área foliar com o aumento na disponibilidade de luz.

Os valores médios de NF foram semelhantes aos encontrados por Tsukamoto Filho et al. (2001) aos 18 e 30 meses em consórcios com eucalipto e mata secundária, que embora com poucas folhas funcionais, estes consideraram suficientes para manter as taxas fotossintéticas a níveis que permitiram o crescimento em diâmetro à altura do colo das plantas.

A capacidade da planta em interceptar a radiação solar e efetuar trocas gasosas com o ambiente está condicionado a área foliar, devido à estreita correlação entre esta com as taxas fotossintéticas e a transpiração das plantas, constituindo-se assim em importante indicativo da produtividade das culturas (GUIMARÃES et al., 2002). Modificações nos níveis de luminosidade ao qual uma espécie está aclimatada podem condicionar diferentes respostas fisiológicas em suas características bioquímicas, anatômicas e de crescimento (ATROCH et al., 2001).

Em espécies que se desenvolvem em ambientes sombreados, é comum observar uma baixa plasticidade fisiológica, da maquinaria fotossintética, em resposta à disponibilidade de luz (NIINEMETS, 2007). Segundo Bazzaz e Pickett (1980) as espécies que se desenvolvem sob o dossel possuem um metabolismo que opera constantemente para manter o organismo continuamente adaptado aos baixos níveis de luz e recursos. Porém, por outro lado, as que dependem de clareiras possuem maior flexibilidade metabólica e por isso tem maior capacidade de responder às variações ambientais.

Segundo Nodari et al. (1999), o número de folhas de *E. edulis* não é a característica mais indicada para representar diferenças no crescimento de plantas quando submetidas a diferentes níveis de luz, pois há continuamente, queda e emissão de novas folhas. Segundo Sousa e Jardim (2007) a produção foliar do açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) está diretamente relacionada com a disponibilidade de luz e água no ambiente, com a fertilidade do solo e com a capacidade fotossintética da planta, assim como a produção e distribuição dos fotoassimilados para as diversas estruturas vegetais.

Tsukamoto Filho et al. (2001) constataram que o déficit hídrico e a alta luminosidade provocaram aumento na perda foliar de *E. edulis* plantado em capoeira, contribuindo para o menor crescimento da planta.

Os resultados de sobrevivência corroboram com os de Conte (2000), que encontrou elevada taxa de mortalidade para plântulas pertencentes à classe I. Para Aguiar et al. (1992) a competição por água, nutrientes e luminosidade, aliada a um crescimento inicial bastante lento, são alguns dos fatores responsáveis pela alta mortalidade, que pode ser igualmente confirmada pela redução no número de plantas a partir da segunda avaliação. As causas da mortalidade podem ser atribuídas a diversos fatores como herbivoria, queda de folhas do dossel, doenças, competição intra e interespecífica e também por fatores abióticos como luminosidade, fertilidade do solo, precipitação e temperatura aliado à fragilidade dessas plantas nesse estágio de crescimento (CONTE, 2000).

Nakazono et al. (2001) verificaram em plantas de *E. edulis* que os teores de clorofila tenderam a ser menores sob maior irradiância. Folhas de sombra possuem, geralmente, maior concentração de clorofilas em relação às crescidas sob pleno sol (ALVARENGA et al., 2003) devido ao constante processo de síntese e degradação, sendo que sob intensa radiação o processo degradativo ocorre de forma pronunciada, enquanto sob condições de sombreamento, as concentrações de clorofilas tendem a aumentar.

A taxa fotossintética líquida para *E. edulis*, quando comparada a outras palmeiras é considerada baixa, indicando assim que, além da radiação, outras limitações podem estar associadas às baixas taxas fotossintéticas encontradas. Plantas de buriti (*Mauritia vinifera* Mart.) mantidas em casa de vegetação sob radiação fotossinteticamente ativa em torno de $450 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ apresentaram fotossíntese líquida (*A*) média de $5,5 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1}$ em plantas mantidas sem irrigação (CALBO E MORAES, 1997), $5,64$ e $5,90 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, respectivamente, em plantas de buriti inundadas e controle (CALBO et al., 1998) e $10,1 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ em pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth) submetida à irrigação (OLIVEIRA et al., 2002).

Gomes et al. (2008) encontraram para o coqueiro verde (*Cocos nucifera* L. 'nana') taxas fotossintéticas de $11,8$, $14,0$ e $13,1 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ durante três ciclos em condições bem hidratadas. A taxa de assimilação líquida de carbono (*A*) é determinada pelas características bioquímicas, fisiológicas e morfológicas da

maquinaria fotossintética (DE LUCIA et al., 2003) e varia com as condições do ambiente durante o crescimento, como irradiância, temperatura e suprimento de água e nutrientes (MOHOTTI e LAWLOR, 2002).

Os valores de g_s foram semelhantes aos encontrados por Lavinsky (2009), avaliando as trocas gasosas de *E. edulis* em ambiente de 'Cabruca' sob valores de $600 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2}\text{s}^{-1}$ de irradiância. De fato, menor A pode estar associada a uma menor g_s implicando em elevação da eficiência intrínseca do uso da água (A/g_s) na C2, resultados semelhantes aos encontrados por Machado Filho et al. (2006) para o mamão (*Carica papaya* L.) avaliado no período seco. Ainda, esses autores consideram que o mecanismo estomático, por meio da ação estomática à difusão de vapor, é o alvo primário de resposta à fase inicial de ação dos fatores ambientais sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas devido ao comprometimento na assimilação fotossintética do carbono e na taxa de transpiração. Por outro lado, Fetcher et al. (1983) consideram que a menor condutância estomática encontrada em folhas crescidas em condições de baixa irradiância pode ocorrer em resposta à menor densidade de estômatos encontrada em folhas desenvolvidas sob condições de sombreamento.

Os valores de E encontrados neste trabalho foram semelhantes aos verificados por Lavinsky (2009) para a mesma espécie estudada. Segundo Young et al., (1997) a resposta da condutância estomática está relacionada à E . Calbo et al. (1998) encontraram taxas médias de E de 2,07 e 2,13 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ em plantas de buriti (*Mauritia vinifera*), respectivamente, inundadas e controle. O controle estomático da transpiração é um mecanismo utilizado por diferentes espécies para restringir a perda de água e superar períodos de seca (LIBERATO et al., 2006)

A_{max} caracteriza o comportamento das espécies vegetais em relação à utilização da radiação. Essa medida é obtida através da exposição da planta a curvas de resposta a luz, onde a fotossíntese é medida em irradiâncias variáveis (STRAUSS-DEBENEDETTI & BAZZAZ, 1991). Uma melhor utilização dos recursos e, conseqüentemente, os maiores ganhos fotossintéticos foram obtidos pelas plantas sob a MR, seguido da C1 e C2.

Valladares et al. (1997), estudando a resposta fotossintética à dinâmica da luz em espécies da floresta tropical, observaram que *Psychotria marginata*, *P. limonensis* e *P. acuminata* (espécies de sub-bosque) apresentaram valores de A_{max} de 4,8, 4,9 e

3,9 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, respectivamente, e a média de A_{max} foi quatro vezes maior em *Iseritia haekeniana* (espécie de clareira) do que nas demais.

A porção linear da curva de resposta da taxa fotossintética líquida (A) descreve a taxa de ganho líquido de carbono em função da luz absorvida para uma folha operando a uma máxima eficiência fotossintética. Um valor máximo de α da ordem de 0,111 mol CO_2 fixado por mol de fótons absorvidos para plantas com mecanismo fotossintético C_3 serve como um importante limite máximo para a eficiência fotossintética (SKILLMAN, 2008). *Psychotria marginata*, *P. limonensis* e *P. acuminata* (espécies de sub-bosque) apresentaram valores de α de 0,057, 0,048 e 0,055 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, respectivamente (VALLADARES et al., 1997).

Valladares et al. (1997) observaram R_d de 0,35, 0,41 e 0,45 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ para *Psychotria marginata*, *P. limonensis* e *P. acuminata* (espécies de sub-bosque) sendo que as médias de R_d foram três vezes maiores em *Iseritia haekeniana* (espécie de clareira).

Smith (1989) encontrou I_s para a palmeira *Elaeis guineensis* de 500 $\mu\text{mol fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Calbo e Moraes (1997), 655 $\mu\text{mol fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ em plantas de buriti (*Mauritia vinifera* Mart.) e I_s de 487 $\mu\text{mol fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ em plantas de açai (*Euterpe oleracea* Mart.) (Calbo e Moraes, 2000).

A irradiância de compensação (Γ_{RFA}) também foi considerada baixa comparando-se a mudas de buriti (*Mauritia vinifera* Mart.), que apresentaram Γ_{RFA} de 17,05 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (CALBO E MORAES, 1997) e mudas de açai (*Euterpe oleracea* Mart.) com Γ_{RFA} de 18,1 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Características típicas de folhas de sombra, como baixos valores de Γ_{RFA} foram observados mesmo para as plantas do tratamento sob maior irradiância.

Uma eficiente atividade fotossintética é necessária para alta produção de biomassa na planta. Contudo, fatores abióticos (luz, água, CO_2 e nutrientes) e fatores fisiologicamente controlados (condutância estomática, transpiração) podem influenciar seriamente esta atividade (GONÇALVES et al., 2005).

Santana et al. (1990) obtiveram produção de serapilheira em plantações de cacau variando entre 2.571 kg ha^{-1} e 8.829 kg ha^{-1} ao passo que Corrêa et al. (2006) encontraram valores, para o cacauzeiro com três anos de idade sombreado com gliricídea, da ordem de 1,16 t ha^{-1} . Os valores para MR foram semelhantes aos encontrados por Arato et al. (2003) em um sistema agroflorestal composto por

espécies arbóreas, da ordem de $10.165 \text{ kg ha}^{-1}$. A idade das plantas é um fator que pode explicar as diferenças de produção entre um mesmo sistema, visto que as plantações de cacau da UESC são bastante antigas e a renovação foliar é muito grande.

A maior produção verificada em junho/2008 e novembro/2008 pode ter se dado em função de um período de chuva após longo período de seca, apresentando padrão de resposta semelhante aos encontrados em florestas estacionais semideciduais. A quantidade de serapilheira produzida nos ecossistemas de florestas tropicais, nas diferentes épocas do ano, depende do tipo de vegetação considerado (LEITÃO-FILHO et al., 1993). A elevada deposição de folhas em florestas que apresentam distúrbios deve-se ao rápido crescimento e renovação foliar das espécies pioneiras, canalizando os fotoassimilados em um primeiro momento à produção vegetativa (MARTINS e RODRIGUES, 1999).

Diferenças na produção de serapilheira entre trechos próximos podem estar relacionadas aos diferentes graus de perturbação que são encontrados dentro de um mesmo tipo florestal (WERNECK et al., 2001), podendo explicar o que aconteceu entre as 'Cabruças', onde a maior produção na C1 talvez deveu-se ao maior ataque dos cacauzeiros pela vassoura-de-bruxa, ocorrendo a queda não apenas de uma ou outra folha, mas de um galho todo. A menor produção ocorrendo na C2 pode ser explicada pelo menor quantidade de espécies na área e pela menor queda de folhas de cacauzeiros pelo fato de não apresentar ramos infectados pela vassoura de bruxa, ao contrário da C1, assim como pela pequena contribuição em biomassa do material vegetal da espécie *Erythrina poeppigiana* (mulungu), que possui folhas bastante finas.

Gomes et al. (2006) observaram maior deposição de folíolos de *Caesalpinia echinata* no final da estação seca e início da chuvosa. Comportamento semelhante foi observado neste trabalho, pois as maiores produções (junho e novembro) se deram nos meses com elevada precipitação posterior a um mês seco (maio e outubro), em especial na MR e C1. Nas florestas tropicais estacionais, é esperada maior produção de serapilheira no final do período seco, ocasionada pelo déficit hídrico nesta época (CESAR, 1993). Werneck et al., (2001) verificaram em uma floresta semidecídua que o mês de maior produção de serapilheira coincidiu com o final do período seco e o início do período chuvoso e que a maior produção de serapilheira está condicionada à formação de um dossel mais desenvolvido. A maior deposição da fração foliar no final da estação seca pode ser uma resposta da vegetação o estresse hídrico, já que a

derrubada das folhas reduziria a perda de água por transpiração (HERBOHN e CONGDON, 1993; MARTINS e RODRIGUES, 1999).

Corrêa et al. (2006) observaram ainda que a maior deposição ocorreu no período seco. Neste trabalho foi observado que a maior produção no mês de novembro, para todos os tratamentos, se deu em um mês com elevada precipitação após um período de seca, exceto para C2 que também apresentou altas produções nos meses de setembro e outubro, meses com uma das menores precipitações do ano. O mês de junho também apresentou uma elevada produção para todos os tratamentos, coincidindo também com elevada precipitação após período de seca.

A serapilheira atua na superfície do solo como um sistema de entrada e saída de nutrientes ao ecossistema, através dos processos de produção e decomposição, sendo importante na restauração da fertilidade do solo em áreas em início de sucessão ecológica (EWEL, 1976). Esta contribui de alguma forma, com o fornecimento de nutrientes e, conseqüentemente, para o crescimento das mudas de *E. edulis* sob maiores irradiâncias, visto que a ação do processo de decomposição sobre a serapilheira proporciona a ciclagem dos nutrientes e dados de Illenseer e Paulilo, 2002, observando o crescimento de mudas de *E. edulis* sob diferentes dosagens dos nutrientes N e P, confirmaram que sob alta irradiância houve aumento da TAL e do crescimento em maior suprimento conjunto dos nutrientes, o que não aconteceu para as plantas sob menor irradiância. Os mesmos autores puderam concluir que a variação natural desses nutrientes no campo tem pouca influência no crescimento e sobrevivência das plântulas desta espécie sob o dossel fechado da floresta, mas podem influenciar o crescimento e estabelecimento da espécie em condições de clareira, onde a irradiância é mais alta. No sistema solo-planta, os nutrientes estão em estado de transferência contínuo e dinâmico, em que as plantas retiram os nutrientes do solo, utilizam nos processos metabólicos e retornam para o solo naturalmente como liteira (CORRÊA et al., 2006). Quanto maior o coeficiente de decomposição (K), mais rápida a velocidade de decomposição da camada de serapilheira e, conseqüentemente, a liberação de nutrientes para o solo (Olson, 1963).

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados encontrados é possível considerar que as variáveis microclimáticas (temperatura, umidade relativa do ar e radiação fotossinteticamente ativa) têm importante papel no crescimento, sobrevivência e trocas gasosas de *E. edulis*, visto que a modificação em uma variável interfere todas as outras e, conseqüentemente, sobre o metabolismo e assimilação de carbono das plantas.

As respostas encontradas para o crescimento inicial, as trocas gasosas, e os parâmetros derivados da curva de luz e, permitem inferir que *E. edulis* apresenta capacidade para se aclimatar a ambientes com condições de maior disponibilidade de radiação em relação às suas condições naturais, sob sombreamento. Porém, ainda que mantenha taxa de crescimento positiva sob maiores irradiâncias, estas são muito baixas, característica de espécies do estrato médio da floresta. Portanto, a MR seria o local mais indicado para o plantio de *E. edulis*. Da mesma forma, o raleamento da 'Cabruca' poderia favorecer a espécie.

O padrão de deposição de serapilheira na mata em regeneração e 'Cabruças' é semelhante ao encontrado em florestas estacionais semidecíduais, ocorrendo durante todo o ano, porém com maior produção sempre após período de seca e a serapilheira produzida, após passar por processos de decomposição, atua no aporte de nutrientes. Ainda, nas 'Cabruças' a velocidade de decomposição da serapilheira é mais rápida do que na mata em regeneração, permitindo rápido retorno dos nutrientes ao solo.

8. REFERÊNCIAS

- AGUIAR, F.F.A.; SILVA-FILHO, N.L. da. Observações sobre o comportamento de *Euterpe edulis* Mart. (palmito doce) em Mata Ciliar. **Anais**, II Congresso Nacional sobre Essências Nativas. 1992.
- ALADOS, I.; FOYO-MORENO, I.; ALADOS-ARBOLEDAS. Photosynthetically active radiation: measurements and modeling. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v.78, n.1-2, p.121-131, 1996.
- ALVARENGA, A.A. et al. Effects of different light levels on the initial growth and photosynthesis of *Croton urucurana* Baill. In southeastern Brazil. Revista **Árvore**, Viçosa, v.27, n.1, p.53-57, 2003.
- ANDERSON, M. C. Studies of the Woodland Light Climate. Cambridge. **Journal of Ecology**, v. 52, n. 3, p. 643 - 663, 1964.
- ARATO, H.D., MARTINS, S.V. e FERRARI, S.H.S. Produção e decomposição de serapilheira em um sistema agroflorestal implantado para recuperação de área degradada em Viçosa-MG. **R. Árvore**, v.27, n.5, p.715-721, 2003.
- ARAÚJO, M. et al. **A Mata Atlântica do Sul da Bahia. Situação atual, ações e perspectivas**. (Série Cadernos da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, 8), São Paulo: Instituto Florestal do Estado de São Paulo, 35p. ,1998.
- ATROCH, E.M.A.C. et al. Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forficata* Link. submetidas a diferentes condições de sombreamento. **Ciência e Agrotecnologia**, v.25, p.853-862, 2001.
- BAZZAZ, F. A. & PICKETT, S. T. A. Physiological ecology of tropical succession: a comparative review. **Annual Review of Ecology and Systematics** v.11, p.287-310, 1980.
- BERG, E.V.D. & SANTOS, F.A.M. Aspectos da variação ambiental em uma floresta de galeria em Itutinga, MG, Brazil. **Ciência Floresta**, v.13, n.2, p.83-98. 2003.
- BORÉM, R.A.T.; RAMOS, D.P. Variação estacional e topográfica de nutrientes na serapilheira de um fragmento de Mata Atlântica. **Revista Cerne**, v.8, n.2, p.42-59, 2002.
- BOVI, L.L.A. et al. Densidade de plantio de palmiteiro em consórcio com seringueiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.25, n.7, p.1023-1029, 1990.
- BOVI, M. L. A.; GODOY-JUNIOR, G.; SAES, L.A. Pesquisas com os gêneros *Euterpe* e *Bactris* no Instituto Agrônomo de Campinas. **Agrônomo**, v. 39, p. 129-174. 1987.
- BUNGARD, R.A; PRESS, M.C. E SCHOLLES, J.D. The influence of nitrogen on rain forest dipterocarp seedlings exposed o a large increase in irradiance. **Plant, Cell and Environment**, v.23, p. 1183-1194, 2000.

- CALBO, M.E.R. e MORAES, J.A.P.V. Fotossíntese, condutância estomática, transpiração e ajustamento osmótico de plantas de buriti submetidas a estresse hídrico. **Rev. bras. Fisiol. Veg.**, v.9, n.2, p.117-123, 1997.
- CALBO, M.E.R.; MORAES, J.A.P.V. e CALBO, A.G. Crescimento, condutância estomática, fotossíntese e porosidade do buriti sob inundação. **Rev. bras. Fisiol. Veg.**, v.10, p.51-58, 1998.
- CALBO, M.E.R. e MORAES, J.A.P.V. Efeitos da deficiência de água em plantas de *Euterpe oleracea* (açai). **Revta brasil. Bot.**, v.23, n.3, p.225-230, 2000.
- CALVI, G.P., TERRA, G., PINÃ-RODRIGUES, F.C.M. Germinação e estabelecimento de sementes de *Euterpe edulis* – Mart em Floresta Ombrófila Densa Montana no município de Miguel Pereira. **Rev. Univ. Rural**, Seropédica, RJ, EDUR, vol.24, n.1, p. 107-113, 2004.
- CAMPBELL, G.S., NORMAN, J.M. The description and measurement of plant canopy structure. In: RUSSEL, G.; MARSHAL, B.; JARVIS, P.G. (eds.). **Plant canopies: their growth, form and funtion**. Cambridge: University Press. p.1-19, 1989.
- CARPANEZZI, A.A. Espécies para recuperação ambiental. In: Seminário “Espécies não tradicionais para plantios com finalidades produtivas e ambientais”, 1998, Curitiba. **Anais...** Colombo. EMBRAPA – CNPF, p.43-53, 1998.
- CARVALHO, P.E.R. **Influência da intensidade luminosa e do substrato no crescimento, no conteúdo de clorofila e na fotossíntese de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. Subsp. *Canjerana*, *Callophyllum brasiliensi* Amb. E *Centrolobium robustum* (Vell.) Mart. Ex Benth.** 1996, 151 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1996.
- CÉSAR, O. Produção de serapilheira na mata mesófila semidecídua da Fazenda Barreiro Rico, município de Anhembi, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v.53, n.4, p.671-681, 1993.
- CHAZDON, R.L e FETCHER, N. Photosynthetic light environments in a lowland tropical rain forest in Costa Rica. **Journal of Ecology**, v.72, p. 553-564, 1984.
- CLEMENT, C.R. Prefácio. In: Reis, M.S. dos & Reis, A. (Editores). ***Euterpe edulis* Martius (Palmitreiro): biologia, conservação e manejo**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues. p. v-vi, 2000.
- CONTE, R. et al. Dinâmica da regeneração natural de *Euterpe edulis* Martius (Palmae) na Floresta Ombrófila Densa da Encosta Atlântica. In.: REIS, M.S.; REIS, A. ***Euterpe edulis* – (Palmitreiro) Biologia, Conservação e Manejo** Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, p. 106-130, 2000.
- CORRÊA, F.L.O et al. Produção de serapilheira em sistema agroflorestal multiestratificado no Estado de Rondônia, Brasil. **Ciênc. agrotec.**, v.30, n.6, p.1099-1105, 2006.
- DE LUCIA, E.H., WHITEHEAD, D., CLEARWATER, M.J. The relative limitation of photosynthesis by mesophyll conductance in co-occurring species in a temperature rainforest dominated by conifer *Dacrydium cupressinum*. **Functional Plant Biology**, v.30, p.1197-1204, 2003.
- ESPAÑA, M.L., BARET, F., WEISS, M. Slope correction for LAI estimation from gap fraction measurements. **Agricultural and forest meteorology**, v.148, n.10, p.1553-1562, 2008.

EWEL, J.J. Litter fall and leaf decomposition in a tropical forest succession in eastern Guatemala. **Journal of Ecology**, v.64, n.1, p.293-308, 1976.

FADDEN, J.M. **A produção de açai a partir do processamento dos frutos do palmito (*Euterpe edulis* Martius) na Mata Atlântica**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 100p, 2005.

FANTINI, A.C., RIBEIRO, R.J. e GURIES, R.P. Produção de Palmito (*Euterpe edulis* Martius – Arecaceae) na Floresta Ombrófila Densa: potencial, problemas e possíveis soluções. In.: REIS, M.S.; REIS, A. (Ed) ***Euterpe edulis* Martius (Palmito): biologia, conservação e manejo**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues. p. v-vi, 2000.

FARIA FILHO, A.F. **Zoneamento do meio físico como subsídio ao planejamento agroecológico no município de Ilhéus – Bahia**. Monografia – Curso de Geografia, Universidade Estadual de Santa Cruz, 2000, 43f.

FETCHER, N., STRAIN, B.R., OBERBAUER, S.F. Effects of light regime on the growth, leaf morphology, and water relations of seedlings of two species of tropical trees. **Oecologia**, v.58, p.314-319, 1983.

FRANCO, M., et al. **Program f the environmental development of the rainforest region in Bahia, Brazil – development of methodology**. Stuttgart: Institut for Landschaftsplanung und Okologie, University Stuttgart, 23p., 1994.

GOLLEY, F. B. et al. **Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida**. São Paulo: Pedagógica e Universitária, 1978, 256p.

GOMES, F.P. et al. Photosynthetic limitations in leaves of young Brazilian Green Dwarf coconut (*Cocos nucifera* L. 'nana') palm under well-watered conditions or recovering from drought stress. **Environmental and Experimental Botany**, v.62, p.195-204, 2008.

GOMES, S.R. et al. Produção de serapilheira e retorno de nutrientes ao solo em arboreto de pau-brasil (*Ceasalpinia echinata* Lam.) em Mogi-Guaçu, São Paulo, Brasil, **Hoehnea**, v.33, n.3, p.339-347, 2006.

GONÇALVES, J.F.C. et al. Growth, photosynthesis and stress indicators in young rosewood plants (*Aniba rosaeodora* Ducke) under different light intensities. **Braz. J. Plant Physiol.**, v.17, n.3, p. 325-334, 2005.

GONZALEZ, M.I.M. & GALLARDO, J.F. El efecto hojarasca: una revision. **Edafol. Agrobiol.**, v.41, p.1130-1157, 1982.

GUIMARÃES, D.P.; SANS, L.M.A.; MORAES, A.V.C. Estimativa da área foliar de cultivares de milho. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 24, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 1 CD-ROM, 2002.

HARDY, J.P. et al. Solar radiation transmission through conifer canopies. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.126, p.257-270, 2004.

HAYASHI, M.M.S. et al. Balanço de energia da *Crotalaria juncea* L. no período seco e **Agrometeorologia**, Santa Maria, v.10, n.2, p.197-205, 2002.

HEAL, O.W.; ANDERSON, F.M. & SWIFT, M.F. **Plant litter quality and decomposition: An historical Overview**. In: CADISCH, G. & GILLER, K.E., eds. Driven by nature. Cambridge, CAB International, 1997. p.3-32.

- HERBOHN, J.L. e CONGDON, R.A. Ecosystem dynamics at disturbed and undisturbed sites in north Queensland wet tropical rain forest. II – Litterfall. **Journal of Tropical Ecology**, v.9, p.365-380. 1993.
- HERNANDES, J.L., PEDRO-JUNIOR, M.J., BARIN, L. Diferenças estacionais entre variáveis microclimáticas para ambientes de interior de mata, vinhedo e posto meteorológico em Jundiá (SP). **Bragantia**, Campinas, v.61, n.2, p.169-180, 2002.
- ILLENSEER, R. e PAULILO, M.T.S. Crescimento e eficiência na utilização de nutrientes em plantas jovens de *Euterpe edulis* Mart. sob dois níveis de irradiância, nitrogênio e fósforo. **Acta bot. bras.**, v.16, n.4, p.385-394, 2002.
- IQBAL, R.M. et al. **Mathematical models and response functions in photosynthesis: an exponential model**. In.: Pessaraki, M. (Ed.), Handbook of Photosynthesis. Marcel Dekker Inc., New York, USA, pp.803-810, 1997.
- JOHNS, N.D. **Conservation in Brazil's chocolate Forest**: The unlikely persistence of the traditional coca agroecosystem. *Environmental Management*, v.23, n.1, p.31-47, 1999.
- JONCKHEERE, I. et al. Methods for leaf area index determination, Part I: techniques and instruments. **Agriculture and Forest Meteorology**. v. 121, n. 2, p. 37-53, 2003
- JONES, M.B. **Plant Microclimate**. In.: Photosynthesis and production in a changing environment: a field and laboratory manual, p. 47-64, 464p., 1993.
- KAGEYAMA, P.Y.; GANDARA, F.B., SOUZA, L.M.I. de. **Conseqüências genéticas da fragmentação sobre populações de espécies arbóreas**. Série Técnica IPEF. v.12, n.32, p.65-70, 1998.
- KARALIS, J. D. Characteristics of direct photosynthetically-active radiation. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.48, p.225-234, 1989.
- LANDSBERG, J.J. **Physiological ecology of forest production**. Academic Press, London, 1986, p.198.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: RiMa, 531p., 2006.
- LAVINSKY, A.O. **Características fotossintéticas e crescimento inicial de mudas de Euterpe edulis em ambientes de 'Cabruca'**. Ilhéus: UESC. Dissertação de Mestrado. Ilhéus-BA, 74 p., 2009.
- LEITÃO-FILHO, H.F. et al. **Ecologia da Mata Atlântica em Cubatão**. EDUSP, São Paulo. 1993.
- LIBERATO, M.A.R. et al. Leaf water potential, gas exchange and chlorophyll *a* fluorescence in acariquara seedlings (*Minuartia guianensis* Aubl.) under water stress and recovery. **Braz. J. Plant Physiol.**, v.18, n.2, p.315-323, 2006.
- LOBÃO, D.E. Agroecossistema cacauero da Bahia: **cacau-cabruca e fragmentos florestais na conservação de espécies arbóreas**. Jaboticabal: Unesp. Tese (Doutorado em Agronomia). Jaboticabal, SP, 98p., 2007.
- LOBÃO, D.E., et al. Cacau-cabruca: um modelo sustentável de agricultura tropical. **Índícios Veementes**. São Paulo, v.3, p.10-24, 1997.
- LORENZI, H. et al. **Palmeiras brasileiras e exóticas cultivadas**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 416p., 2004.

LÜTTIGE, U. **Physiological ecology of tropical plants**. Berlin: Springer, 384p., 1997.

MACHADO FILHO, J.A. et al., Variação sazonal das trocas gasosas em folhas de mamoeiro cultivados em condições de campo. **Bragantia**, v.65, n.2, p. 185-196, 2006.

MARTINI, A. **Estrutura e composição da vegetação e chuva de sementes em sub-bosque, clareiras naturais e área perturbada por fogo em floresta tropical no sul da Bahia**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2002. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade Estadual de Campinas. Orientador: Flávio Antônio Mães dos Santos. 2002.

MARTINS, G.A. e DONAIRE, D. **Princípios de estatística**, 4ª ed., São Paulo: Atlas, 1990, 255p.

MARTINS, S.V.; RODRIGUES, R.R. Produção de serapilheira em clareiras de uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas, SP. **Revta brasil. Bot.**, v.22, n.3, p.405-412, 1999.

MIKICH, S.B. A dieta frugívora de *Penelope superciliaris* (Cracidae) em remanescentes de floresta estacional semidecidual no centro-oeste do Paraná, Brasil e sua relação com *Euterpe edulis* (Arecaceae). **Ararajuba**, v.10, n.2, p.207-217, 2002.

MMA. **Biodiversidade Brasileira. Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros**. Brasília: MMA/SBF, 2002. 404p.

MITTERMEIER, R. A. et al. La Mata Atlántica. In: R. A. Mittermeier et al. (Eds.). **Biodiversidad Amenazada: Las Ecoregiones Terrestres Prioritarias del Mundo**. Conservation International CEMEX, p. 136-147, 1999.

MOHOTTI, A.J. e LAWLOR, D.W. Diurnal variation of photosynthesis and photoinhibition in tea: effects of irradiance and nitrogen supply during growth in the field. **Journal of Experimental Botany**, v.53, p.313-322, 2002.

MONTHEITH, J. L. **Principles of Environmental Physics**. Edward Arnold Limited. London. U.K. 241 p.,1973.

NAKAZONO, E.M. **Crescimento inicial de *Euterpe edulis* em diferentes regimes de luz**. Revta brasil. Bot., São Paulo, v.24, n.2, p.173-179, jun. 2001.

NAUMBURG, E. e ELLSWORTH, D. Short-term light and leaf photosynthetic dynamics affect daily understory photosynthesis estimates of four tree species. **Tree Physiology**, v.22, p.393-401, 2002.

NEGREIROS, O.C. et al. Análise estrutural de um trecho de floresta pluvial tropical Parque Estadual Carlos Botelho, núcleo Sete Barras (SP) – Brasil. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.7, n.1, p. 1-33, 1995.

NIINEMETS, U. Photosynthesis and resource distribution through plant canopies. **Plant, Cell and Environment**, v.30, p.1052-1071, 2007.

NODARI, O.R., et al. Restauração de populações de *Euterpe edulis* Martius (Arecaceae) na Mata Atlântica. In: Reis, M.S. dos & Reis, A. (Editores). ***Euterpe edulis* Martius (Palmitreiro): biologia, conservação e manejo**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues. p.189-201, 2000.

- NODARI, R. O. et al. Crescimento de mudas de palmiteiro (*Euterpe edulis* Mart.) em diferentes condições de sombreamento e densidade. **Revista Árvore**, v. 23, n. 3, p. 285-292, 1999.
- NUNES, W.H., ANDRADE, A.M. e BRITO, E.O. Produção de chapas de partículas do estipe de *Euterpe edulis* Martius (Palmiteiro). **Floresta e Ambiente**, v.6, n.1, p.95-105, 1999.
- OLIVEIRA, M.A.J. et al. Fotossíntese, condutância estomática e transpiração em pupunheira sob deficiência hídrica. **Scientia Agrícola**, v.59, n.1, p.59-63, 2002.
- OLSON, J.S. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. **Ecology**, Washington, v.44, n.2, p.322-330, 1963.
- PAULA, S.A. e LEMOS FILHO, J.P. Dinâmica do dossel em mata semidecídua no perímetro urbano de Belo Horizonte, MG. **Revta brasil. Bot.**, São Paulo, v.24, n.4 (suplemento), p.545-551, 2001.
- PAULILO, M.T. Ecofisiologia de plântulas e plantas jovens de *Euterpe edulis*: Comportamento em relação a variação de luz. In: Reis, M.S. dos & Reis, A. (Editores). ***Euterpe edulis* Martius (Palmiteiro): biologia, conservação e manejo**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues. p.93-105, 2000.
- PEARCY, R.W. Sunflecks and photosynthesis in plant canopies. **Annual Review of Plant Physiology**, v. 41, p. 421–453, 1990.
- PEZZOPANE, J.E.M. et al. Caracterização da radiação solar em fragmento de Mata Atlântica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.13, n.1, p.11-19, 2005.
- PEZZOPANE, J.E.M. et al. Radiação luminosa e fotossíntese em quatro espécies lenhosas no interior de um fragmento de floresta secundária semidecidual. **Floresta e ambiente**, v.10, n.1, p.48-57, 2003.
- PEZZOPANE, J.E.M. et al. Temperatura do solo no interior de um fragmento de floresta secundária semidecidual. **Rev. Bras. Agrometeorologia**, Santa Maria, v.10, n.1, p.1-8, 2002.
- PEZZOPANE, J.E.M. **Caracterização microclimática, ecofisiológica e fotossociológica em uma floresta estacional semidecidual secundária, em Viçosa, MG**. Viçosa: UFV. Tese de Doutorado. Viçosa, MG, 225p., 2001.
- PINHEIRO, M.P. **Variação sazonal no microclima do sub-bosque e seus efeitos no estabelecimento de mudas de *Caesalpinia echinata* Lam. e de *Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze em ambientes de floresta de encosta e de cabruca no sul da Bahia, Brasil**, Ilhéus: UESC. Dissertação de Mestrado. Ilhéus, BA, 65p., 2007
- RADIN, B. et al. Eficiência do uso de radiação fotossinteticamente ativa pela cultura do tomateiro em diferentes ambientes. **Pesq. agropec. bras**, v.38, n.9, p.1017-1023, 2003.
- REIS, A. e KAGEYAMA, P.Y. Dispersão de sementes de *Euterpe edulis* Martius. In.: REIS, M.S.; REIS, A. (Ed) ***Euterpe edulis* Martius – (palmiteiro): biologia, conservação e manejo**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, p.202-224, 2000.
- REIS, M.S. **Distribuição e dinâmica da variabilidade genética em populações naturais de palmiteiro (*Euterpe edulis* Mart.)**. Piracicaba, 1996. 203p. (Tese de Doutorado – ESALQ/USP).

REIS, A. **Dispersão de sementes de *Euterpe edulis* Martius (Palmae) em uma Floresta Ombrófila Densa Montana da encosta Atlântica em Blumenau – SC.**

Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 154 f., 1995.

REIS, M. S. Et al. Desenvolvimento do palmito: I. Caracterização até os 18 meses sob diferentes níveis de sombreamento. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM PALMITO, 1., Curitiba. **Anais...** EMBRAPA-CNPQ, p.14-145. 1987.

REITZ, R. **Palmeiras.** Flora Ilustrada Catarinense. Itajaí, 189 p., 1974.

RIBAS, R.F. **Plasticidade e aclimação fotossintética de espécies arbóreas tropicais.** Viçosa: UFV. Tese de Doutorado (Fisiologia Vegetal). Viçosa-MG, 99p., 2006.

RIBEIRO, R.J. e ODORIZZI, J. Um caso de manejo em rendimento sustentado do palmito na Fazenda Nova Trieste Eldorado, SP. In: Reis, M.S. dos & Reis, A. (Editores). ***Euterpe edulis* Martius (Palmito): biologia, conservação e manejo.** Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues. p. 245-255, 2000.

RICE, R.A. e GREENBERG, R. Cacao cultivation and the conservation of biological diversity. **Ambio**, v.29, n.3, p.167-173, 2000.

RIVINGTON, M. et al., Evaluation of three model estimations of solar radiation at 24 UK stations. **Agric. Forest Meteorol.** v.132, p.228-243, 2005.

SAMBUICHI, R.H.R. Fitossociologia e diversidade de espécies arbóreas em cabruca (Mata Atlântica raleada sobre plantação de cacau) na região sul da Bahia, Brasil. **Acta bot bras**, v.16, n.1, p.89-101, 2002.

SAMBUICHI, R.H.R. Estrutura e dinâmica do componente arbóreo em área de cabruca na região cacauzeira do sul da Bahia, Brasil. **Acta bot. bras.**, v.20, n.4, p.943-954, 2006.

SANTANA, M.B.M.; CABALA-ROSSAND, P.; SERÓDIO, M.H. Reciclagem de nutrientes em agrossistemas de cacau. **Agrotrópica**, v.2, n.2, p.68-74, 1990.

SCHAPER, H.; CHACKO, E.K. Relation between extractable chlorophyll and portable chlorophyll meter readings in leaves of eight tropical and subtropical fruit-tree species. **J. Plant Physiol.**, v.138, p.674-677, 1991.

SILVA, D.N. **Análise do regime de luz da mata da C.U.A.S.O. em pequenas escalas.** São Paulo: USP. Monografia (Bacharelado em Matemática Aplicada). São Paulo, SP, 74p, 2007.

SILVA, M.G.C.P.C. **Estrutura populacional e padrão espacial da palmeira juçara (*Euterpe edulis* Mart.) como subsídio para estratégias de manejo sustentável, na Mata Atlântica do Sul da Bahia.** Ilhéus: UESC. Dissertação (Mestrado no Programa de Regional de Pós-graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente). Ilhéus, Ba, 77p, 2002.

SIMÕES, L.L. e REIS, M.S. dos. **Recursos florestais da Mata Atlântica: manejo sustentável e certificação.** São Paulo: Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, Fundação SOS Mata Atlântica, Instituto de Manejo e Certificação Florestal e Agrícola, e Instituto de Estudos Sócio-Ambientais do Sul da Bahia. 52p, 2003.

- SKILLMAN, J.B. Quantum yield variation across the three pathways of photosynthesis: no yet ot of the dark. **Journal of Experimental Botany**, v.59, n.7, p.1647-1661, 2008.
- SMITH, B.G. The effects of soil water and atmospheric vapour pressure deficit on stomatal behaviour and photosynthesis in the oil palm. **Journal of Experimental Botany**, v.215, p.647-651, 1989.
- SOUSA, L.A.S.de e JARDIM, M.A.G. Produção foliar de mudas de açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) em área de vegetação secundária no nordeste paraense. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.5, supl. 1, p. 225-227, 2007.
- SOUZA, R.P. e VÁLIO, I.F.M. Seedling growth of fifteen Brazilian tropical tree species differing in successional status. **Revista Brasil. Bot.**, v.26, n.1, p.35-47, 2003.
- SPAIN, A.V. Aspects of the role of the soil biota in forest litter decomposition. **Australian Forestry**, v.38, n.2, p.171-176, 1984.
- STRAUSS-DEBENEDETTI, S. e BAZZAZ, F.A. Plasticity and acclimation to light in tropical Moraceae of different successional positions. **Oecologia**, v.87, p.377-387, 1991.
- STREIT, N. M. et al. As Clorofilas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.3, p.748-755, 2005.
- TAIZ, L. e ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre : Artmed (Trad. SANTARÉM E.R. et al.), p.693. 2004.
- TEDESCO, M.J. et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Boletim técnico nº 5 de solos. UFRGS. Departamento de solos. 174p. 1995.
- THOMAS, W. et al. Plant endemisms in two forests in Southern Bahia. **Biodiversity and Conservation**, v.7, p.311-322, 1998.
- TRICHON, V.; WALTHER, J.N.; LAUMONIER, Y. Identifying spatial patterns in the tropical rain forest structure using hemispherical photographs. **Plant Ecology**, v.137, p.227-244, 1998.
- TSUKAMOTO FILHO, A.A. et al. Aspectos fisiológicos e silviculturais do palmitreiro (*Euterpe edulis* Martius) plantado em diferentes tipos de consórcios no município de Lavras, Minas Gerais. **Cerne**, v.7, n.1, p.41-53, 2001.
- VALLADARES, F., ALLEN, M.T., PEARCY, R.W. Photosynthetic responses to dynamic light under field conditions in six tropical rainforest shrubs occurring along a light gradient. **Oecologia**, v.111, p.505-514, 1997.
- VON CAEMMERER, S. e FARQUHAR, G.D. Some relationships between the biochemistry of photosynthesis and the as exchange of leaves. **Planta**, v.153, p.376-387, 1981.
- WEISS, M.; et al. Review of methods for in situ leaf area index (LAI) determination, Part II: estimation of LAI, erros and sampling. **Agriculture and Forest Meteorology**. v. 121, n.1, p. 37-53, 2003.
- WERNECK, M.S., PEDRALLI, G. e GIESEKE, L.F. Produção de serapilheira em três trechos de uma floresta semidecídua em diferentes graus de perturbação na Estação Ecológica de Tripuí, Ouro Preto, MG. **Revta. brasil. Bot**, São Paulo, v.24, n.2, p. 195-198, 2001.

WIRTH, R.; WEBER, B. & RYEL, R.J. Spatial and temporal variability of canopy structure in a tropical moist forest. **Acta Oecologica**, v.22, p.235–244, 2001.

YOUNG, J.W.H., WONG, S.C. e FARQUHAR, G.D. Stomatal responses to changes in vapour pressure difference etween the leaf and air. **Plant, Cell and Environment**, v.20, p.1213-1216, 1997.

ZHANG, S.; KEPING, M.; LINGZHI, C. Response of photosynthetic plasticity of *Paeonia suffruticosa* to changed light environments. **Environ. Exp. Bot.**, v.49, p. 121-133, 2003.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)