



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

THEDE CAIRES PAMPONÉT

**FOTOSSÍNTESE, PRODUÇÃO DE FIBRAS E DISTRIBUIÇÃO DO SISTEMA
RADICULAR EM PIAÇA VEIRAS SOMBREADAS E A PLENO SOL.**

**ILHÉUS – BAHIA
Julho de 2009**

THEDE CAIRES PAMPONÉT

**FOTOSSÍNTESE, PRODUÇÃO DE FIBRAS E DISTRIBUIÇÃO DO SISTEMA
RADICULAR EM PIAÇAVEIRAS SOMBREADAS E A PLENO SOL.**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de
Santa Cruz para a obtenção do título de Mestre em
Produção Vegetal

Área de concentração: Cultivo em ambiente tropical
úmido

Orientador: Prof. Dr. Fábio Pinto Gomes

Co-orientador: Prof. Dr. Alex-Alan F. de Almeida

ILHÉUS – BAHIA

Julho de 2009

P186

Pamponét, Thede Caíres.

Fotossíntese, produção de fibras e distribuição do sistema radicular em piaçaveiras sombreada e a pleno sol / Thede Caíres Pamponét. – Ilhéus, BA : UESC/PPGPV, 2009.

x, 48 f. : Il.

Orientador: Fábio Pinto Gomes.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Santa Cruz. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal.

Inclui bibliografia.

1. Piaçaba. 2. Palmeira – Cultivo. 3. Palmeira – Fisiologia. 4. Ecofisiologia vegetal. 5. Plantas – Efeito da luz. 6. Plantas – Efeito da sombra. 7. Desfolhamento. I. Título.

CDD 584.5

THEDE CAIRES PAMPONÉT

**FOTOSSÍNTESE, PRODUÇÃO DE FIBRAS E DISTRIBUIÇÃO DO SISTEMA
RADICULAR EM PIAÇAVEIRAS SOMBREADAS E A PLENO SOL.**

Ilhéus, BA, 24/07/2009.

Fábio Pinto Gomes – DS

UESC/DCB

(Orientador)

Alex-Alan Furtado de Almeida – DS

UESC/DCB

Marcelo Schramm Mielke – DS

UESC/DCB

Marco Antônio Oliva Cano – DS.

DBV/UFV

DEDICO

À minha esposa Vanessa e ao meu filho Danilo,
Pessoas que dão sentido à minha vida e ao meu trabalho.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus, por eu ter chegado até aqui e por não me fazer parar em nenhum momento, pela paz de espírito e pela tranquilidade durante toda a execução deste trabalho;

Aos meus pais e irmãos, pela torcida a cada conquista em minha vida.

À minha esposa Vanessa, que com o amor também me trouxe até aqui, pelo grande incentivo no antes e apoio no durante de todo este processo que mudou as nossas vidas. Ao meu filho Dan, pela compreensão nas minhas ausências e pela vontade de querer ser igual ao Pai, este sim é o maior de todos os títulos.

Ao meu orientador, Prof. Fábio Pinto Gomes, pela acolhida fraternal, pelo incentivo, estímulo, paciência, advertências e principalmente pela compreensão;

Ao Eng^o Agrônomo Carlos Alex Lima Guimarães, proprietário da Fazenda Santana, campo de execução deste trabalho, pela hospitalidade incomparável durante estes 2 anos;

Ao gerente da Fazenda Santana “Dinho”, pela boa vontade, força física, grande zelo e tutela pelo experimento e a todos os seus demais funcionários;

À todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da UESC (PPGPV/UESC), pelo transmissão de conhecimentos e pela atenção dada, em especial, à professora Norma Eliane Pereira, pela oportunidade e confiança.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia pelo apoio financeiro através de bolsa de Mestrado;

À UESC pelo apoio logístico à concepção deste trabalho e aos seus motoristas, pontuais e prudentes, pelo companheirismo e principalmente pela coragem de atravessar o Rio Tijuípe sob sol ou chuva;

A todos que, de alguma forma, contribuíram direta ou indiretamente com a realização deste trabalho.

FOTOSSÍNTESE, PRODUÇÃO DE FIBRAS E DISTRIBUIÇÃO DO SISTEMA RADICULAR EM PIAÇAVEIRAS SOMBREADAS E A PLENO SOL.

RESUMO

A palmeira arbórea piaçaveira (*Attalea funifera* Mart.) endêmica da floresta Atlântica da Bahia, produz grande quantidade de biomassa e possui alto valor agroeconômico e ecológico, nas regiões onde ocorre espontaneamente ou é cultivada. Avaliou-se as alterações fisiológicas, decorrentes do desfolhamento artificial de piaçaveiras cultivadas a pleno sol ou em condições de sub-bosque, com o intuito de contribuir com os estudos sobre o potencial de utilização dessas plantas, em sistemas agroflorestais, e ou sob diferentes manejos. O experimento foi conduzido com 60 plantas de, aproximadamente, treze anos de idade, em condições de campo, cultivadas a pleno sol ou em sub-bosque, dentre as quais metade foi submetida ao tratamento de redução da área foliar. Tal redução foi efetuada durante a colheita de fibras, restando apenas uma folha completamente expandida por planta. Além disso, seis piaçaveiras, em fase de produção de fibras, cultivadas a pleno sol ou em sub-bosque, foram submetidas à análise do sistema radicular em diferentes sentidos, profundidades e distâncias da planta. A análise das curvas de resposta da fotossíntese líquida (A) à irradiância mostrou que a redução da área foliar gerou aumento da taxa fotossintética líquida máxima e da eficiência quântica aparente nos dois ambientes de cultivo, embora os valores tenham sido significativamente diferentes apenas nas plantas de sub-bosque. Os valores medidos máximos (radiação fotossinteticamente ativa $> 800 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) de A foram maiores no cultivo a pleno sol ($10,01 \pm 0,12 \mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$), quando comparado ao sub-bosque ($6,38 \pm 0,07 \mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Esses valores foram significativamente maiores após a desfolha da piaçaveira, passando, respectivamente, a $10,64 \pm 0,17$ e $7,63 \pm 0,11 \mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$. A condutância estomática ao vapor de água (g_s), também foi maior no cultivo a pleno sol, tendo um acréscimo após a aplicação do tratamento de desfolha tanto no cultivo a pleno sol, quanto no sub-bosque (Sol: $0,09 \pm 0,01$ vs. $0,12 \pm 0,01 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$; Sub-bosque: $0,05 \pm 0,01$ vs. $0,08 \pm 0,01 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$). O

desfolhamento da piaçaveira provocou ainda redução na quantidade total de folhas emitidas anualmente nos dois ambientes de cultivo. A produção final de fibras foi maior em ambientes de cultivo de sub-bosque. Por outro lado a colheita com desfolha elevou a produtividade de fibras nas plantas cultivadas em sub-bosque, ao passo que piaçaveiras cultivada a pleno sol tiveram melhores resultados de produtividade quando não desfolhadas. A distribuição do sistema radicular mostrou que a quantidade total de raízes em cultivo a pleno sol é maior do que em sub-bosque independente da profundidade no solo e da distância em relação ao estipe. O sistema radicular das plantas cultivadas a pleno sol mostrou-se mais profundo (> 40 cm) e mais curto (< 60 cm), enquanto que as plantas de sub-bosque mostraram sistema radicular mais superficial (< 40 cm) e mais longo (> 60 cm), além disto, tanto no cultivo a pleno sol quanto em sub-bosque, o sistema radicular das piaçaveiras estudadas tiveram uma quantidade maior de biomassa no sentido oeste da planta.

Palavras-chave: Arecaceae, ecofisiologia, fibras naturais, sistemas agroflorestais.

**GROWTH, CARBON ASSIMILATION AND PRODUCTIVITY AFTER LEAF AREA
REDUCTION AND ROOT SYSTEM DISTRIBUTION IN PIASSAVA PALMS
GROWING UNDER OPEN SKY OR UNDERTOREY**

ABSTRACT

Piassava palm (*Attalea funifera* Mart.) is an endemic species of the Atlantic Rain Forest of the State of Bahia, Brazil, that shows great biomass production and high economic value where is explored or cultivated. We evaluated physiological changes after leaf area reduction in palms growing in open sky or under natural shade (understory), aiming to get some information about the potential use of this species as component of agroforest systems under different management techniques. Sixty palms with thirteen years old were used, being half cultivated in open sky and half in understory. Leaf area reduction was achieved by old leaf removal during the harvest of fibers. In the control treatment, fiber harvest was performed without leaf removal. In addition, six non-defoliated palms in each environment were submitted to a root system distribution analysis in four directions, five depths and five distances in relation to stem. An analysis of light response curves of net photosynthesis (A) showed that leaf removal led to increase of light-saturated net photosynthetic rate and apparent quantum yield of carbon assimilation in palms from the two environments, although significant differences have been observed only in shaded palms. Maximum (photosynthetically active radiation > 800 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) measured values of A were higher in open sky plants ($10.01 \pm 0.12 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) as compared to shade ($6.38 \pm 0.7 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Higher values of A were observed after leaf removal in the two environments, reaching, respectively 10.64 ± 0.17 and $7.63 \pm 0.11 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Stomatal conductance to water vapor was also higher in open Sky defoliated plants (sun: 0.09 ± 0.01 vs. $0.12 \pm 0.01 \text{ mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$; shade: 0.05 ± 0.01 vs. $0.08 \pm 0.01 \text{ mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). In addition, low leaf emission rhythm was observed in defoliated palms from the two environments. Whereas leaf removal during fiber harvest led to higher productivity in shaded palms, non-defoliated palms of open sky showed higher productivity. The analysis of root system distribution revealed higher root biomass in open sky palms as compared to shaded ones, independent of the depths or distance. Root system in open sky plants was deeper (> 40 cm) and shorter (< 60 cm), while in shade, it was more shallow (< 40 cm) and longer (> 60 cm). Furthermore, both in cultivation in open sky and half in understory, the root system of piaçaveiras studied had a greater amount of biomass in the western plant.

Key-words: Arecaceae, agroforestry systems, ecophysiology, natural fibers.

LISTA DE TABELAS

Tab.		Págs.
1	Parâmetros derivados da curva de saturação de luz em folíolos de piaçaveiras adultas cultivadas em condições de campo. Valores médios (\pm erro padrão) de 5 repetições.	23
2	Variáveis de trocas gasosas em folíolos de folhas de piaçaveiras adultas cultivadas em campo. Valores máximos (\pm erro padrão) de 5 repetições, obtidos a partir de curva de saturação de luz ($\text{PAR} > 800 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), acima da irradiância.	27
3	Produção anual (de fitas, borra e fibra em Piaçaveiras submetidas ao tratamento de desfolha e controle, em ambientes à pleno sol e em sub-bosque(sombra). O valores são médias (\pm erro padrão) de 60 repetições. Teste – F, * $P < 0,05$; e ns $P \geq 0,05$.	36

LISTA DE FIGURAS

Fig.	Colheita de fibras da piaçaveira em diferentes estádios de crescimento da planta. a) Colheita em piaçaveira do tipo “coqueiro”. b) Colheita em piaçaveira do tipo “bananeira”.	Pág. 3
1		
2	Problemas estruturais no cultivo da Piaçaveira. a) Piaçaveira com escora em madeira b) Piaçaveira tombada em área aberta.	5
3	Localização das fibras em ráquis foliar da piaçaveira. a) Piaçava em fase de “bananeira”. b) Fita de piaçaveira com a fibra e a borra.	9
4	Área de cultivo de piaçaveiras, onde foram aplicados os tratamentos a-b . a) Piaçaveiras cultivadas a pleno sol. b) Piaçaveiras cultivadas em sub-bosque.	14
5	Observações do sistema radicular. a) Trincheira para estudo do sistema radicular de piaçaveiras. b) Encurvamento do sistema radicular de piaçaveira observado em planta tombada pelo vento em área a pleno sol.	15
6	Tube de aço galvanizado e marreta de ferro, utilizados para a retirada de solo e coleta de raízes de piaçaveiras.	16
7	Variação média diária dos fluxos de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) nos ambientes de cultivo da piaçaveira a pleno sol e de sub-bosque.	20
8	Curso diurno da temperatura do ar (T) nos ambientes de cultivo de piaçaveiras de sub-bosque e a pleno sol.	21
9	Curso diurno da umidade relativa do ar (UR) nos ambientes de cultivo de piaçaveiras de sub-bosque e a pleno sol.	21
10	Distribuição total de biomassa seca de raízes (g) de piaçaveiras em ambientes de cultivo a pleno sol e em sub-bosque, nos sentidos Norte (1), Sul (3) Leste (2) e Oeste (4).	28

- 11 Distribuição de biomassa seca de raízes (g) de piaçaveiras em função da profundidade do solo 20cm (P-20), 40cm (P-40), 60cm (P-60), 80cm (P-80), 100cm (P-100), e nas distâncias do estipe 20 cm (1), 40 cm (2), 60 cm (3), 80 cm (4), e 100 cm (5), nos ambientes de cultivo a pleno sol e sub-bosque. 32
- 12 Distribuição de biomassa seca de raízes (g) de piaçaveiras em função das distâncias do estipe 20 cm (D - 20), 40 cm (D - 40), 60 cm (D - 60), 80 cm (D - 80), 100 cm (D - 100), e nas profundidades de 20 cm (1), 40 cm (2) , 60 cm (3), 80 cm (4) e 100 cm (5), nos ambientes de cultivo a pleno sol e sub-bosque. 33
- 13 Valores médios do ritmo de emissão de folhas em piaçaveiras, 1 ano após a aplicação dos tratamentos, nos ambientes de cultivo a pleno sol e de sub-bosque. Valores médios de 60 repetições (\pm erro padrão). Teste – F, * $p < 0,05$; e ns $p \geq 0,05$. 34

SUMÁRIO

	Resumo	vii
	Abstract	ix
1.	INTRODUÇÃO.....	01
1.1	OBJETIVOS.....	06
1.1.1	Geral.....	06
1.1.2	Específicos.....	06
2.	REVISÃO DE LITERATURA.....	07
3.	METODOLOGIA	13
3.1	Local de estudo.....	13
3.2	Avaliação de emissão de folhas e produção de fibras.....	14
3.3	Análise da distribuição do sistema radicular	15
3.4	Microclima dos ambientes de cultivo	17
3.5	Trocas gasosas foliares.....	17
3.6	Análise estatística.....	18
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
4.1	Condições microclimáticas dos ambientes de cultivo.....	19
4.2	Avaliações fisiológicas das trocas gasosas foliares.....	22
4.3	Análise da distribuição do sistema radicular	28
4.4	Avaliação da emissão de folhas e da produção de fitas	34
5.	CONCLUSÕES.....	37
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39

1. INTRODUÇÃO

As árvores apresentam diferentes requerimentos edáficos, os quais determinam sua adaptação e sobrevivência sob condições ecológicas variáveis. Especificamente em relação a irradiância, a capacidade de aumentar o ganho líquido de carbono é um aspecto fundamental da aclimação foliar aos diferentes ambientes de luz. Quando cultivadas sob elevada irradiância, a taxa fotossintética saturada por luz é geralmente maior em espécies exigentes em luz, quando comparadas com espécies tolerantes ao sombreamento, o que garante as primeiras um crescimento mais rápido. No caso das plantas cultivadas, além de sobrevivência e plasticidade morfofisiológica, a capacidade de produzir economicamente, sob condições ambientais variáveis, torna ainda mais complexo o estudo das alterações fisiológicas que ocorrem nessas condições, (SALAZAR, R.; ALBERTIN, W., 1974).

A região tropical pode ser indicada fitogeograficamente por uma área de ampla distribuição de palmeiras. Em uma área tão vasta como a tropical (geodesicamente entre os trópicos de câncer e capricórnio, 23°27' N e S) são encontrados ambientes acompanhados das mais variadas intensidades de luz e fatores de estresse. Em termos climáticos as regiões tropicais são caracterizadas como secas e úmidas (em função do regime hídrico) e frias e quentes (dependendo da altitude). Nas regiões tropicais mais quentes crescem cerca de 207 gêneros de palmeiras com 2675 espécies, algumas atingindo as regiões subtropicais. (SODRÉ, 2005).

Na área litorânea, a piaçaveira *A. funifera*, é encontrada em solos arenosos, associados à vegetação secundária sob mata, ou em áreas expostas à luz. Fora do litoral pode ser observada em solos areno-argilosos. (VINHA & SILVA, 1998). Em geral, as plantas são encontradas de forma desordenada, em vários estágios de desenvolvimento vegetativo. Como não há um cultivo perfeitamente racionalizado, grandes áreas com as condições edafoclimática ideais para o plantio dessa palmeira ainda não são aproveitadas (VINHA & SILVA, 1998).

Sabe-se que essa espécie apresenta melhor comportamento quando se procede a limpeza da palmeira e se realiza o controle de plantas invasoras. As plantas nativas que recebem esses tratos são chamadas de cultivadas, enquanto as que não recebem, produzem menos fibras, são denominadas piaçaveiras do mato. Em um campo natural, encontram-se em média 300 plantas por hectare, e nas áreas implantadas há uma densidade de 1.000 plantas/ha (MELO et al.,2000). De uma maneira geral, os dados de produção de piaçaveira são desconhecidos, muitas vezes obtidos por meio de informações, nem sempre muito confiáveis, junto aos produtores. Bondar (1942) indicou uma produção de 8 a 10 kg de fibras/planta/ano, enquanto Moreau (1997) indicou uma produtividade média de 3 kg de fibra/planta/ano. Ao passo que Silva e Vinha(1998) obtiveram uma média de 1,82 kg para plantas em fase de “bananeiras” e 1,28 kg para plantas em fase de “coqueiro”.

Com base nas informações dos produtores as fibras da piaçaveira devem ser colhidas apenas uma vez por ano, a fim de possibilitar a formação de fibras mais longas e de melhor valor comercial. Quando se faz o corte com intervalo menor do que um ano, se obtém uma fibra de qualidade inferior. Isso também compromete a longevidade de planta. A fase considerada como mais apropriada para a colheita de fibras são os meses de março a setembro, uma vez que nos meses mais quentes as fibras colhidas ficam menos flexíveis.

Na colheita de fibras da piaçaveira pode ser empregada a técnica do desfolhamento, onde são retiradas praticamente todas as folhas da planta, restando apenas uma folha completamente expandida ou uma flecha e uma fita, com a finalidade de sustentar a folha remanescente (Figura 1 a-b). Esta prática tem como finalidade de facilitar a colheita das fibras e torná-la mais rápida, entretanto, não se sabe ao certo os efeitos desta prática na fisiologia e a produtividade de fibras das piaçaveiras. Em piaçaveiras mais jovens (bananeiras), o desfolhamento não é muito empregado, pois a altura da planta ainda permite a extração da fibra de um modo mais simplificado. Porém, em plantas já em fase de coqueiro, com estipe acima da superfície do solo, podendo atingir até 10 m de altura, a colheita se torna mais difícil, necessitando de escadas rústicas, cordas e até mesmo degraus entalhados no estipe da própria piaçaveira. Após subir, o colhedor usando apenas um facão, corta as folhas mais maduras da planta da parte inferior da copa, lançando-as ao chão para que a retirada da fita seja feita no solo.

A técnica de desfolha da piaçaveira acarreta ferimentos no estipe, que atraem, dentre outras pragas, o *Rhynchophorus palmarum*, também conhecido por “broca da ferida”, comum em coqueirais, que também ataca a piaçaveira e podem levar à morte da planta (BONDAR, 1940). Além disto, o desfolhamento da planta, pode representar um fator de estresse, implicando tanto nas respostas fotossintéticas, quanto no crescimento vegetativo.



Figura 1. a-b. Colheita de fibras da piaçaveira em diferentes estádios de crescimento da planta. a) Colheita em piaçaveira do tipo “coqueiro”. b) Colheita em piaçaveira do tipo “bananeira”.

Por serem longas, não-elásticas, com alta flexibilidade e impermeáveis, as fibras retiradas das piaçaveiras são usadas, tanto no mercado interno como externo, para a fabricação de vassouras de uso caseiro e industrial (mecânicas), isolante térmico e cordas para amarração de navios, dentre outros. Um subproduto da extração da fibra – a borra – que geralmente corresponde a 20% da colheita da piaçava é bastante procurada para a cobertura de casas e choupanas, e atinge, em algumas épocas, valor comercial maior do que a própria fibra (VINHA & SILVA, 1998). A exploração da piaçaveira é puramente extrativista, por isso existe a necessidade de um manejo racional para que sua sobrevivência seja garantida (AQUINO *et al.*, 2002; VINHA, 1997).

A padronização da fibra, para comercialização direta na indústria, requer o preparo de um produto com qualidade superior, de acordo com as exigências do mercado. O aumento da produção nacional e a maior participação da fibra de piaçaveira na composição de diversos produtos podem ser obtidos com a implantação de piaçavais em sistemas agroflorestais e no repovoamento ou enriquecimento florestal de áreas da Mata Atlântica (MELO *et al.*, 2000). Porém, poucos são os trabalhos científicos que exaltem a importância da difusão e racionalização de técnicas sobre o cultivo da piaçaveira, visando atender a expectativa dos agricultores, já que se trata de uma excelente alternativa para a diversificação do litoral baiano (VINHA e SILVA, 1998).

Outro aspecto de suma importância é o conhecimento da distribuição do sistema radicular de uma cultura para o aperfeiçoamento de práticas agrícolas como plantio, adubação e irrigação. Nas adubações, a identificação de zonas com maior concentração de raízes absorventes, visando a aplicação localizada de fertilizantes, contribui para o aumento de sua eficiência, com conseqüente redução de custos e de impactos ambientais. Na irrigação das plantas, as informações sobre o sistema radicular orientam o tipo, o tempo e a distância necessários, além disso, estas informações são importantes para determinar o tipo de solo, a profundidade e o espaçamento para plantio.

O tombamento de algumas plantas de diversos tamanhos, tanto em solos arenosos quanto em solos mais compactos, tem sido observado por produtores de piaçaveiras. Tal fenômeno foi observado tanto na área de cultivo a pleno sol quanto na área de sub-bosque, durante a execução do experimento, e está mais relacionado às áreas de plantio menos densas e às áreas expostas a uma maior ação dos ventos. (Figura 2 a-b). Para amenizar tais problemas, as plantas são escoradas ou amarradas. Maiores informações, a respeito do sistema radicular de piaçaveiras, possibilitarão ações no intuito de se evitar tais complicações.

Informações relacionadas ao cultivo de piaçaveiras a pleno sol e em sub-bosque, a distribuição do sistema radicular e os efeitos da desfolha na produção de fibras são, até o presente momento, inexistentes, divergentes ou baseados em fatos empíricos. O conhecimento sobre os requerimentos de luz, bem como sua resposta ao desfolhamento e seus efeitos sobre a fisiologia de piaçaveiras são importantes para determinar, as condições favoráveis para o seu cultivo, já que tais condições determinam, por sua vez, a capacidade de assimilação de carbono, de crescimento e sua produtividade.



Figura 2. a-b. Problemas estruturais no cultivo da Piaçaveira. a) Piaçaveira com escora em madeira b) Piaçaveira tombada em área aberta.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Geral

Avaliar os efeitos da desfolha sobre o crescimento, assimilação de carbono e produtividade de piaçaveiras, cultivadas a pleno sol ou em sub-bosque e estudar a distribuição do sistema radicular nestes ambientes;

1.1.2 Específicos

- a) Avaliar as alterações nas variáveis de trocas gasosas em folhas remanescentes ao desfolhamento, de piaçaveiras cultivadas a pleno sol e em sub-bosque;
- b) Avaliar os efeitos do desfolhamento no ritmo de emissão de folhas em piaçaveiras cultivadas a pleno sol ou em sub-bosque;
- c) Quantificar a produtividade de fibras e de borra em cada um destes ambientes em piaçaveiras cultivadas a pleno sol e em sub-bosque e submetidas, ou não, ao desfolhamento;
- d) Caracterizar a distribuição do sistema radicular em piaçaveiras adultas cultivadas a pleno sol e em sub-bosque;

2. REVISÃO DE LITERATURA

As palmeiras estão entre as plantas mais antigas do planeta, tendo mais de 120 milhões de anos (LORENZI, 2004). A maior distribuição de gêneros e espécies ocorre nas regiões tropicais da Ásia, Indonésia, Ilhas do Pacífico e Américas, sendo o continente africano considerado pobre em palmeiras. No mundo, as palmeiras estão distribuídas geograficamente do norte da Europa (44° 00' N) à Nova Zelândia (44°18' S), sendo que a maior concentração ocorre próximo a linha do Equador (MELO, 2000).

Na América Latina, têm-se registrado a ocorrência de 22 espécies de palmeiras do gênero *Attalea*, dentre as quais 15 são encontradas no Brasil, mas somente 8 espécies deste gênero ocorrem na Bahia, como: *A. barreirensis*, *A. burretiana*, *A. funifera*, *A. geranensis*, *A. humilis*, *A. pindobassu*, *A. salvadorensis* e *A. seabrensis* (UHL E DRANSFIELD, 1987). A piaçaveira (*A. funifera*) produz ao longo da ráquis foliar, a maior e melhor fibra de piaçava (NOBLICK, 1991). O nome genérico de *Attalea* foi proposto em 1816 por Humboldt, Bompland e Kunth e dado em homenagem a Attalus I (197 a.C.), rei de Pérgamo, cidade estado na Ásia Menor (VINHA E SILVA, 1998). A espécie *A. funifera* é nativa e endêmica do estado da Bahia ocorre desde a região de Prado, Sul da Bahia, até a fronteira com o estado de Sergipe, sempre na região costeira (SILVA E VINHA 1982; 1985), afastando-se no máximo 65 km da costa litorânea, numa faixa de transição da restinga para a mata higrófila.

Na área litorânea, a piaçaveira é encontrada em solos arenosos, associados à vegetação secundária sob mata, ou em áreas expostas à luz. Fora do litoral pode ser observada em solos areno-argilosos. Em geral, as plantas são encontradas de forma desordenada, em vários estádios de desenvolvimento vegetativo. Em média, encontram-se 300 plantas ha⁻¹ em ambiente natural e 1.000 plantas ha⁻¹ em áreas implantadas (MELO *et al.*, 2000). A maior concentração de piaçavais na Bahia ocorre na região do baixo sul, principalmente nos municípios de Canavieiras, Ilhéus, Itacaré, Maraú, Camamu, Ituberá, Nilo Peçanha, Taperoá,

Valença e Cairú (SILVA E VINHA 1982; 1985). Como não há um cultivo perfeitamente racionalizado, grandes áreas com as condições edafo-climáticas ideais para o plantio dessa palmeira ainda não são aproveitadas (VINHA E SILVA, 1998).

Segundo Bondar (1942), são reconhecidos três períodos de desenvolvimento da piaçaveira. No primeiro, denominado “patioba”, as palmeiras são novas, o caule ainda está totalmente subterrâneo e quando produzem fibras, estas são poucas e curtas. No segundo, chamado de “bananeira”, as fibras são longas, de boa qualidade, porém ainda apresentam caule subterrâneo. No terceiro, o de “coqueiro”, o caule se encontra totalmente acima da superfície do solo. O período de “bananeira” é o que apresenta maior produção de fibras, e com o maior comprimento, (VINHA & SILVA, 1998).

Em condições naturais, *A. funifera*, possui altura média de 12 m, com nove folhas, cuja face interna do pecíolo produz fibras rígidas de até 3,5 m de comprimento. As fibras são produzidas uniformemente durante todo o ano, sendo a Bahia responsável por 95% do total da produção nacional. Destinam-se, em sua maioria, para outros estados brasileiros e para exportação, incluindo países como os Estados Unidos, Reino Unido, Portugal, Bélgica, Holanda, Alemanha e Argentina (MELO *et al.*, 2000).

A quantidade coletada de fibras de piaçaveira no país em 2007 somou 82.096 toneladas, e foi 1,4% maior que a obtida em 2006, quando foram produzidas 80.942 toneladas (IBGE, 2007). Cerca de 88,5% da produção nacional provém da Bahia e 11,5%, do Amazonas. Na Bahia, encontram-se 17 dos 20 maiores municípios produtores de piaçava do País. São eles: Cairu, Ilhéus, Nilo Peçanha, Ituberá, Taperoá, Canavieiras, Belmonte, Valença, Camamu, Santa Cruz Cabrália, Maraú, Maragogipe, Porto Seguro, Cachoeira, Igrapiúna, Jaguaripe e Una. Complementando este ranking, aparecem os municípios amazonenses de Barcelos, Santa Isabel do Rio Negro e Santo Antônio do Içá.

O cultivo racional da *A. funifera* ainda é feito sem nenhuma norma técnica pré-estabelecida. Dentre as possibilidades de uso dessa palmeira destaca-se a produção de fibras longas, pouco elásticas, flexíveis e impermeáveis, utilizadas para a fabricação de vassouras domésticas e industriais, isolante térmico, cordas, dentre outros. Os colhedores de piaçava se referem à extração da fibra bruta por “fitas”, de onde são extraídas as fibras, para a utilização em vassouras, e a borra (figura 3 a-b). No mercado local, a borra, um subproduto da extração da fibra, é bastante utilizada para a cobertura de casas, barracas de praia e choupanas

(NOVAES, 1998). A amêndoa do fruto pode ser utilizada como alimento e óleo, ao passo que o mesocarpo pode ser usado na fabricação de farinha de “satim” e o endocarpo na produção de carvão vegetal (VINHA e SILVA, 1998).



Figura 3 a-b. Localização das fibras em ráquis foliar da piçaveira. a) Piçaveira em fase de “bananeira”. b) Fita de piçaveira com a fibra e a borra.

Quanto à distribuição do sistema radicular, as palmeiras, de um modo geral, não possuem uma raiz principal, mas sim um sistema fasciculado, característico das monocotiledôneas. O crescimento radicular se inicia na germinação da semente, e se desenvolve da base do estipe, sendo produzidas, continuamente, durante toda a sua vida; sendo que as mais grossas (primárias) apresentam pequena capacidade de absorção, restrita apenas a uma pequena parte clara, situada logo atrás da coifa (FRÉMOND et al., 1975), a qual é responsável pela absorção de água e de substâncias minerais do solo. Em condições de restrições hídricas, essa parte da raiz primária se suberifica, perdendo a função de absorção. Das raízes primárias partem as secundárias, de onde se originam as terciárias e quaternárias, que produzem radículas, sendo estes as verdadeiras raízes de absorção. As radículas estão nas camadas mais superficiais do solo, podendo aprofundar-se, dependendo da umidade (PASSOS, 1997). As raízes das palmeiras não apresentam pelos absorventes (JOURDAN & REY, 1997; TOMLINSON, 1990). Assim, as terciárias e quaternárias são consideradas como

as principais raízes de absorção, podendo ser bastante afetadas pela estrutura do solo, bem como pelos seus teores de umidade, oxigênio, elementos minerais e matéria orgânica (MACÊDO & RODRIGUES, 2000; UGBAH et al., 1990).

A dinâmica da distribuição do sistema radicular em palmeiras é controlada, sobretudo, pelo tipo de solo, condições de umidade, práticas culturais e diferenças varietais (MIRANDA et al. 2004). De acordo com Frémond, et al. (1966), o coqueiro apresenta grande capacidade de adaptar o seu sistema radicular às condições físicas e hídricas do solo e as raízes próximas à superfície do solo, geralmente, são muito vulneráveis ao estresse hídrico e a outras condições ambientais desfavoráveis.

As piaçaveiras possuem como habitat natural os ambientes tropicais úmidos, mas, mesmo assim, são submetidas a diferentes condições de solo e micro-climas, uma vez que ocorrem desde a faixa de restinga até a mata higrófila. Adaptações de plantas da mesma espécie aos diferentes habitats estão associadas a características fisiológicas e morfológicas distintas. A capacidade de tolerância a um estresse é importante para a propagação da espécie, em ambientes diferentes do seu habitat natural. A manutenção da integridade do aparelho fotossintético durante o estresse é um fator importante para caracterizar a resistência, uma vez que permite recuperação da fotossíntese após o estresse (LIU e DICKMANN, 1993). Porém, em se tratando da redução de área foliar, é possível uma compensação fotossintética à partir das folhas remanescentes do desfolhamento. Em nível foliar, as respostas das plantas envolvem ajustes na composição do maquinário fotossintético no interior de células individuais ou até mesmo no cloroplasto, processo conhecido por aclimação fotossintética (WALTERS, 2004).

Outro aspecto relevante é a alocação de produtos da fotossíntese nos diferentes ambientes de cultivo (sol e sub-bosque) e em diferentes condições de irradiância na obtenção de informações sobre a plasticidade da planta (FEIJÓ et al., 2008). As respostas de plasticidade envolvem ajustes morfológicos como resultados de mudanças dos padrões de crescimento e alocação de fotoassimilados (CHAZDON, 1996). Segundo Valladares (2004), em ambientes com alta irradiância e baixa disponibilidade de água, as plantas devem ser capazes de balancear as suas necessidades fisiológicas com os estresses de alta irradiância e hídrico aos quais estão sujeitas. Caso contrário, devem possuir adaptações morfológicas que

diminuem ou mesmo evitem os efeitos sinérgicos desses estresses, na tentativa de alcançar seu estado funcional máximo.

As espécies arbóreas variam grandemente na sua capacidade de responder à alteração na disponibilidade de luz (RAMOS *et al.*, 2004; THOMPSON *et al.*, 1992). A aclimação à variação da irradiância depende da capacidade da planta em alterar tanto a alocação de biomassa seca como a capacidade fotossintética, de maneira a obter o maior ganho de carbono nas novas condições. Estas alterações nas características das folhas estão relacionadas à capacidade fotossintética, à razão clorofila a/b, espessura foliar, teor de nitrogênio, densidade estomática, e, ou alterações na proporção de tecidos fotossintetizantes em relação aos não fotossintetizantes (POPMA e BONGERS, 1991). Isto, por sua vez, promove alterações morfofisiológicas como variações na distribuição de biomassa entre raiz e parte aérea, na taxa de assimilação líquida de carbono e na razão de área foliar (OSUNKOYA *et al.*, 1994; POPMA e BONGERS, 1991; RAMOS *et al.*, 2004). Geralmente, as características de crescimento, biomassas aérea e radicular, são variáveis importantes utilizadas para inferir na capacidade de aclimação das espécies a diferentes regimes de sombreamento e na tolerância a déficit hídricos do ambiente em que estão se desenvolvendo (SCALON *et al.*, 2002; ALMEIDA *et al.*, 2005).

Em plantas cultivadas a pleno sol, a taxa fotossintética, em irradiância de saturação, é geralmente maior em espécies exigentes em luz, quando comparadas com espécies tolerantes ao sombreamento, o que garante as primeiras maiores taxas de crescimento e de assimilação líquida de carbono (OSUNKOYA *et al.*, 1994). Por outro lado, os ambientes de alta irradiância estão frequentemente associados a elevadas temperaturas, que, por sua vez, conduzem a uma maior demanda hídrica da atmosfera. Esse conjunto de características, em geral, reduz a condutância estomática, sobretudo nas horas mais quentes do dia, limitando assim, ao mesmo tempo, a perda de água pelas folhas e a difusão do CO₂ da atmosfera para a câmara subestomática. Dessa forma, espera-se um melhor rendimento das espécies mais eficientes com relação ao uso da água.

Espera-se que as adaptações e respostas fisiológicas muito amplas ocorram, entre as palmeiras e que possam ser evidenciadas por meio de características fisiológicas como a condutância estomática máxima ao vapor de água (gs), a fotossíntese líquida máxima (A_{max}) e a radiação fotossinteticamente ativa que satura a fotossíntese líquida, ou irradiância de

saturação (IS). Valores de g_s variam de $0,16 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ em *Attalea exigua* (MORAES et al., 1989) até $0,78 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ em *Elaeis guineensi*, (DUFRENE & SAUGIER, 1993); passando pelo *Cocos nucifera*, cujo valor de $g_s = 0,66 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (PASSOS et al., 1999).

Os valores de IS apresentam também grande variação entre as palmeiras, acompanhando os valores respectivos de A_{max} . Para a *Mauritia flexuosa*, o valor de IS encontrado por Calbo e Moraes (1997) foi de $655 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Em um estudo realizado com indiv\u00edduos adultos de seis gen\u00f3tipos de *C. nucifera*, crescendo sob condi\u00e7\u00f5es de campo, Prado et al. (2001) verificaram que a estiagem de ver\u00e3o restringiu fortemente g_s , A e E foliar, aumentando a efici\u00eancia intr\u00ednseca do uso da \u00e1gua (A/g_s). A diminui\u00e7\u00e3o dos valores de trocas gasosas evidenciados ocorreu mesmo sob uma maior disponibilidade de radia\u00e7\u00e3o no per\u00edodo seco. O estrito controle das trocas gasosas por meio de g_s aumenta a efici\u00eancia do uso da \u00e1gua e mant\u00e9m positivos os balan\u00e7os de carbono e h\u00eddrico da planta (PRADO et al., 2001).

A explora\u00e7\u00e3o da pia\u00e7aveira \u00e9 puramente extrativista, por isso existe a necessidade de um manejo racional para que sua sobreviv\u00eancia seja garantida (AQUINO *et al.*, 2002; VINHA, 1997). A padroniza\u00e7\u00e3o de suas fibras para comercializa\u00e7\u00e3o direta na ind\u00fastria, requer o preparo de um produto com qualidade superior, de acordo com as exig\u00eancias do mercado. O aumento da produ\u00e7\u00e3o nacional e a maior participa\u00e7\u00e3o da fibra de pia\u00e7aveira, na composi\u00e7\u00e3o de diversos produtos podem ser obtidos com a implanta\u00e7\u00e3o de pia\u00e7avais em sistemas agroflorestais e no repovoamento ou enriquecimento florestal de \u00e1reas da Mata Atl\u00e2ntica (MELO *et al.*, 2000). Por\u00e9m, poucos s\u00e3o os trabalhos cient\u00edficos que exaltem a import\u00e2ncia da difus\u00e3o e da racionaliza\u00e7\u00e3o, de t\u00e9cnicas sobre o cultivo da pia\u00e7aveira, visando atender a expectativa dos agricultores, j\u00e1 que se trata de uma excelente alternativa para a diversifica\u00e7\u00e3o do litoral baiano (VINHA e SILVA, 1998).

Os aspectos positivos e negativos relacionados ao cultivo da pia\u00e7aveira a pleno sol e em sub-bosque s\u00e3o, at\u00e9 o presente momento, divergentes e baseados em fatos emp\u00edricos. O conhecimento sobre os requerimentos de luz, bem como os efeitos do desfolhamento, sobre a fisiologia de pia\u00e7aveiras \u00e9 importante para se proceder a um manejo adequado durante as colheitas, al\u00e9m de possibilitar a avalia\u00e7\u00e3o de n\u00edveis \u00f3timos de radia\u00e7\u00e3o e temperatura, j\u00e1 que nesses aspectos residem as causas de diferentes atividades fotossint\u00e9ticas (CANNELL, 1975; BAGGIO *et al.*, 1997; MORAIS *et al.*, 2003).

3. METODOLOGIA

3.1. Local de estudo

A pesquisa foi realizada no município de Itacaré, nas Fazendas Reunidas Santana de 705 hectares, localizada no Km 43 da rodovia Ilhéus-Itacaré - BA 001, na latitude de 14° 16' 39" S e longitude de 38° 59' 48" W, em solo classificado como Neossolo Quartzarênico profundo, bem drenado e de textura arenosa (Embrapa,1999), com os seguintes valores médios para características granulométricas: 20 g kg⁻¹ de argila, 5 g kg⁻¹ de silte e 869 g kg⁻¹ de areia.

O estudo foi realizado numa área onde as piaçaveiras são cultivadas a pleno sol e em outra área sob mata raleada, denominada sub-bosque (Figura 4 a-b). Apesar de sua ocorrência natural na região, atualmente, grande parte da cultura foi implantada, com base em informações do proprietário da fazenda, estima-se que exista na propriedade 400.000 piaçaveiras em diferentes estádios de desenvolvimento, numa área de quase 300 ha. O clima do município de Itacaré-BA é do tipo Tropical Úmido ou Equatorial de acordo com o sistema de classificação do clima de Köppen, no qual é denotado pelo grupo *Af*, das zonas geográficas caracterizadas pela elevada temperatura média do ar; entre 24° C e 27° C, com média mensal sempre superior a 18° C e pela alta pluviosidade (superior 2 000 mm de precipitação total anual e precipitação média mensal superior a 60 mm, em todos os meses do ano) (MCKNIGHT, 2004).

3.2. Avaliação de emissão de folhas e produção de fibras

Para as análises do ritmo de emissão de folhas e da produtividade de fibras, foram selecionadas e etiquetadas 30 piaçaveiras cultivadas à pleno sol e 30 em sub-bosque, com aproximadamente 13 anos de idade, na sua fase mais produtiva, denominada “bananeira”, (BONDAR,1942).



Figura 4. Área de cultivo de piaçaveiras, onde foram aplicados os tratamentos **a-b**. a) Piaçaveiras cultivadas a pleno sol. b) Piaçaveiras cultivadas em sub-bosque.

As unidades amostrais do experimento foram selecionadas de acordo com a homogeneidade de suas características de cultivo, tais como idade, relevo e ambiente. Isto só foi possível mediante as informações de plantio. As piaçaveiras cultivadas na área objeto de pesquisa não são adubadas e contam com as condições naturais para seu desenvolvimento, sendo realizado na área, apenas um controle de insetos mediante a utilização de armadilhas.

Inicialmente, foi efetuada a contagem do número de folhas expandidas e trimestralmente verificou-se a emissão de novas folhas durante o período de um ano, sendo T1(mês 3), T2(mês 6), T3(mês 9) e T4 (mês 12). A colheita de fitas com fibras e borras foram realizadas duas vezes, sendo a primeira no início da aplicação dos tratamentos e a segunda 12 meses após e foi feito nas mesmas 60 plantas selecionadas para a análise de crescimento. A extração das fitas (colheita) foi efetuada do modo tradicional, manualmente, com a utilização apenas de um facão, onde 15 plantas em cada ambiente foram submetidas ao desfolhamento

durante a extração da fibra. Esta prática é comum, pois facilita a retirada das fitas em piaçaveiras mais altas. As fitas retiradas, em cada colheita foram separadas a borra e a fibra, processo também manual, e foram levadas para a secagem em estufa de ventilação forçada de ar à 75° C por 72 h e pesadas separadamente.

3.3. Análise da distribuição do sistema radicular

Para a análise da distribuição do sistema radicular, inicialmente foi aberta uma trincheira (Figura 5-a) de 1,5 x 1,0 m de largura e profundidade, respectivamente, para a exposição das raízes, constituindo uma forma de identificar o melhor método para a análise da distribuição do sistema radicular em piaçaveiras. Foi possível observar a quase inexistência de raízes em determinadas direções na planta. Tal observação permitiu a definição do método da coleta de raízes por meio de trado. Algumas piaçaveiras tombadas na área do experimento também foram importantes para o delineamento desta análise, uma vez que demonstraram claramente distribuição irregular das raízes na circunferência da planta (Figura 5-b).



Figura 5 a-b. Observações do sistema radicular. a) Trincheira para estudo do sistema radicular de piaçaveiras. b) Encurvamento do sistema radicular de piaçaveira observado em planta tombada pelo vento em área a pleno sol.

Foram escolhidas ao acaso três plantas em cada ambiente (sol e sub-bosque), não submetidas ao tratamento de desfolha das análises anteriores de ritmo de emissão de folhas e de produtividade. Próximo a cada planta foram retiradas amostras do solo, nas quatro direções radiais em relação ao estipe, (N, S, L e O), em cinco profundidades (0,2; 0,4; 0,6; 0,8 e 1,0 m) a partir da superfície do solo e em cinco distâncias (0,2; 0,4; 0,6; 0,8 e 1,0 m) à partir do estipe de cada planta. Utilizou-se para a coleta de raízes, um tubo de aço galvanizado, com diâmetro interno de 0, 1 m e com 1,2 m de comprimento e uma marreta de ferro (Figura 6), para retirar amostras de solo inalteradas, perfazendo um total de 100 amostras de solo por planta. As amostras coletadas no campo foram armazenadas em sacos plásticos, etiquetadas e levadas para o processamento das raízes em laboratório no mesmo dia. As raízes existentes em cada amostra foram separadas do solo, por meio de peneiras, separadas das raízes de outras plantas e de outros detritos e transferidas para sacos de papel devidamente etiquetados. Em seguida, foram levadas para a secagem em estufa de ventilação forçada de ar à 75° C por 72 h, para posterior pesagem e obtenção da biomassa seca total de raízes por amostra.



Figura 6. Tubo de aço galvanizado e marreta de ferro, utilizados para a retirada de solo e coleta de raízes de piaçaveiras.

3.4. Microclima dos ambientes de cultivo

A Radiação Fotossinteticamente Ativa – (RFA, $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), a temperatura (Tar, °C) e a umidade relativa do ar (UR, %), foram monitoradas nos ambientes a pleno sol e a sub-bosque, ao longo de três dias distintos (14/04/2009, 28/04/2009 e 08/05/2009) do outono, utilizando uma miniestação climatológica Hobo (Onset Computer, Massachusetts, EUA). Os sensores foram programados para realizarem leituras em intervalos de 1 minuto, em medições simultâneas, para viabilizar a comparação entre os locais, pleno sol e sub-bosque, entre os horários de 8 às 17 hs. Utilizou-se o programa BoxCar 4.3 para Windows, software de comunicação dos sensores OnSet – Hobo, para transferir os dados para o computador, exportando os mesmos para o programa de análise estatística.

3.5. Trocas gasosas foliares

As variáveis de trocas gasosas foliares: taxa fotossintética líquida por unidade de área foliar (A), condutância estomática ao vapor de água (gs), taxa de transpiração foliar (E) e razão entre as concentrações interna e atmosférica de CO₂ (Ci/Ca) foram medidas oito dias após a aplicação do segundo tratamento de desfolha, no período da manhã, entre 7 h e 12 h. Para isso foram selecionados folíolos das porções medianas de folhas completamente expandidas, porém ainda jovens. Foram analisadas plantas dos dois ambientes (sol e sub-bosque) submetidas e não submetidas ao tratamento de desfolha, no intuito de verificar as respostas fotossintéticas das plantas que sofreram o desfolhamento. Utilizou-se um sistema portátil para medição de trocas gasosas foliares (IRGA – *Infrared Gas Analyzer*), modelo LI-6400 (LICOR Biosciences Inc., Nebraska, EUA) equipado com uma fonte de irradiância artificial 6400-02 B RedBlue. Com esse equipamento foram construídas curvas de saturação de luz, por meio da rotina “light curve” do software OPEN 4.04, em 12 valores de irradiância (I), em ordem decrescente (0, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 400, 600, 800, 1000 e 1200). O tempo mínimo permitido para a aclimação das folhas, em cada nível de I, foi de 60s e o tempo máximo para salvar cada leitura foi de 120s. O coeficiente de variação máximo permitido para o salvamento de cada leitura foi de 0,2%. A concentração atmosférica de CO₂ (Ca) e a temperatura da câmara foliar (TF) foram fixadas em, 400 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ e 27 ± 1 °C, respectivamente. Para cada repetição, estimou-se a eficiência quântica aparente (α , inclinação da reta) e a taxa respiratória no escuro (Rd, ponto onde a reta toca o eixo y) por meio de um

modelo linear do tipo $A_n = \alpha RFA + Rd$, para $I < 100 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Esse modelo permitiu ainda estimar o valor da irradiância de compensação ($IC = Rd/\alpha$), que corresponde ao ponto onde a reta toca o eixo das abscissas x . A taxa fotossintética líquida máxima (A_{nmax}) foi estimada por meio do ajuste um modelo exponencial do tipo $A_n = A_{max}(1 - \exp(-\alpha (RFA/A_{max}))) - Rd$, onde A_{max} é a taxa fotossintética bruta máxima ($A_{nmax} = A_{max} - Rd$) (IQBAL et al., 1997; GOMES et al., 2006).

3.6. Análise estatística

Para o estudo do efeito do desfolhamento em dois ambientes, adotou-se o delineamento experimental inteiramente ao acaso (DIC), em esquema fatorial (dois ambientes de cultivo x duas formas de colheita, com e sem desfolha) e um número variável de repetições de acordo com a variável/parâmetro em análise; sendo cada unidade experimental composta por uma planta. Após a ANOVA fatorial, as comparações entre as médias dos tratamentos foram realizadas utilizando-se o de Tukey ($P < 0,05$), com recursos do programa Statistica 6.0 (Statsoft Inc., EUA), e as variáveis microclimáticas foram submetidas apenas à estatística descritiva (média \pm erro padrão). Os dados de biomassa seca total de raízes foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos, em cada profundidade, distância e sentido do estipe, foram comparados, utilizando-se o teste de Tukey, ($P < 0,05$).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Condições microclimáticas dos ambientes de cultivo

A intensidade de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) no sub-bosque foi, em média de $32,6 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, atingindo picos de $606,3 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, enquanto que à pleno sol os valores médios chegaram a $534,1 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, com picos de $2.381,3 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, (Figura 7). Nas condições de sub-bosque, a interceptação de RFA é condicionada por diversos fatores, a exemplo do ângulo de incidência da radiação solar, uma vez que no início da manhã, devido a posição do sol, há uma maior incidência desta radiação. Também a fragmentação ou raleamento da mata, prática efetuada pelos produtores, objetivando a inserção de outras culturas como no caso da piaçava; bem como o ângulo foliar e a disposição das folhas no dossel, entre outros, alteram a intensidade luminosa (HAYNES, 1980).

A caracterização da luz, nos diversos níveis do dossel das florestas, pode ser difícil devido à variabilidade espacial e temporal. Sob um dossel, um único ponto recebe luz direta e difusa. A luz direta vem do sol e varia de modo considerável, tanto espacialmente, quanto temporalmente. Sua disponibilidade ao nível do solo da floresta é determinada pela posição do curso do sol, localização dentro das lacunas, tamanho das lacunas, altura do dossel, nebulosidade, fenologia das folhas e movimento da folhagem devido ao vento (GENDRON et al., 1998). Nota-se que, praticamente, a metade dos valores de RFA encontrados a pleno sol corresponderam aos valores máximos obtidos, em condições de sub-bosque. Por observações visuais, constatou-se que as plantas que se desenvolveram sob as copas das árvores apresentavam ângulo foliar em relação ao estipe, ainda mais vertical, em relação àquelas desenvolvidas sob radiação solar plena.

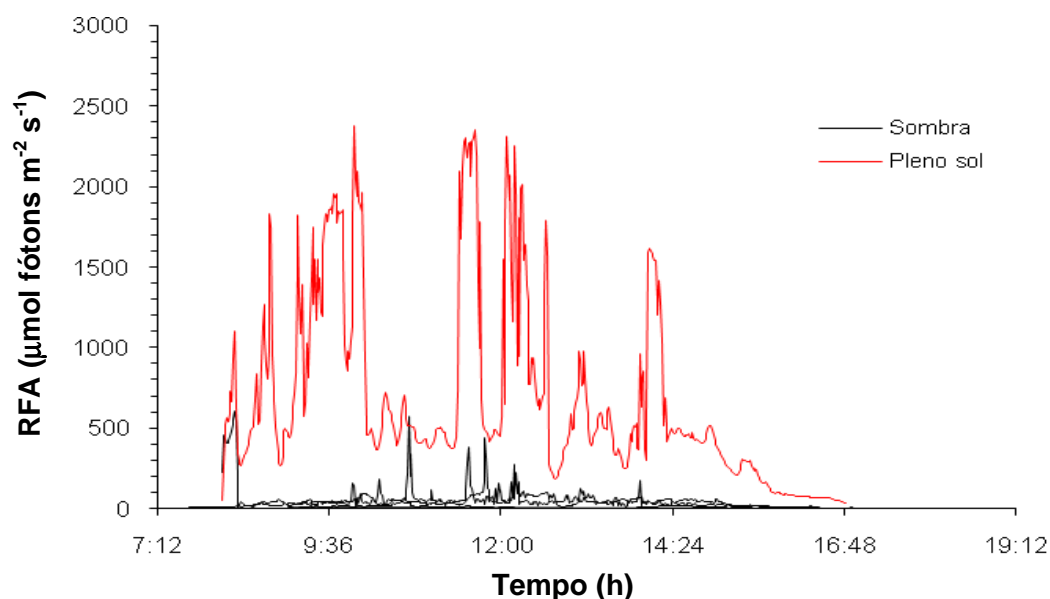


Figura 7. Variação média diária dos fluxos de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) nos ambientes de cultivo da piaçaveira a pleno sol e de sub-bosque.

A temperatura média do ar (Tar) no sub-bosque variou de 20 a 28 °C ao longo do dia. Já a pleno sol os valores situaram-se entre 20 e 29 °C, e os valores máximos foram observados entre o meio da manhã e o início da tarde, em ambos os ambientes (Figura 8). A umidade relativa do ar (UR) apresentou máximos valores ao amanhecer, com acentuada depressão no decorrer da manhã e com uma pequena recuperação no final da tarde. Os valores de UR registrados no sub-bosque variaram entre 71 e 97 %, ao passo que em pleno sol, entre 70 e 94% (Figura 9). Não houve discrepância entre os ambientes para a Tar e UR, possivelmente em função do período das avaliações de 14/04/2009 à 08/05/2009, estação do outono. Adicionalmente, a proximidade de bacias hidrográficas e regiões litorâneas, conforme observou MELLO et al. (1988), podem interferir nos mecanismos microclimáticos. A baixa variação de Tar entre os ambientes pode ser explicada ainda pela ação dos ventos fortes, comum durante todo o ano na região. Os valores de Tar que poderiam ser ainda maiores a pleno sol, podem ter sido influenciados pela ação dos ventos, uma vez que sua ação é maior em áreas abertas do que no interior da mata.

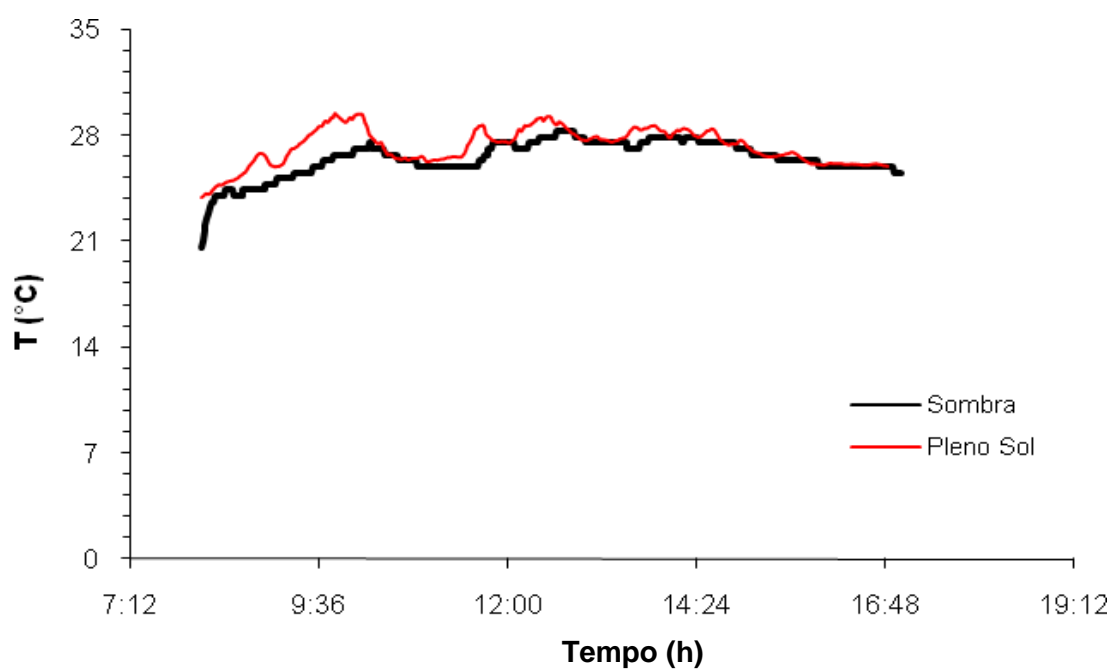


Figura 8. Curso diurno da temperatura do ar (T) nos ambientes de cultivo de piaçaveiras de sub-bosque e a pleno sol.

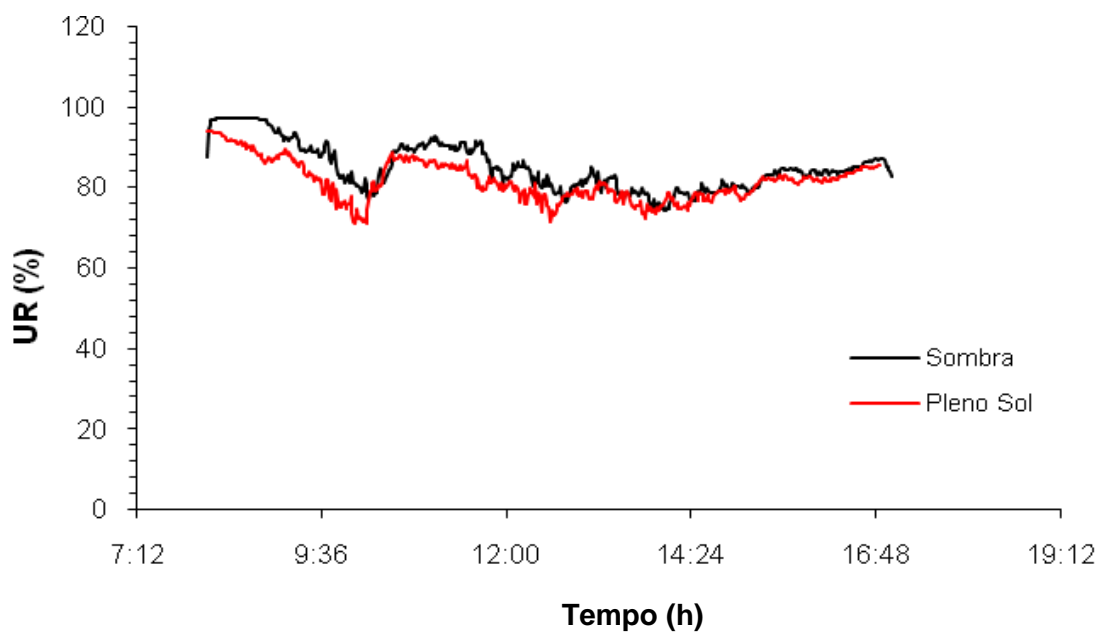


Figura 9. Curso diurno da umidade relativa do ar (UR) nos ambientes de cultivo de piaçaveiras de sub-bosque e a pleno sol.

4.2. Trocas gasosas foliares

Os parâmetros derivados da curva de saturação por luz em folíolos de *A. funifera*, não sofreram variações significativas ($P < 0,05$), após o tratamento de desfolhamento, nas plantas cultivadas a pleno sol, embora os valores de A_{nmax} , IC, IS e Rd tenham aumentado sensivelmente. (Tabela 1). Nas plantas, cultivadas em condições de sub-bosque, a desfolha gerou um aumento significativo ($P < 0,05$) de A_{max} ($5,88 \pm 0,05$ vs. $7,69 \pm 0,30 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e de α . Aumento nos valores de IC e Rd, e diminuição de IS, também foram observados em plantas desfolhadas de sub-bosque, embora as diferenças não tenham sido estatisticamente significativas.

O valor de IC revela em qual fluxo de fótons ocorre o equilíbrio entre as concentrações de CO_2 respirado e de CO_2 absorvido pelas folhas. Este valor pode variar de acordo com a espécie, com a temperatura no momento da medição da concentração de CO_2 , mas geralmente corresponde cerca de 2% da luz solar plena ($40 \mu\text{mol fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) (SALISBURY e ROSS, 1991). As diferenças encontradas para IC, embora estatisticamente não significativas, são indicadores de mudanças de Rd, tal que, quanto menor os valores de Rd, menos fótons serão necessários para atingir IC. Vale ressaltar que a diminuição de Rd não significa que houve otimização da absorção de irradiância, mas sim um aumento no ganho líquido de CO_2 .

Tabela 1. Parâmetros derivados da curva de saturação de luz em folíolos de piaçaveiras adultas cultivadas em condições de campo. Valores médios (\pm erro padrão) de 5 repetições

Condição	Variável/Parâmetro	Tratamento		
		Não desfolha	Desfolha	p
Pleno sol				
	A_{nmax}	9,84 \pm 0,34	10,13 \pm 0,32	ns
	α	0,05 \pm 0,01	0,04 \pm 0,01	ns
	IC	7,61 \pm 0,91	10,27 \pm 0,65	ns
	IS	467,00 \pm 23,86	633,67 \pm 97,50	ns
	Rd	- 0,39 \pm 0,07	- 0,42 \pm 0,07	ns
Sub-bosque				
	A_{nmax}	5,88 \pm 0,05	7,69 \pm 0,30	*
	α	0,03 \pm 0,01	0,05 \pm 0,01	*
	IC	6,86 \pm 0,50	7,58 \pm 0,95	ns
	IS	225 \pm 17,9	147,66 \pm 5,57	ns
	Rd	- 0,27 \pm 0,05	- 0,41 \pm 0,07	ns

Abreviações: A_{nmax} (taxa fotossintética líquida máxima), α (eficiência quântica aparente), IC (irradiância de compensação), IS (irradiância de saturação), Rd (Taxa de respiração no escuro) e p (probabilidade). Teste – F, * p < 0,05; e ns p \geq 0,05.

Houve um aumento de Rd nos dois ambientes, após a aplicação do tratamento de desfolha, embora esta variável não tenha apresentado diferenças significativas entre os ambientes de cultivo a pleno sol e de sub-bosque. A respiração no escuro reflete uma condição em que, não havendo absorção da radiação luminosa pelas folhas, a quantidade de CO₂ liberado pela respiração excede a de CO₂ fixado na fotossíntese. Medina et al. (1999), consideram que a elevação de Rd em ambiente de grande demanda evaporativa, como verificado à pleno sol, em geral contribui para cessar tanto as elevações nas taxas de transpiração como as reduções do potencial hídrico e teor relativo de água em nível de folha e que nesse sentido, sob condições naturais ou em casa de vegetação, à medida que a temperatura se eleva e a UR diminui, as respostas dos diversos processos metabólicos da planta refletem a integração destes fatores.

Os valores medidos máximos ($\text{PAR} > 800 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) de A, foram maiores no tratamento a pleno sol em relação ao sub-bosque. Este resultado é esperado, visto que, os valores de A, para as plantas cultivadas em ambientes com menor irradiância são menores, porque os valores de Rd são inferiores. Baixos valores de Rd parecem representar uma adaptação básica que permite às plantas de sub-bosque sobreviver em ambientes limitados de luz.

Estudos realizados com plantas cultivadas a pleno sol indicam, quase sempre, que as folhas apresentam maior valores de gs do que nos ambientes com menos luz, o que explica, em parte, maior valor de A, (PEZZOPANE, et al.,2002). Este comportamento foi mantido no presente estudo. Entretanto, após o desfolhamento, foi observado um acréscimo nos valores de A, gs e Ci/Ca, nos dois ambientes de cultivo (sol e sub-bosque).

A remoção de parte aérea representa um estresse para as plantas, cuja magnitude depende da intensidade da desfolha. A desfolha reduz a interceptação de luz e, também, a fotossíntese líquida do dossel, bem como a quantidade de compostos orgânicos de reserva e o crescimento de raízes (DAVIDSON & MILTHORPE, 1966).

O aumento de A, em plantas desfolhadas pode ser justificado pelo incremento da incidência de luz na copa das plantas em função da desfolha uma vez que, folhas que recebiam menos luz, passaram a receber uma quantidade maior de radiação (ANTEN, NPR, ACKERLY, DD. 2001). Porém em piaçaveiras, a desfolha é feita sempre retirando as folhas mais antigas da parte inferior da copa. Além disso, a disposição quase que vertical das folhas da piaçaveiras, em relação ao estipe, permite que as folhas remanescentes do desfolhamento não sofram alterações em relação às condições de radiação, ficando expostas à mesma quantidade de radiação do que antes do tratamento de desfolha. Portanto, no presente caso este não seria um fator de influência no aumento da fotossíntese em piaçaveiras, uma vez que não houve um incremento na incidência de luz na copa, após a desfolha.

Outro motivo para o aumento na taxa fotossintética, nas plantas submetidas ao tratamento de desfolha pode ser justificado por uma maior abertura estomática e maior aporte de CO₂, como podemos observar na razão das concentrações interna e atmosférica de CO₂ (Ci/Ca) (Tabela 2). Estes apresentaram os valores maiores para o ambiente a pleno sol e aumentaram ainda mais, após a aplicação do tratamento de desfolha, tanto a pleno sol, quanto em sub-bosque. Consequentemente ocorreu uma diminuição de A/E, em função do aumento

de E, nos folíolos das folhas de piaçaveiras cultivadas a pleno sol, e apesar de não significativo, observado também em sub-bosque. Alguns autores trabalhando com outras espécies, verificaram aumento na eficiência fotossintética de plantas após a desfolha (DELTING et al., 1979; PAINTER & DELTING, 1981, DAVIES, 1974), a chamada fotossíntese compensatória (RICHARDS, 1993), ou "efeito compensatório"; (PÁEZ & GONZALEZ, 1995).

Painter & Delting (1981), observaram aumento médio de 110% nos valores de A, de *Agropyron smithii* nos dez dias posteriores à desfolha. Davies (1974), também sugere uma capacidade de aumento na taxa fotossintética das folhas remanescentes de *Azevém perene*, que compensaria a perda parcial de tecido foliar. Brougham (1956), observou em *Panicum maximum*, uma estreita relação entre a área foliar e a velocidade de recuperação de A, após desfolha. Esta recuperação está condicionada à presença de área foliar remanescente que com o aumento de A, promove uma rápida emissão de novas folhas.

Aparentemente o aumento nos valores de A em piaçaveiras, sofreu uma influência difusiva, decorrente de uma maior disponibilidade hídrica e de nutrientes que anteriormente iriam para as folhas retiradas, promovendo aumento em gs e elevação de A. Conseqüentemente, houve a diminuição de A/gs e A/E. Apesar de não ter sido avaliado o potencial hídrico foliar, tais considerações são consistentes com a literatura. Em gramíneas, os valores de A, em folhas remanescentes tende a aumentar, também sob efeito compensatório (JEWISS & WOLEDGE, 1967; RYLE & POWELL, 1975). Estudos em *Lolium* sp. sugerem que o aumento na taxa fotossintética em plantas desfolhadas resulta de queda na resistência mesofílica à difusão do CO₂ (DEINUM, 1976). Marshall & Sagar (1965) inferiram sobre a possibilidade do aumento na força dos novos drenos, gerados pela desfolha, em estimular um aumento da assimilação de CO₂ das folhas remanescentes. Segundo estes autores, existem fortes evidências de que a taxa fotossintética foliar é influenciada pela demanda de assimilados e, se a demanda for baixa, o resultante acúmulo de açúcares ou amido na folha inibe a fotossíntese, de maneira análoga à inibição por produtos finais nas reações bioquímicas da fotossíntese. Possivelmente, a desfolha em piaçaveiras alterou a relação fonte-dreno. Houve remoção das fontes (folhas) e manutenção dos tecidos não fotossintetizantes da planta (drenos).

Para entender a importância fisiológica das mudanças das características fotossintéticas em folhas de piaçaveiras e na estrutura da copa, em resposta a perda de folhas, é importante quantificar os efeitos dessas mudanças no ganho de carbono da planta toda. Alguns estudos demonstraram que a capacidade fotossintética da folha tem relativamente pouco efeito no ganho de carbono (MONSI *et al.* 1973; BARNES *et al.* 1990). Isso se dá porque geralmente existe uma forte relação positiva entre a capacidade fotossintética foliar e a respiração (HIROSE & WERGER 1987; PONS *et al.* 1989; ANTEN *et al.* 1995, 1996), que é um componente particularmente importante para a fixação de carbono em condições de baixa irradiância (HIROSE & WERGER 1987; SIMS *et al.* 1994). Gold & Caldwell (1990), também verificaram um aumento na taxa fotossintética por unidade de área foliar remanescente após a desfolha de *Agropyron desertorum*, cultivado a pleno sol.

Tabela 2. Variáveis de trocas gasosas em folíolos de folhas de piaçaveiras adultas cultivadas em campo. Valores máximos (\pm erro padrão) de 5 repetições, obtidos a partir de curva de saturação de luz (PAR $>800 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), acima da irradiância.

Condição	Variável/Parâmetro	Tratamento		
		Não desfolha	Desfolha	<i>p</i>
Pleno sol				
	A	10,01 \pm 0,12	10,64 \pm 0,17	*
	gs	0,09 \pm 0,01	0,12 \pm 0,01	*
	A/gs	104,92 \pm 2,06	86,17 \pm 1,70	*
	Ci/Ca	0,51 \pm 0,01	0,58 \pm 0,01	*
	A/E	6,92 \pm 0,22	5,43 \pm 0,12	*
Sub-bosque				
	A	6,38 \pm 0,07	7,63 \pm 0,11	*
	gs	0,05 \pm 0,01	0,08 \pm 0,01	*
	A/gs	111,15 \pm 1,40	96,35 \pm 3,44	*
	Ci/Ca	0,48 \pm 0,01	0,55 \pm 0,01	*
	A/E	4,81 \pm 0,10	4,68 \pm 0,16	ns

Abreviações: A (taxa fotossintética líquida, $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), gs (condutância estomática ao vapor d'água, $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), A/gs (eficiência intrínseca do uso da água, $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$), Ci/Ca (razão das concentrações interna e atmosférica de CO_2), A/E (eficiência instantânea do uso da água, $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mmol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$), E (taxa transpiratória, $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), p (probabilidade). Teste – F, * $p < 0,05$; e ns $p > 0,05$.

Observou-se os maiores valores de A/gs, nas plantas não desfolhadas, tanto a pleno sol como em sub-bosque. Entretanto, os valores de A/gs foram reduzidos após o desfolhamento, evidenciando uma resposta ao aumento de A e de gs, tanto à pleno sol, quanto em sub-bosque.

4.3. Análise da distribuição do sistema radicular

O estudo da distribuição do sistema radicular em *A. funífera* Mart., mostrou que a massa total de raízes a pleno sol foi maior do que em sub-bosque independente da profundidade do solo e da distância em relação ao estipe (Figura 10). Este comportamento é justificado pela menor disponibilidade de água no solo em áreas submetidas a uma maior intensidade de radiação luminosa e conseqüentemente a uma maior temperatura, necessitando a planta, sob estas condições, de um maior desenvolvimento do seu sistema radicular. Por outro lado, um padrão de alocação de biomassa, que prioriza os órgãos aéreos sob condições de sombreamento, permite maior captação de luz, otimizando o processo fotossintético em um ambiente onde a luz limita a fotossíntese (CHAPIN et al., 1987). Segundo Claussen (1996), a razão raiz/parte aérea mais elevada, em plantas de ambientes mais iluminados, indica que a biomassa distribui-se mais para as raízes que para os órgãos fotossintetizantes. Essa tendência permite maior absorção de água e nutrientes, estratégia que garantiria à planta maior capacidade de suportar as maiores taxas de fotossíntese e transpiração em ambientes mais iluminados.

Bongarten e Teskey (1987), também relataram que a redução da biomassa seca do sistema radicular, com o aumento do sombreamento, se deve ao fato de as plantas crescidas a pleno sol estarem sujeitas à maior restrição hídrica. Tal efeito pode induzir o crescimento da biomassa seca do sistema radicular em detrimento do acúmulo de assimilados na parte aérea. Tais resultados são compatíveis com os do presente estudo.

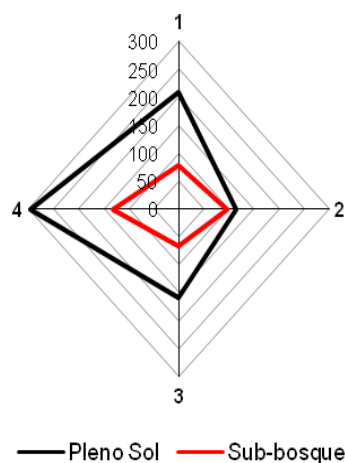


Figura 10 - Distribuição total de biomassa seca de raízes (g) de piaçaveiras em ambientes de cultivo a pleno sol e em sub-bosque, nos sentidos Norte (1), Sul (3), Leste (2) e Oeste (4).

A capacidade de rápido crescimento, da parte aérea em ambiente sombreado é um mecanismo importante de adaptação da espécie, o que constitui uma valiosa estratégia para “escapar” às condições de baixa disponibilidade de luz (MORAES-NETO et al., 2000). Osunkoya e Ash (1991) e King (1994) relataram que o crescimento maior em altura das plantas, em ambientes sombreados, é uma resposta bastante comum, podendo ser atribuída a um maior investimento no alongamento celular, visando captar mais luz. Segundo Wardlaw (1990), plantas cultivadas sob condições de baixa disponibilidade de luz investem maior quantidade de fotoassimilados na parte aérea. Além disso, maior alongamento celular contribuiria para maior altura dessas espécies sob ambientes sombreados, o que justifica a menor quantidade de biomassa alocada no sistema radicular em piaçaveiras encontradas em sub-bosque. Em função disto, observou-se uma prática comum entre os produtores que foi o escoramento ou amarração de piaçaveiras jovens, no intuito de se evitar o tombamento destas plantas. Fenômeno comum, em decorrência do sistema radicular precário, principalmente em condições de sombreamento. Por outro lado, uma maior alocação de biomassa na parte aérea das plantas sombreadas contribui para um maior alongamento foliar e, conseqüentemente, uma obtenção de fibras maiores do que as de plantas a pleno sol. No entanto, são diferenças qualitativas, que não interferem na produção total por planta entre os ambientes a pleno sol e de sub-bosque.

Em geral, plantas cultivadas sob elevados níveis de radiação solar possuem algumas características morfofisiológicas diferentes das plantas cultivadas sob sombra como, aumento da espessura e menor área foliar específica, maior alocação de biomassa para as raízes, maiores teores de clorofila por biomassa foliar, maiores razões entre clorofilas *a* e *b* e maior densidade estomática (BOARDMANN, 1977; GIVINISH, 1988).

Em relação à profundidade do solo de maior dispersão espacial do sistema radicular, foi observada uma biomassa expressiva à 20 cm, tanto para as plantas de sol quanto para as plantas de sombra, com valores significativamente maiores para as piaçaveiras a pleno sol em todas as profundidades, sobretudo nas direções 1(Norte) e 4(oeste). Nas plantas de sub-bosque, maiores biomassas de raízes foram observadas nas profundidades de 20 e 40 cm em todas as direções. À medida que se aumentou a profundidade do solo, houve uma diminuição severa para as plantas em condições de sub-bosque, e uma diminuição pouco acentuada para as plantas cultivadas a pleno sol (Figura 11).

Quanto à distribuição do sistema radicular em função das distâncias em relação ao estipe, foi observada uma maior concentração de raízes nas plantas cultivadas a pleno sol entre 40 e 60 cm, ao passo que, para as plantas de sub-bosque, a maior biomassa ocorreu entre as distâncias de 60 – 80 (Figura 12). Uma maior biomassa de raízes, em menores distâncias nas plantas de pleno sol e nas maiores distâncias nas de sub-bosque, demonstra um comportamento diferente entre plantas de mesma espécie, sob condições ambientais divergentes, uma vez que a área sombreada apresenta uma maior quantidade de matéria orgânica no solo, e seus valores de umidade são mais elevados do que a pleno sol. Deste modo, as plantas cultivadas no interior do sub-bosque, competem mais por nutrientes presentes nas camadas mais superiores, enquanto que as piaçaveiras a pleno sol, competem mais por água, necessitando deste modo de adentrar no solo, em profundidades em que quase não foram verificadas em raízes de piaçaveiras do sub-bosque. Valores semelhantes foram encontrados para o sistema radicular de *Bactris gasipae*, onde 58 a 75 % concentram-se nos primeiros 20 cm de profundidade do solo (VEGA, 2005). Segundo alguns autores (VANDERMEER, 1977; BASSOI et al., 1999), também para o sistema radicular de *Bactris gasipae*, grande parte encontra-se até 40 cm de distância da touceira.

Kushwah et al. (1973) observaram que 74% do sistema radicular de *Cocos nucífera* não produzem ramificações além de 2m do bulbo da raiz e que a maior concentração se encontra entre 0,30 e 1,20m de profundidade. Cintra et al. (1992) avaliaram o sistema radicular de *Cocos nucífera*, na fase de produção, e constataram que a maior concentração de raízes encontrava-se de 0,20 a 0,60m de profundidade e que 70% a 90% das raízes totais distribuía-se lateralmente de 1,0 a 1,5m do estipe.

O sistema radicular de duas variedades de *Cocos nucífera*, em diferentes idades, crescendo em um solo aluvial, em floresta tropical, foram estudados por Avilan et al. (1984). Nessa situação, observou-se que a distribuição radicular foi marcadamente influenciada, tanto pelas características físicas do solo, bem como pelas práticas agronômicas. Independentemente da idade da planta, a maior parte das raízes foram encontradas na camada de 0,0 - 0,3 m de profundidade e num raio de 1,5 m na projeção da copa. No presente experimento, verificou-se também que a distribuição do sistema radicular, em cada planta, ocorreu, sempre com uma tendência, quanto ao sentido de dispersão das raízes. Deste modo, em cada planta estudada, as raízes se concentravam em maior quantidade em um ou dois sentidos em relação ao estipe das piaçaveiras, quase que não ocorrendo em outros sentidos.

Com base nas amostras coletadas, observou-se maior biomassa de raízes no sentido 4 (Oeste) nos dois ambientes, embora as diferenças não tenham sido significativas (Figura 10). Esse padrão de crescimento pode ser causado por influências ambientais (ventos, lençol freático, solo) ou genéticas. As influências dos ventos são contestáveis, visto que na mata, onde a intensidade de ventos é muito menor do que a pleno sol, também foram observados estes diferentes padrões de direção do sistema radicular das piaçaveiras. O mesmo ocorreu em relação a influência do solo, onde foi possível observar o tombamento de plantas cultivadas em com solos diferentes.

Estas observações, quanto às diferenças de sentido de crescimento do sistema radicular de piaçaveiras, ficaram evidentes também, quando observadas em piaçaveiras tombadas na área de estudo. Com a abertura de uma trincheira em outra área da fazenda, com características de solo e microclima diferentes, pôde-se verificar que esta observação não foi apenas uma influência edafoclimática, mas uma característica morfológica do sistema radicular de piaçaveiras, até então nunca descrita.

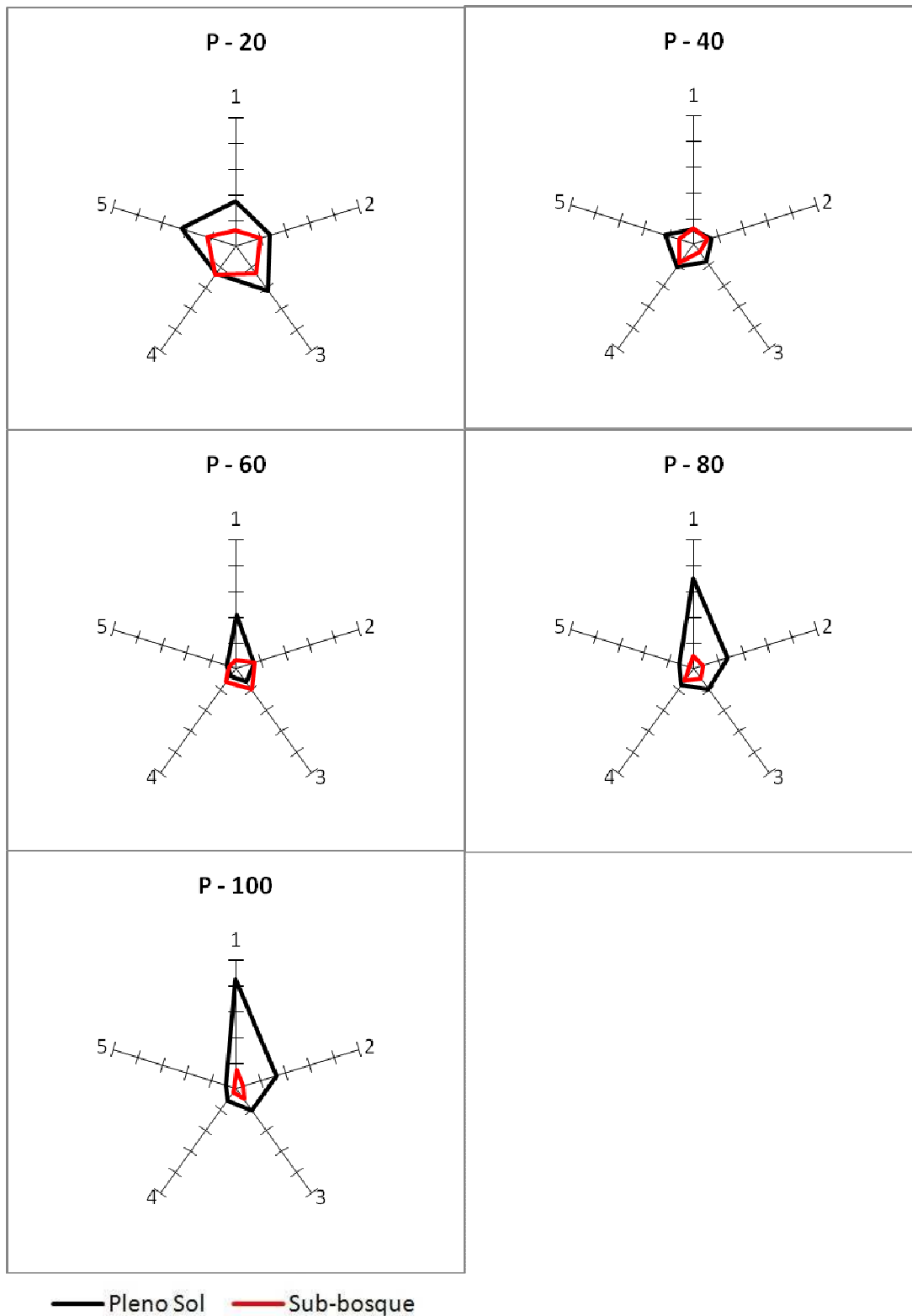


Figura 11 - Distribuição de biomassa seca de raízes (g) de piçaveiras em função da profundidade do solo 20 cm (P-20), 40 cm (P-40), 60 cm (P-60), 80 cm (P-80), 100 cm (P-100), e nas distâncias do estipe 20 cm (1), 40 cm (2), 60 cm (3), 80 cm (4), e 100 cm (5), nos ambientes de cultivo a pleno sol e sub-bosque.

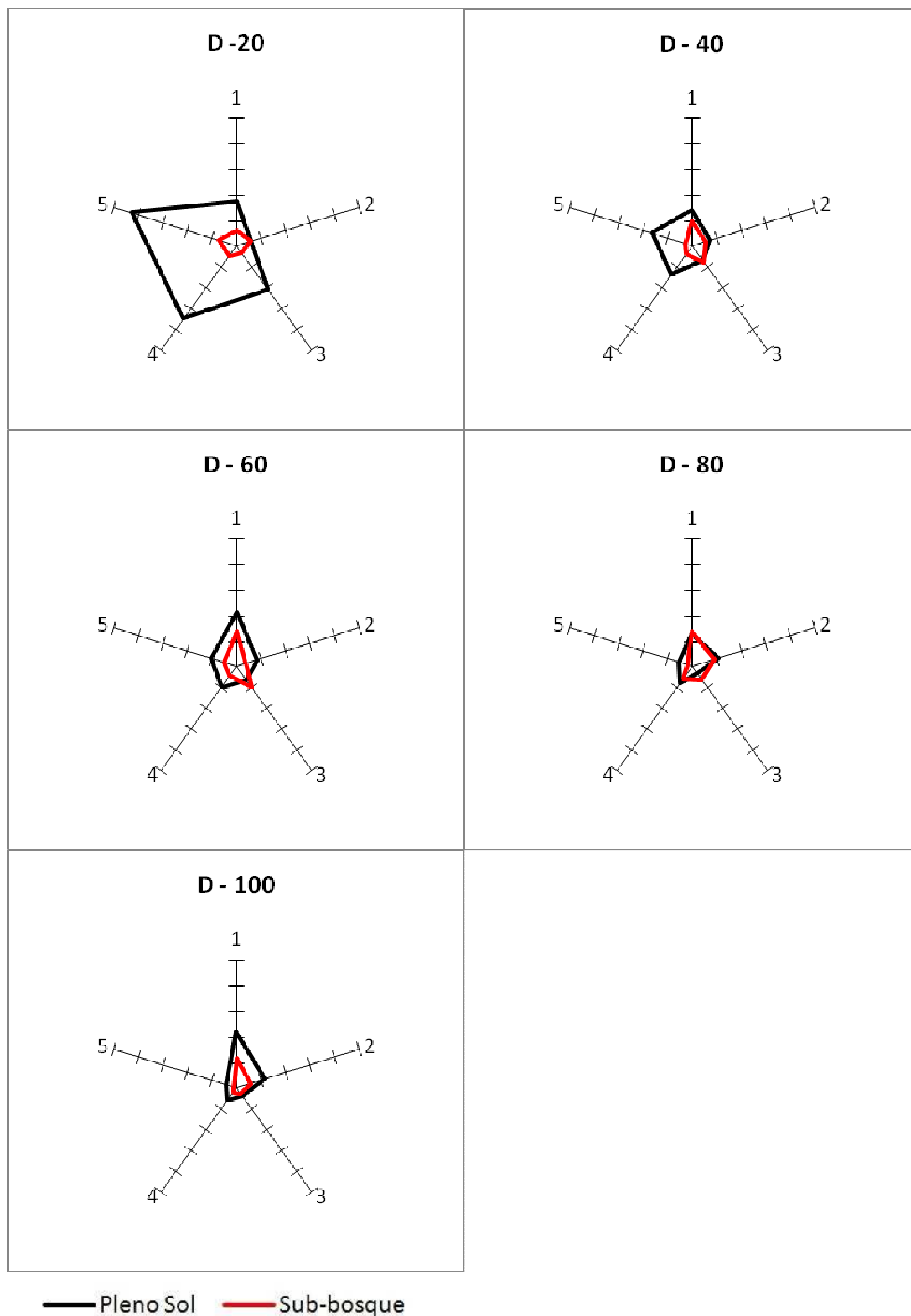


Figura 12 - Distribuição de biomassa seca de raízes (g) de piçaveiras em função das distâncias do estipe 20 cm (D - 20), 40 cm (D - 40), 60 cm (D - 60), 80 cm (D - 80), 100 cm (D - 100), e nas profundidades de 20 cm (1), 40 cm (2) , 60 cm (3), 80 cm (4) e 100 cm (5), nos ambientes de cultivo a pleno sol e sub-bosque.

4.4. Avaliação da emissão de folhas e da produção de fitas

O ritmo de emissão de folhas foi significativamente ($P < 0,05$) reduzido após o tratamento de desfolha, quando comparado com o das plantas controle (Figura 13). Estudos realizados com *Chamaedorea elegans*, estimaram uma perda de 5-30% no ganho de carbono, resultante da remoção de folhas, que foi compensado por um aumento da capacidade fotossintética por área foliar remanescente (ANTEN e ACKERLY, 2001). Esses resultados estão de acordo com os observados no presente estudo, onde também houve um incremento na fotossíntese em folíolos de folhas de piaçaveiras e uma diminuição do ritmo de emissão de folhas.

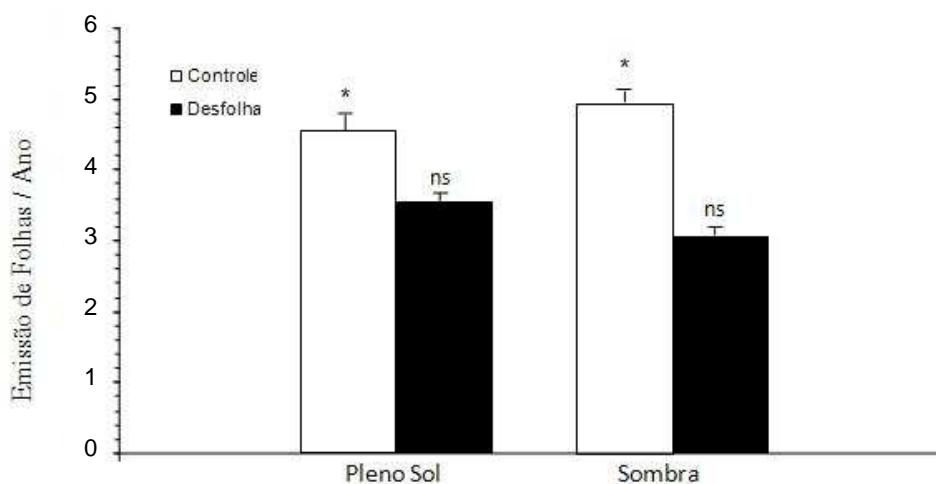


Fig. 13. Valores médios do ritmo de emissão de folhas em piaçaveiras, 1 ano após a aplicação dos tratamentos, nos ambientes de cultivo a pleno sol e de sub-bosque. Valores médios de 60 repetições (\pm erro padrão). Teste – F, * $p < 0,05$; e ns $p \geq 0,05$.

Observou-se maior ritmo de emissão de folhas no ambiente de sub-bosque, nas piaçaveiras que não sofreram desfolha. Para todos os tratamentos, verificou-se uma queda na emissão de folhas, nove meses após a aplicação dos tratamentos (T3 - mês 9), que acentuou ainda mais no tratamento desfolhado em sub-bosque. Possivelmente, as plantas sofreram o efeito de um período mais seco, o que não pode ser afirmado, uma vez que não foram feitas análises de dados pluviométricos no período de avaliação do experimento.

Uma frequência maior no ritmo de emissão de folhas em piaçaveiras cultivadas em sub-bosque, mostra a existência de incremento de área foliar para aumentar a captação de energia solar. Outra característica que também elucida esta competição pela radiação é o

tamanho das folhas de piaçaveiras cultivadas em sub-bosque, que são expressivamente maiores que as de pleno sol. Várias características morfológicas permitem avaliar as respostas de crescimento de plantas em relação à irradiância. Dentre as quais, a de uso mais frequente é a altura da planta, visto que a capacidade em crescer rapidamente, quando sombreadas, é um mecanismo de aclimação das plantas, compreendendo uma valiosa estratégia para “escapar” do sombreamento (MORAES NETO et al., 2000).

Dale (1988) relatou que a área foliar, das espécies que evitam o sombreamento, aumenta em ambientes com maior disponibilidade de luz, ao passo que a área foliar de espécies tolerantes ao sombreamento tende a ser aumentada em condições de baixa irradiância. Segundo Gordon (1989), quando a espécie tem capacidade adaptativa para compensar a deficiência de luz, ocasionada pelo sombreamento, há aumento da área foliar, o que resulta em aumento da superfície fotossintetizante; de modo que se torna possível a absorção do máximo de luz incidente para a realização da fotossíntese. Em plantas submetidas a ambientes mais iluminados pode ocorrer diminuição da área foliar, o que é benéfico para a planta, uma vez que menos material foliar é exposto a eventuais danos causados pelo excesso de luz (CLAUSSEN, 1996).

Considerando que o crescimento de palmeiras está intrinsecamente relacionado à emissão de folhas, podemos considerar que uma maior quantidade de folhas emitidas levará ao crescimento da planta. Tal comportamento justifica o tamanho de piaçaveiras de mesma idade, que, no sub-bosque, são relativamente maiores que a pleno sol. Resultados semelhantes foram encontrados para *E. edulis*, em plantas crescendo em luz solar plena, onde observou-se redução do crescimento em biomassa seca, mostrando-se intolerantes ao excesso de luz (NAKAZONO et al., 2001). De acordo com Kitao et al. (2000), a exposição prolongada à altas irradiâncias pode ser prejudicial às plântulas, por absorverem mais fótons de luz do que podem utilizar, podendo ter como consequência a fotoinibição

O incremento de biomassa foliar oferece vantagens ao cultivo de piaçaveiras, uma vez que a fibra, seu principal produto de importância econômica, é obtida das margens do pecíolo foliar, na extensão de quase toda a folha, ou seja, quanto maior o tamanho e a quantidade de folhas, maior será a produtividade de fitas pela planta da planta. É importante notar que a desfolha em piaçaveiras, como uma prática de colheita, apesar de ser mais rápida para os

colhedores, não representou ganhos em termos de produção para as plantas à pleno sol, tendo um aumento expressivo apenas para as plantas de sub-bosque desfolhadas (Tabela 3).

Um dos maiores malefícios da prática de desfolha durante a colheita das fitas de piaçaveira refere-se a atração de pragas, a exemplo do *Rhynchoprurus palmarum*, conhecido como “broca da ferida”, comum em coqueirais, que também ataca a piaçaveira, através dos ferimentos que aparecem no estipe; feitos pelo homem para subir até as folhas ou durante o corte da fibra e que podem causar a morte da planta (BONDAR, 1940). A agilidade na colheita de fitas com o desfolhamento, acarreta ao produtor um alto custo na prevenção ao ataque pela broca, com a utilização de armadilhas.

Tabela 3. Produção anual (de fitas, borra e fibra em Piaçaveiras submetidas ao tratamento de desfolha e controle, em ambientes à pleno sol e em sub-bosque(sombra). O valores são médias (\pm erro padrão) de 60 repetições. Teste – F, * $P < 0,05$; e ns $P \geq 0,05$.

Produto	Tratamento	Ambiente	
		PLENO SOL	SUB-BOSQUE
Fita	Desfolha	2,00 \pm 0,09aA	1,20 \pm 0,10aB
	Controle	2,20 \pm 0,10aA	1,13 \pm 0,09aB
Borra	Desfolha	31,46 \pm 3,52aB	55,03 \pm 10,75aA
	Controle	44,86 \pm 6,69aA	34,83 \pm 3,38aA
Fibra	Desfolha	89,50 \pm 8,25aB	227,35 \pm 52,06aA
	Controle	130,84 \pm 18,43aA	159,95 \pm 26,64aA

Diferença entre tratamentos para cada ambiente: mesma letra minúscula na mesma coluna não difere estatisticamente pelo teste Tukey a 5%.

Diferença entre ambientes para cada tratamento: mesma letra maiúscula na mesma linha não difere estatisticamente pelo teste Tukey a 5%.

Maior crescimento, sob menores níveis de irradiância também foram observadas em algumas espécies de palmeiras, como palmitreiro (*E. edulis* Mart.), pupunheira (*Bactris gasipaes* H. B. K.) e coqueiro (*Cocos nucifera* L.) (PINHEIRO et al., 1988; GARCIA e FONSECA, 1991; NODARI et al., 1999; TSUKAMOTO FILHO et al., 2001; FARIA et al., 2002).

5. CONCLUSÕES

Os efeitos do desfolhamento da piaçaveira em relação ao seu crescimento e à sua produtividade variaram conforme o ambiente de cultivo, sendo observada uma redução na quantidade total de folhas emitidas anualmente tanto a pleno sol, como em sub-bosque, indicando um déficit de crescimento na piaçaveira. Entretanto as piaçaveiras cultivadas em sub-bosque obtiveram um aumento na produtividade com a desfolha. Enquanto que as piaçaveiras de sol tiveram melhores resultados de produtividade quando não desfolhadas

O aumento na taxa fotossintética de folíolos das folhas remanescentes compensou a perda parcial de tecido foliar nos dois tratamentos. O aumento da taxa de respiração no escuro nos dois ambientes, após a aplicação do tratamento de desfolha, demonstrou uma interferência na taxa de assimilação de carbono pela planta, o que levou a uma diminuição o ritmo de emissão de folhas e o crescimento das piaçaveiras, submetidas ao desfolhamento, embora a produtividade de fibras tenha aumentado em plantas desfolhadas em sub-bosque.

Foi verificado também neste experimento, que a distribuição do sistema radicular em cada planta ocorreu sempre com uma tendência quanto ao sentido de dispersão das raízes, ou seja, em cada planta estudada, as raízes se concentravam em maior quantidade no sentido oeste da planta, quase que não ocorrendo em outros. Isto favorece o tombamento de piaçaveiras, principalmente em área abertas sob forte ação dos ventos.

As piaçaveiras cultivadas a pleno sol, apresentam uma resistência maior ao tombamento por apresentarem uma maior biomassa radicular. Entretanto, elas estão mais expostas a uma maior ação dos ventos, do que as cultivadas em sub-bosque, o que aumenta ainda mais os riscos de tombamento.

O sombreamento favoreceu uma maior alocação de biomassa na parte aérea das piaçaveiras de sub-bosque, promovendo o maior crescimento de folhas em detrimento de um sistema radicular menos desenvolvido, comparadas com piaçaveiras cultivadas a pleno sol de mesma idade, que foram menores e possuíram um sistema radicular bem mais desenvolvido.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, S.M.Z.; SOARES, A.M.; CASTRO, E.M.; VIEIRA, C.V.; GAJEGO, E.B. (2005) Alterações morfológicas e alocação de biomassa em plantas jovens de espécies florestais sob diferentes condições de sombreamento. **Ciência Rural**, v.35 n.1 p.62-68.
- ANTEN, N.P.R. & WERGER, M.J.A. (1996) Canopy structure and nitrogen distribution in dominant and subordinant plants in a dense stand of *Amaranthus dubius* (L.) with a size hierarchy of individuals. **Oecologia** 105, 30–37.
- ANTEN, N.P.R., HERNANDEZ, R. & MEDINA, E. (1996) The photosynthetic capacity and leaf nitrogen concentration as related to light regime in shade leaves of a montane tropical forest tree. **Functional Ecology** 10, 491–500.
- ANTEN, N.P.R., SCHIEVING, F. & WERGER, M.J.A. (1995) Patterns of light and nitrogen distribution in relation to wholecanopy carbon gain in C3 and C4 mono- and dicotyledonous species. **Oecologia** 101, 504–513.
- ANTEN, NPR, ACKERLY, DD. (2001) Canopy-level photosynthetic compensation after defoliation in a tropical *understorey* palm. **Functional ecology(Print)** 15:22, 252-262, Blackwell Science,.
- AQUINO, R.C.M.P.; D'ALMEIDA, J.R.M.; MONTEIRO, S.N. (2002) Desenvolvimento de compósitos de matriz polimérica e piaçava, como substitutivo de produtos de madeira. **Vértices**, v.4, n.1 p.42-47.
- AVILÁN LA, RIVAS N (1984) Study of the root system of coconut (*Cocos nucifera* L.). **Oleagineux**. 39:13-23.

- BAGGIO, A. J.; CARAMORI, P. H.; ANDROCIOLI FILHO, A.; MONTOYA, L. (1997) Productivity of southern Brazilian coffee plantations shaded by different stockings of *Grevillea robusta*. **Agroforestry Systems**, Amsterdam, v.37, n.2, p.111-120.
- BARNES, P.W., BEYSCHLAG, W., RYEL, R., FLINT, S.D. & CALDWELL, M.M. (1990) Plant competition for light analysed with a multispecies canopy model: III. Influence of canopy structure in mixtures and monocultures of wheat and wild oat. **Oecologia** 82, 560–566.
- BASSOI, L.H.; FLORI, J.E.; ALENCAR, C.M.; SILVA, J.A.M. & RAMOS, C.M.C. (1999) Distribuição espacial do sistema radicular da pupunheira em solos irrigados no Vale do São Francisco. **Eng. Agric.**, 19:163-176.
- BOARDMANN, N. K. (1977)Comparative photosynthesis of sun and shade plants. **Annual Review of Plant Physiology**, v. 28,p. 355-377.
- BONDAR, G. (1940). Insetos nocivos e moléstias do coqueiro (*Cocos nucifera*) no Brasil. **Tipografia Naval, Bahia**, 160p.
- BONDAR, G. (1943)A piaçaveira e o segredo da sua reprodução. **Chácaras e Quintais**, v. 67, n.6, p. 39-41.
- BONDAR, G. (1940) Notas entomológicas da Bahia, **V. Rev. Entomol.** 11: 199-214.
- BONDAR, GA. (1942)Piaçaveira e outras palmeiras Attaleaceas na Bahia. **Instituto Central de Fomento Econômico da Bahia (ICFEB)**, Salvador, Bol. n. 13, 73 p.
- BONGARTEM, B. C.; TESKEY, R. O. (1987)Dry weight partitioning and its relationships to productivity in loblolly pine seedling from seven sources. **Forest Science**, v. 33, n. 3, p. 255-267.
- BROUGHAM, R.W. (1956)Effect of intensity of defoliation on regrowth of pasture. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.7, n.5, p.377-387.
- CALBO, MER, MORAES, JAPV. (1997)Fotossíntese, condutância estomática, transpiração e ajustamento osmótico de plantas de buriti submetidas a estresse hídrico. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal** 9(2):117-123.

- CANNELL, M. G. R. (1975) Crop physiological aspects of coffee bean yield: a review. **Journal of Coffee Research**, Karnataka, v. 5, n. 1/2, p. 7-20.
- CHAPIN, F. S. et al. (1987) Plant responses to multiple environmental factors. **BioScience**, v. 37, n. 1, p. 49-57.
- CHAZDON, R. L. (1996) Spatial heterogeneity in tropical forest structure: canopy palms as landscape mosaics. **Trends in Ecology and Evolution**, n. 11, p. 8-9.
- CHAZDON, R.L., SMITH, A.P. (Eds.). (1996) Tropical Forest Plant Ecophysiology, New York: **Chapman and Hall**, p. 559-596.
- CINTRA, F.L.D.; LEAL, M. L. S.; PASSOS, E.E.M. (1992) Distribuição do sistema radicular de coqueiros anões. **Oléagineux**, Paris, v.47, n.5, p. 225-234.
- CLAUSSEN, J. W. (1996) Acclimation abilities of three tropical rainforest seedlings to an increase in light intensity. **Forest Ecology and Management**, v. 80, p. 245:255.
- DALE, J. E. (1988) The control of leaf expansion. **Annual Review of Plant Physiology**, v. 39, p. 267-295.
- DAVIDSON, J.L.; MILTHORPE, F.L. (1966) The effect of defoliation on the carbon balance in *Dactylis glomerata*. **Annals of Botany**, v.30, n.118, p.185-198.
- DAVIES, A. (1974) Leaf tissue remaining after cutting and regrowth in perennial ryegrass. **Journal of Agriculture Science**, v.82, p.165-172.
- DEINUM, B. (1976) Photosynthesis and sink size: An explanation for the low productivity of grass sward in autumn. **Netherlands Journal of Agriculture Science**, v.24, p.238-246.
- DELTING, J.K.; DYER, M.I.; WINN, D.T. (1979) Net photosynthesis, root respiration and regrowth of *Bouteloua gracilis* following grazing. **Oecologia**, v.41, p.127-134.
- DUFRENE, E, SAUGIER, B. (1993) Gas exchange of oil palm in relation to light, vapour pressure deficit, temperature and leaf age. **Functional Ecology** 7: 97-104.

- FARIA, W. S.; GAÍVA, H. N.; PERIRA, W. E. (2002) Comportamento de cinco genótipos de coqueiro (*Cocos nucifera* L.) na fase de germinação e de crescimento de mudas, sob diferentes sistemas de produção. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 2, p. 458-462.
- FEIJÓ, N. S. A.; MIELKE, M. S.; GOMES, F. P.; FRANÇA, S.; LAVINSKY, A. O. (2008) Growth and photosynthetic responses of *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms and *Schinus terebinthifolius* Raddi seedlings in dense shade. **Agroforestry Systems**.
- FIGUEIREDO, N.N.; MACÊDO, J.L.V. & CRAVO, M.S. (2000) Avaliação do estado nutricional do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Wild. ex Spreng.) Schum) em um Sistema Agroflorestal na Amazônia Central. In: congresso brasileiro de sistemas agroflorestais, 3., Manaus, 2000. Resumos. Manaus, **Embrapa Amazônia Ocidental**. p.48-50.
- FREMOND, Y., ZILLER R., NUCÉ de LAMOTHE, M. de. (1975) **El cocotero: técnicas agrícolas y producciones tropicales**. Barcelona: Editorial Blume. 236p.
- FRÉMOND, Y.; ZILLER, R.; NUCÉ de LAMOTHE, M. de. (1966) **The coconut palm**. Berna: Instituto Internacional da Potassa. 222p.
- GARCIA, T. B.; FONSECA, C. E. L. (1991) Crescimento de mudas de pupunheira em condições de viveiro coberto com palha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, n.9, p. 1447-1451.
- GENDRON, F., CHRISTIAN, M., COMEAU, P. G. (1998) Comparison of various methods for estimating the mean growing season percent photosynthetic photon flux density in forests. **Agricultural and Forest Meteorology**, **92**, 55-70.
- GIVINISH, T. J. (1988) Adaptation to sun and shade: a whole-plant perspective. **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 15, p. 63-92.
- GOLD, W.G. & CALDWELL, M.M. (1990) The effects of the spatial pattern of defoliation on regrowth of a tussock grass: III. Photosynthesis, canopy structure and light interception. **Oecologia** **82**, 12-17.

GOMES, F.P. (2006) Trocas gasosas em coqueiro anão-verde submetido a ciclos de deficiência hídrica. **Tese de Doutorado**, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 80p.

GORDON, J. C. (1989) Effect of shade on photosynthesis and dry weight distribution in yellow birch (*Betula alleghaniensis* Britton) seedlings. **Ecology**, v. 50, n. 5, p. 924-926.

HAYNES, R.J. (1980) Competitive aspects of the grass-legume association. **Advances in Agronomy**, v.33, p.227-261.

HIROSE, T. & WERGER, M.J.A. (1987) Nitrogen-use efficiency in instantaneous and daily photosynthesis of leaves in the canopy of a *Solidago altissima* stand. **Physiologia Plantarum** 70, 215–222.

IBGE (2007) Instituto Brasileiro de geografia e Estatística. Produção da Extração Vegetal e Silvicultura, v.22, **IBGE**.

IQBAL, R. M.; RAO, A-R., RASUL, E., WAHID, A. (1997) **Mathematical models and response functions in photosynthesis: an exponential model**. In: PESSARAKLI, M. (Ed.), Handbook of photosynthesis. New York: Marcel Dekker Inc., p.803-810.

JEWISS, O.R.; WOLEDGE, J. (1967) The effect of age on the rate of apparent photosynthesis in leaves of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) **Annals of Botany**, v.31, n.124, p.661-671.

JOURDAN, C.; REY, H. (1997) Architecture and development of the oil-palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). **Plant and Soil**, v.189, p.33-48.

KING, D. (1994) Influence of light level on the growth and morphology of saplings in a Panamanian forest. **American Journal of Botany**, v.81, n. 8, p. 948-957.

KITAO, M. et al. (2000) Susceptibility to photoinhibition of three deciduous broadleaf tree species with different successional traits raised under various light regimes. **Plant, Cell and Environment**, n. 23, p.81-89.

KUSHWAH, B. L.; NELLIAT, E. V.; MORKAVE, V. T.; SUNNY, A. F. (1973) Rooting pattern of coconuts (*Cocos nucifera* L.). **Indian Coconut of Agronomy**, v.18. p.71-74.

LIU, C.H.; DICKMANN, D.I. (1993) Responses of two hybrid clones to flooding, drought, and nitrogen availability. II. Gas exchange and water relations. **Canadian Journal of Botany**, v.71 p.927-938.

LORENZI, H. (2004) Palmeiras brasileiras e exóticas cultivadas. **Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum**, 416p.

MACÊDO, J.L.V.; RODRIGUES, M.R.L. (2000) Solos da amazônia e o cultivo do dendezeiro. Manaus: **EMBRAPA – Amazônia Ocidental**, 374p.

MARSAHLL, C.; SAGAR, G.R. (1968) The interdependence of tillers in *Lolium multiflorum*: A quantitative assessment. **Journal of Experimental Botany**, v.19, n.61, p.785-794.

MCKNIGHT, T.L., HESS, D. (EDS.) (2000) **Physical Geography: A Landscape Appreciation**. **Prentice Hall**, New Jersey, USA, pp. 200–240.

MEDINA, C. L., MACHADO, E., MENEZES, M. Condutância estomática e fotossíntese em laranjeira ‘valência’ sob deficiência hídrica. **Rev. Bras. Fisiol. Veg.** v.11, n.1, p.29-34, 1999.

MELLO, M.H. de A.; OLIVEIRA, M.C. de; NUNES, L.H.; GARCIA, A.D. (1988) Características microclimáticas de primavera-verão, no Horto Florestal (São Paulo). **Acta Botânica Brasileira**, v.1, n.2 (suplemento), p.263-273.

MELO, J.R.V.; SOUZA, J.; NAKAGAWA, J.; SILVA, L.A.M.; MORI, E.S. (2000) Perspectiva da produção de sementes de piaçava (*Attalea funifera* Mart.) em áreas litorâneas do Estado da Bahia. **Resumos técnicos**. Rio de Janeiro: Instituto Ambiental Biosfera, p.157-159.

MELO, JRV, SOUZA, J, NAKAGAWA, J, SILVA, LAM, MORI, ES. (2000) Perspectiva da produção de sementes de piaçava (*Attalea funifera* Mart.) em áreas litorâneas do Estado da Bahia. In: VI congresso e exposição internacional sobre florestas, 2000. Porto Seguro. Resumos técnicos. Rio de Janeiro: **Instituto Ambiental Biosfera**, p. 157-159.

MIRANDA, ..R.; MONTENEGRO, A.A.T.; LIMA, R.N.; ROSSETI, A.G.; .REITAS, J.A.D. (2004) Distribuição do sistema radicular de plantas jovens de coqueiro-anão sob diferentes frequências de irrigação. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.35, n.2, p.309-318.

MONSI, M., UCHIJIMA, Z. & OIKAWA, T. (1973) Structure of foliage canopies and photosynthesis. **Annual Reviews of Ecology and Systematics** 4, 301–327.

MORAES NETO, S. P. et al. (2000) Crescimento de mudas de algumas espécies arbóreas que ocorrem na mata atlântica, em função do nível de luminosidade. **Revista Árvore**, v. 24, n. 1, p.35-45.

MORAES, JAPV, PEREZ, SCJGA, CARVALHO, Jr. LF. (1989) Curso diário e sazonal do potencial da água e da resistência estomática em plantas de um Cerradão. **Annals Missouri Botanical Garden** 27:13-23.

MORAIS, H.; MARUR, C.J.; CARAMORI, P.H.; RIBEIRO, A.M.A.; GOMES, J.C. (2003) Características fisiológicas e de crescimento de cafeeiro sombreado com guandu e cultivado a pleno sol. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 38, n. 10.

MOREAU, M.S. (1997) Ocorrência, manejo, produtividade e canais de comercialização da piaçaveira (*Attalea funifera* Mart.) em Ilhéus, Una e Canavieiras – Bahia. **Dissertação de Mestrado**, UFBA/Escola de Agronomia, Cruz das Almas (BA), 64p.

NAKAZONO, E. M. et al. (2001) Early growth of *Euterpe edulis* Mart. in different light environments. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, n. 2, p. 173-179.

NODARI, R. O. et al. (1999) Crescimento de mudas de palmitreiro (*Euterpe edulis* Mart.) em diferente condições de sombreamento e densidade. **Revista Árvore**, v. 23, n. 3, p. 285-292.

OSUNKOYA, O. O.; OSH, J. E.; HOPKINS, M. S.; GRAHAM. A.W. (1994) Influence of seed size and seedlings ecological attributes on shade-tolerance of rain-forest tree species in northern Queensland. **Journal of Ecology**, v. 82, p.149-163.

OSUNKOYA. O. A.; ASH, J. E. (1991) Acclimation to a change in light regime in seedlings of six Australian rainforest tree species. **Australian Journal of Botany**, v. 39, p. 591-605.

PÁEZ, A.O.; GONZÁLEZ, M.E. (1995) Water stress and clipping management effects of guineagrass: II. Photosynthesis and water relations. **Agronomy Journal**, v.87, n.4, p.706-711.

PAINTER, E.L.; DELTING, J.K. (1981) Effects of defoliation on net photosynthesis and regrowth of western wheatgrass. **Journal of Range Management**, v.34, n.1, p.68-71.

PASSOS, E.E.M. (1997) Ecofisiologia do coqueiro. In: FERREIRA, J.M.S.; WARWICK, D.R.N.; SIQUEIRA, L.A. (Ed.) **A Cultura do coqueiro no Brasil**. Aracaju: EMBRAPA-SPI. p. 65-72.

PASSOS, EEM, PRADO, CHBA, LEAL, MLS. (1999) Condutância estomática, potencial hídrico foliar e emissão de folhas e inflorescências em três genótipos de coqueiro anão. **Agrotrópica** 11: 147-152.

PEZZOPANE, J. E. M.; REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; COSTA, J. M. N.; CHAVES, J. H. (2002) Temperatura do solo no interior de um fragmento florestal secundário de floresta secundária semidecidual. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 10, n. 1, p. 1-8.

PINHEIRO, G. S.; MARIANO, G.; CRESTANA, C. S. M. (1988) Estudo do desenvolvimento do palmito *Euterpe edulis* Mart. (Palmae), sob diversas condições de sombreamento, em plantio de *Pinus kesiya* Royle ex Gordon. São Paulo: Instituto Florestal. p. 171-180 (**Boletim Técnico**, 42).

PONS, T.L., SCHIEVING, F., HIROSE, T. & WERGER, M.J.A. (1989) Optimization of leaf nitrogen allocation for canopy photosynthesis in *Lysimachia vulgaris*. Causes and Consequences of Variation in Growth Rate and Productivity of Higher Plants (eds H. Lambers, M.L. Cambridge, H. Konings & T.L. Pons), pp. 175–186. SPB **Academic Publishing**, The Hague.

POPMA, J.; BONGERS, F. (1991) Acclimation of seedlings of three Mexican tropical rain forest tree species to a change in light availability. **Journal of Tropical Ecology**, v.7 p.85-97.

PRADO, CHBA, PASSOS, EEM, MORAES, JAPV. (2001) Photosynthesis and water relations of six tall genotypes of *Cocos nucifera* in wet and dry seasons. **South African Journal of Botany**, 67: 169-176.

RAMOS, K.M.O.; FELFILI, J.M.; FAGG, C.W.; SOUSA-SILVA, J.C.; FRANCO, A.C. (1993) Desenvolvimento inicial e repartição de biomassa de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith, em diferentes condições de sombreamento. **Acta bot. bras.**, v.18 n.2 p.351-358, 2004.

RICHARDS, J.H. Physiology of plants recovering from defoliation. In: BAKER, M.J. (Ed.) **Grassland for our world**. Wellington: SIR Publishing. p.46-54.

RYLE, G.J.A.; POWELL, C.E. (1975) Defoliation and regrowth in the graminaceous plant: The role of current assimilate. **Annals of Botany**, v.39, n.160, p.297-310.

SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. (1991) **Plant Physiology**. 4 ed., Belmont. Wadsworth, 682p.

SALAZAR, R.; ALBERTIN, W. (1974) Requerimentos edaficos y climaticos para *Tectona grandis*. **Turrialba**, v.1, n.24, p. 1-71.

SCALON, S.P.Q.; MUSSURY, M.R.; SCALON FILHO, H. (2002) Crescimento inicial de mudas de espécies florestais nativas sob diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, p.1-5.

SILVA, L.A.M, VINHA, S.G. (1982) A piaçaveira (*Attalea funifera* Mart.) e a vegetação associada no município de Ilhéus, Bahia. In: **Boletim técnico**, Ilhéus-BA, CEPLAC, (101): 1-12.

SILVA, L.A.M., VINHA, S. G. (1985) Ocorrência da piaçaveira e vegetação a ela associada no município de Canavieiras, BA. **Boletim técnico 132 Ceplac**, 19 p.

SIMS, D.A., GEBAUER, R.L.E. & PEARCY, R.W. (1994) Scaling sun and shade photosynthetic acclimation of *Alocasia macrorrhiza* to whole-plant performance – II. Simulation of carbon balance and growth at different photon flux densities. **Plant, Cell and Environment**. 17, 889–900.

THOMPSON, W.A.; HUANG, L.K.; KRIEDEMANN, P.E. (1992). Photosynthetic response to light and nutrients in sun-tolerant and shade-tolerant rainforest trees. II. Leaf gas exchange and component processes of photosynthesis. **Australian Journal of Plant Physiology**, East Melbourne, v.19, p.19-42.

TOMLINSON, P. B., (1990) The structural biology of palms. **Oxford: Clarendon Press**,463p.

- TSUKAMOTO FILHO, A. A. et al. (2001) Aspectos fisiológicos e silviculturais do palmitreiro (*Euterpe edulis* Martius) plantados em diferentes tipos de consórcio no município de Lavras, Minas Gerais. **Cerne**, v. 7, n. 1, p. 41-53.
- UGBAH, M.M.; BABALONA, O.; VINE, P.N. (1990) Effects of tillage/compaction and dry season irrigation of an inceptisol on soil properties, nutrient status and oil palm root system growth. **Tropical Agricultura**, Trinidad, v.67, n.4, p.321-330.
- UHL, N. W., DRANSFIELD, J. (1987) *Genera Palmarum: A classification of palms based on the work of Harold E. Moore Jr.* Kansas: **Allen Press**, 610 p.
- VALLADARES, F.; DOBARRO, I.; SÁNCHEZ-GÓMEZ, D.; PEARCY, R. W. (2004) Photoinhibition and drought in Mediterranean woody saplings: scaling effects and interactions in sun and shade phenotypes. **Journal of Experimental Botany**, v. 56, n. 411, p. 483-494.
- VANDERMEER, J. (1977) Observations on the root system of the pejibaye palm (*Bactris gasipaes* H.B.K.) in Costa Rica. **Turrialba**, 27:237-242.
- VEGA, F.V.A.; BOVI, M.L.A.; GODOY JÚNIOR, G.; BERTON, R.S. (2005). Lodo de esgoto e sistema radicular da pupunheira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 29:259-268.
- VINHA S.G.; SILVA L.A.M. (1998) A piaçaveira da Bahia. **Editus**, Ilhéus, BA. 48p.
- VINHA, S.G. (1997) A piaçaveira e a vegetação associada no sul da Bahia, **Editus**.
- WALTERS, R.G. (2004) Towards an understanding of photosynthetic acclimation. **Journal of Experimental Botany**, v. 56, p. 433-447.
- WARDLAW, I. F. (1990) The control of carbon partitioning in plantas. **New Phytologist**, n. 116, p. 341-381.