

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Resposta fisiológica e anatômica do açaizeiro e da palmeira real australiana ao
sombreamento**

Roberta Pierry Uzzo

**Tese apresentada para obtenção do
título de Doutor em Agronomia. Área
de concentração: Fitotecnia**

**Piracicaba
2008**

Livros Grátis

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

Milhares de livros grátis para download.

**Roberta Pierry Uzzo
Engenheiro Agrônomo**

**Resposta fisiológica e anatômica do açazeiro e da palmeira real australiana ao
sombreamento**

Orientador:
Prof. Dr. **MARCOS SILVEIRA BERNARDES**

**Tese apresentada para obtenção do
título de Doutor em Agronomia. Área
de concentração: Fitotecnia**

**Piracicaba
2008**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Uzzo, Roberta Pierry

Resposta fisiológica e anatômica do açazeiro e da palmeira real australiana ao
sombreamento / Roberta Pierry Uzzo. - - Piracicaba, 2008.
69 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2008.
Bibliografia.

1. Açai 2. Fisiologia vegetal 3. Histologia vegetal 4. Palmeira 5. Sombreamento
I. Título

CDD 634.6

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

*Aos meus pais Roberto e Iracema, meu marido Reinaldo e meus companheiros Frida, Sophia,
Eva, Zeus, Ludmila Verônica e Adhemar
Dedico*

**Ofereço este trabalho à minha eterna orientadora
Marilene Bovi (*in memoriam*).**

AGRADECIMENTOS

A Deus por me acompanhar a trilhar este longo caminho.

A CAPES pela bolsa concedida no início do curso.

Ao IAC, e principalmente a minha Diretora (Centro de Horticultura), Dra. Arlete Marchi Tavares de Melo, por me liberar para continuar a cursar o doutorado.

A minha mãe científica Dra. Marilene Leão Alves Bovi (*in memorian*) que foi e continuará sendo minha orientadora.

Ao meu orientador Dr. Marcos Silveira Bernardes por nos conhecermos e desenvolvermos este projeto juntos e outros viram.

Ao querido Professor Dr. Marcílio Almeida por permitir que uma parte da minha tese fosse desenvolvida em seu Laboratório de Morfologia Vegetal, e neste laboratório a Dra. Cristina Almeida, pelas orientações, conversas e dicas, a laboratorista Cássia Regina, a colega Katherine por estarem trabalhando diretamente comigo em minha tese.

Ao técnico agrícola Marcelo Batista por me acompanhar em todas as idas ao campo com o “bendito” aparelho.

Ao colega Jovan pela ajuda braçal e “psíquica”.

Aos proprietários e todos que diretamente me ajudaram da Fazenda Bataguaçu (Pirassununga/SP), onde ficou localizada uma parte do meu experimento.

A todos os colegas que me acompanharam em diversas etapas do doutorado e que ainda continuam acompanhando.

Ao pesquisador Dr. Luiz Antonio Ferraz Matthes que acompanhou boa parte dessa minha jornada, me auxiliando sempre no que podia.

Aos meus pais que sem a sua ajuda e auxílio deles, em todos os contextos, este trabalho não seria concluído.

Aos acasos da vida que me levaram a encontrar e conhecer, durante o doutorado, aquele que viria a ser o meu marido Reinaldo Antonio Garcia Bonnacarrère.

As minhas companheiras Frida, Sophia, Eva, Ludmila Veronika, e aos meus companheiros Zeus Ball's Park e Adhemar, por ter me agüentado nas horas de puro estresse.

E a todos que acreditaram em mim!

SUMÁRIO

RESUMO.....	8
ABSTRACT.....	9
LISTA DE FIGURAS.....	10
LISTA DE TABELAS.....	12
1 INTRODUÇÃO.....	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1 Exploração predatória das palmeiras.....	15
2.2 Principais espécies produtoras de palmito comestível.....	17
2.2.1 Açaí.....	18
2.2.2.1 Origem, classificação botânica e utilidades.....	18
2.2.2 Palmeira real australiana.....	19
2.2.2.1 Origem, classificação botânica e utilidades.....	19
2.3 Sistema Agroflorestal (SAF).....	21
2.4 Plasticidade fisiológica.....	22
2.5 Caracteres agrônômicos do palmito em relação a sua produção.....	23
2.6 Histologia Vegetal.....	25
3 MATERIAL E MÉTODO.....	26
3.1 Açaí (<i>Euterpe oleraceae</i>).....	26
3.2 Palmeira real australiana (<i>Archontophoenix cf alexandrae</i>).....	27
3.3 Condições de luz e delineamento experimental.....	27
3.4 Parâmetros analisados.....	31
3.4.1 Caracteres agrônômicos.....	31
3.4.2 Caracteres fisiológicos.....	32
3.5 Análises histológicas e ultraestruturais.....	32
3.5.1 Análises histológicas.....	32
3.5.1.1 Lâminas permanentes.....	32
3.5.1.2 Lâminas semipermanentes.....	33
3.5.2 Análises ultraestruturais.....	33
3.5.2.1 Microscopia eletrônica de varredura.....	33
3.6 Densidade de estômatos.....	34

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
4.1. Condições de luz e plasticidade fisiológica.....	35
4.1.1 Açaí.....	35
4.1.1.1 Caracteres agronômicos.....	35
4.1.1. 2 Caracteres fisiológicos.....	39
4.1.2 Palmeira real australiana.....	42
4.1.2.1 Caracteres agronômicos.....	42
4.1.2.2 Caracteres fisiológicos.....	45
4.2 Análise Histológica e Ultraestrutural.....	49
4.2.1 Açaí.....	49
4.2.2 Palmeira real australiana.....	55
4.3 Considerações finais.....	62
5 CONCLUSÕES.....	63
REFERÊNCIAS.....	64

RESUMO

Resposta fisiológica e anatômica do açaizeiro e da palmeira real australiana ao sombreamento

O presente trabalho envolve duas espécies de palmeiras produtoras de palmito comestível: o açaí (*Euterpe oleracea*) e a palmeira real australiana (*Archontophoenix alexandrae*) tendo por objetivo: medir os caracteres agronômicos, mensurar os caracteres fisiológicos em 3 ambientes de luminosidade, estudar a anatomia dos palmiteiros e avaliar o comportamento das duas espécies em vista de direcionar o produtor, em qual melhor ambiente luminoso deve-se plantar os palmiteiros. A hipótese assumida foi: o crescimento e desenvolvimento em condições de radiação diferente, acarretam em modificações fisiológicas e anatômicas que afetam o desempenho dos palmiteiros e sua produção. O experimento foi realizado em dois locais: Piracicaba (22°42'11" latitude Sul e 47°38'09" longitude Oeste, altitude 531 m), onde estava cultivado o açaí e em Pirassununga (latitude 21°59'46" Sul, longitude 47°25'33" Oeste, e altitude 627 m), onde se encontrava a palmeira real australiana, nos dois cultivos as plantas se encontravam com 36 meses de plantio a campo, estabeleceu-se 3 tratamentos: Pleno sol (PS), Meia sombra (MS) e Sombra (S), onde foram realizadas duas medições nos quais foram avaliados: caracteres agronômicos e fisiológicos, obtidos através do IRGA. Para esses caracteres uma análise preliminar dos dados foi desenvolvida para caracterizar a população amostrada. Calculou-se a média, o desvio padrão, o coeficiente de variação e os valores máximo e mínimo. Empregou-se o teste de Tukey adotando-se nível de 5 % de probabilidade. As análises foram complementadas com o estudo de correlações lineares, além das análises histológica e ultraestrutural, o delineamento empregado foi o inteiramente casualizado. Nos resultados observados em açaí, para o caráter diâmetro tanto o valor do diâmetro da mãe, como nos seus perfilhos (1, 2 e 3), o ambiente MS se mostrou mais adequado para a obtenção de um diâmetro maior. O número de perfilho (CV 32%) para o tratamento PS foi de 7,67, na MS 9,5 e na sombra 5,67, mostrando que existe uma maior tendência em se encontrar maior número de perfilhos em ambientes sombreados. Dentre os caracteres relacionados, os que apresentaram maior variabilidade foram o número de perfilho e número de folhas, com CV variando entre 32 a 29%. Adotando-se o teste de Tukey não houve diferença significativa nos parâmetros estudados, mostrando que existe uma tendência em estabilizar as medidas de caráter agronômico, independente de sua luminosidade. Para os caracteres fisiológicos ao longo do período experimental não houve diferença entre as respostas da fotossíntese, condutância estomática e transpiração. Para os resultados da palmeira real australiana obtidos, o caráter número de folhas (CV 7%), observa-se que o número de indivíduos avaliados (40 plantas/ tratamento) foram suficientes para constituir uma amostra representativa da população, parecendo haver pouca variabilidade para ser explorada, isto pode ser devido à base genética restrita da mesma. Os coeficientes de variação estudados variaram de 7 % (número de folhas) a 19% (diâmetro médio da planta). Para os caracteres fisiológicos houve diferença significativa entre os caracteres. Na análise histológica e ultraestrutural houve diferença mostrando que plantas cultivadas a pleno sol possuem maior tamanho de parênquima paliçádico e maior número de estômatos.

Palavras-chave: Açaí (*Euterpe oleraceae*); Palmeira real australiana (*Archontophoenix alexandrae*); Sombreamento; Plasticidade fisiológica; Histologia vegetal

ABSTRACT

Physiological and anatomical response of the assai palm and the king palm to the shading levels

The present work involves two species of producing heart of palm: assai palm (*Euterpe oleracea*) and the king palm (*Archontophoenix alexandrae*) with objective: to measure the agronomic and physiological characters, in 3 environments of luminosity, to study the anatomy of the palm and to evaluate the behavior of the two species in sight to direct the producer, in better luminous surrounding which must be planted the species. The assumed hypothesis was: the growth and development in conditions of different radiation, cause physiological and anatomical modifications that affect the performance of the plants and its production. The experiments were carried out in two places: the assai palm was carried out in Piracicaba (22°42'11"S and 47°38'09"W, 531 altitude m), and king palm was in Pirassununga (21°59'46"S, 47°25'33" W, and 627 altitude m). The crops were with 36 months of plantation in the field, there were established 3 treatments: full sun (PS), half shade (MS) and shade (S), in the plants populations there were made agronomic and physiological evaluations. For these characters a preliminary analysis of the data was developed to characterize the population used. It was calculated average, standard deviation and the coefficient of variation and the values maximum and minimum. The Tukey test was used adopting 5 % of mistake probability. The analyses had been complemented with the study of linear correlations, beyond the analyses histological and ultrastructural, the completely randomized delineation was used to evaluate the results. In the results observed in assai palm, for the character diameter of the trunk and palm girth (1, 2 and 3), the environment MS showed more adequate for a bigger diameter. The number of palm girth (CV 32%) for treatment PS was of 7,67, in MS 9,5 and shade 5,67, showing that it exists a bigger trend to find more number of girth in environments with more shade. Among the related characters, the ones that had presented greater variability had been the number of palm girth and leaf number, with CV 32 29%. Adopting the Tukey test it did not have significant difference in the studied parameters, showing that a trend in stabilizing the measures of agronomic character exists, independent of its luminosity. For the physiological characters during the experimental period it did not have difference enters the answers of the photosynthesis, stomatal conductance and transpiration. For the results of the king palm gotten the character leaf number (CV 7%), it is observed that the number of evaluated individuals (40 plants treatment) had been enough to constitute a representative sample of the population, having seemed to have little variability to be explored, this can have the restricted genetic base of the same one. The studied coefficients of variation had varied of 7 % (leaf number) 19% (average diameter of the plant). For the physiological characters it had significant difference between the characters. In the histological and ultrastructural analysis it had difference showing that cultivated plants at full sun environment have bigger parenchyma and bigger number of stomata.

Keywords: Assai palm; King palm; Shade; Physiological plasticity; Vegetal histology

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Cultura do açazeiro no município de Piracicaba/SP, nas dependências da Escola de Agronomia Luiz de Queiroz (ESALQ/USP). A - cultivo em pleno sol; B - cultivo em meia sombra; C – cultivo na sombra.....29
- Figura 2 - Cultura da palmeira real australiana no município de Pirassununga/SP, nas dependências da Fazenda Bataguçu. A - cultivo em pleno sol; B - cultivo em meia sombra; C - cultivo na sombra.....30
- Figura 3 - Gráfico da altura, diâmetro médio dos 3 perfilhos e comprimento da folha +2 em relação a PAR (radiação fotossinteticamente ativa) obtida no momento das medições do açai.....39
- Figura 4 - Gráfico da radiação fotossinteticamente ativa (PAR) natural encontrada a campo X a fotossíntese (A), condutância estomática (gs) e transpiração (T) e em folíolos de açai cultivados em Piracicaba, SP.....41
- Figura 5 - Gráfico da altura, diâmetro da planta e comprimento da folha +2 em relação a PAR (radiação fotossinteticamente ativa) obtida no momento das medições da palmeira real australiana.....45
- Figura 6 - Gráfico da radiação fotossinteticamente ativa (PAR) natural encontrada a campo X a fotossíntese (A), condutância estomática (gs) e transpiração (T) em folíolos de palmeira real australiana em Pirassununga, SP.....48
- Figura 7 - Fotos de corte longitudinal da folha do açai em microscópio de luz dos 3 tratamentos. A - pleno sol; B - meia sombra; C – sombra.....51
- Figura 8 - Fotos de corte longitudinal da folha do açai em microscopia eletrônica dos 3 tratamentos. A - pleno sol; B - meia sombra; C – sombra.....52
- Figura 9 - Fotos de estômatos da folha do açai em microscopia eletrônica dos 3 tratamentos. A - pleno sol; B - meia sombra; C – sombra.....53
- Figura 10 - Fotos da epiderme da folha do açai em microscopia eletrônica dos 3 tratamentos. A - pleno sol; B - meia sombra; C – sombra.....54
- Figura 11 - Fotos de corte longitudinal da folha da palmeira real australiana em microscópio de luz dos 3 tratamentos. A - pleno sol; B - meia sombra; C – sombra.....57

- Figura 12 - Fotos de corte longitudinal da folha da palmeira real australiana em microscopia eletrônica dos 3 tratamentos. A - pleno sol; B - meia sombra; C – sombra.....58
- Figura 13 - Fotos de estômatos da folha da palmeira real australiana em microscopia eletrônica dos 3 tratamentos. A - pleno sol; B - meia sombra; C – sombra.....59
- Figura 14 - Fotos da epiderme da folha da palmeira real australiana em microscopia eletrônica dos 3 tratamentos. A - pleno sol; B - meia sombra; C – sombra.....60

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Tratamentos estabelecidos para as duas espécies de palmeiras açai e palmeira real australiana em relação ao sombreamento.....28
- Tabela 2 - Estimativas da média (nos 3 tratamentos), desvio padrão, coeficiente de variação, valores máximo e mínimo para os caracteres estudados em uma população de açai.....36
- Tabela 3 - Teste de Tukey dos três tratamentos do açai para comparação das médias dos seguintes caracteres: altura (cm), número de perfilhos, diâmetro da planta mãe (cm), diâmetro da planta 1, 2 e 3 (cm), número de perfilho, comprimento e largura da folha + 2 (m), a 5% de probabilidade, com 36 meses de plantio a campo, no município de Piracicaba/SP...38
- Tabela 4 - Tratamentos estabelecidos para o açai em relação ao sombreamento encontrado em Piracicaba/SP com o valor da irradiância relativa medida no local (MJ/m^2) e sua porcentagem.....40
- Tabela 5 - Teste de Tukey dos três tratamentos do açai para comparação das médias dos seguintes caracteres: fotossíntese, condutância e transpiração a 5% de probabilidade, com 36 meses de plantio a campo, no município de Piracicaba/SP.....40
- Tabela 6 - Estimativas da média (nos 3 tratamentos), desvio padrão, coeficiente de variação, valores máximo e mínimo para os caracteres estudados em uma população de palmeira real australiana.....43
- Tabela 7 - Teste de Tukey dos três tratamentos da palmeira real australiana para comparação das médias dos seguintes caracteres: altura (cm), número de perfilhos, diâmetro da planta mãe (cm), diâmetro da planta 1, 2 e 3 (cm), número de perfilho, comprimento e largura da folha + 2 (m), fotossíntese e condutância a 5% de probabilidade, com 36 meses de plantio a campo, no município de Pirassununga/SP.....44
- Tabela 8 - Tratamentos estabelecidos para a palmeira real australiana em relação ao sombreamento encontrado em Pirassununga/SP com o valor da irradiância relativa medida no local (MJ/m^2) e sua porcentagem.....46
- Tabela 9 - Teste de Tukey dos três tratamentos da palmeira real australiana para comparação das médias dos seguintes caracteres: fotossíntese, condutância e transpiração a 5% de probabilidade, com 36 meses de plantio a campo, no município de Pirassununga/SP...46

- Tabela 10 – Teste de Tukey dos três tratamentos do açaí para comparação das médias referentes à área e ao número de camadas do parênquima paliçádico e número de estômatos submetidos a diferentes níveis de sombreamento (Pleno sol, meia sombra e sombra), a 5% de probabilidade.....55
- Tabela 11 – Teste de Tukey dos três tratamentos da palmeira real australiana para comparação das médias referentes à área e ao número de camadas do parênquima paliçádico e número de estômatos submetidos a diferentes níveis de sombreamento (Pleno sol, meia sombra e sombra), a 5% de probabilidade.....61

1 INTRODUÇÃO

Diante do momento em que o mundo se encontra, estudos com alternativas para minimizar o impacto de exploração vegetal são bem vindos. Ainda é elevada a exploração das palmeiras nativas em nossas matas em busca do tão apreciado palmito.

Em função dessa problemática, pesquisas estão sendo efetuadas em busca de alternativas de palmeiras com alto potencial para a exploração racional de palmito.

A combinação de espécies em uma mesma área para exploração de uma ou mais culturas é uma forma sustentada da utilização dos recursos como água, luz e nutrientes. Corroborando com estes entraves, o presente trabalho aborda duas espécies de palmeiras produtoras de palmito comestível; uma o açai (*Euterpe oleracea*) muito conhecido e explorado, e a palmeira real australiana (*Archontophoenix alexandrae*), pouco conhecida e pouco explorada; compreendendo três grandes áreas da agronomia a serem estudadas que são: fitotecnia, fisiologia e histologia.

As palmeiras em virtude da sua vasta utilização e adaptação a vários ambientes têm sido muito utilizadas em sistemas agroflorestais (SAMPAIO, 2003). O adensamento das culturas está sendo uma alternativa muito viável, consistindo em duas ou mais culturas no campo em uma mesma época ou período, em uma mesma área, ao que denominamos de sistema agroflorestal, cujo desempenho é pouco conhecido e estudos em fisiologia e histologia nas plantas instaladas neste sistema ainda são escassos, principalmente, com palmeiras, crescendo a importância de tais temas.

Dessa forma a pesquisa teve por objetivo:

- Medir os caracteres agronômicos não destrutíveis qualificados em literatura como os mais importantes, tais como: altura, número de folhas, diâmetro do estipe, etc.
- Mensurar os caracteres fisiológicos dos palmiteiros em três diferentes ambientes de luminosidade (pleno sol, meia sombra e sombra).
- Estudar a anatomia foliar dos palmiteiros nos três ambientes, comparando as diferenças anatômicas dentro dos ambientes avaliados.
- E avaliar o comportamento das duas espécies nos parâmetros acima citados comparando e direcionando assim o produtor, em qual melhor ambiente luminoso as duas espécies produtoras de palmito melhor se comportam.

Assumiu-se a hipótese de que o crescimento e desenvolvimento em condições de radiação diferente acarretam em modificações fisiológicas e anatômicas que afetam o desempenho dos palmiteiros na sua produção.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Exploração predatória das palmeiras

Devido à extração desenfreada de palmeiras das nossas matas, em pouco tempo a oferta provavelmente poderá ser menor que a procura, pois praticamente 60% do mercado interno do produto é de palmito açai (*Euterpe oleracea* Mart.) e 1 % do palmito juçara (*Euterpe edulis* Mart.) (BOVI, 1998b).

O efeito grave do extrativismo ocorre quando há ocupação irracional de áreas originais de florestas e os recursos extrativistas são esgotados ou destruídos para dar lugar a atividades agropastoris inviáveis nestas localizações (a exemplo do que ocorre em grande faixa da Serra do Mar e na Amazônia). Este modelo de ocupação e seus desdobramentos, como sempre é social e desaba nas classes mais pobres (HOMMA, 1989).

Podemos dizer que a tecnologia existente hoje é suficiente para conseguirmos explorações lucrativas, entretanto, muitas lacunas necessitam ser preenchidas conforme perceberemos ao final desta exposição. Duas formas de exploração podem ser racionalmente conduzidas: o manejo de áreas geralmente originárias de matas naturalmente povoadas ou artificialmente enriquecidas e o plantio homogêneo. Dentro do plantio homogêneo, o consórcio de duas ou mais espécies, é utilizado para propiciar-se condições ambientais necessárias ao desenvolvimento das palmeiras e/ou visando vantagens econômicas inerentes a este sistema (BERNARDES, 2000).

O mercado do palmito no Brasil continua com grande parcela de clandestinidade. As estatísticas oficiais apontam uma produção de 20 mil toneladas anuais, mas acredita-se que esta ultrapasse a 180 mil toneladas, cifra que nos coloca como o maior produtor e consumidor mundial de palmito (BOVI, 2003). Estima-se que o mercado interno seja pelo menos seis vezes maior que o mercado internacional, correspondendo, portanto, a 180 milhões de dólares, visto que o preço interno e externo é praticamente o mesmo.

Podemos identificar quatro fases características na evolução da extração de palmitos

(HOMMA, 1989). Na primeira, observa-se franco crescimento da extração favorecida pela existência de reservas naturais, podendo denominá-la de período de expansão. A fase estacionária representa um equilíbrio entre a oferta e a demanda, perto da capacidade máxima de extração. Nessa etapa os extratores fazem todo o esforço para manter a produção atingida, a despeito da elevação dos custos unitários, para atender aos compromissos do mercado criado. Os preços passam a elevar-se a partir dessa fase, dada a incapacidade em aumentar a produção para atender a demanda. A política de estímulo à proteção racional ou medidas protecionistas para o setor podem ser adotadas. A etapa de declínio, causada pela redução dos recursos e pelos aumentos nos custos de extração, provoca uma quebra quantitativa e qualitativa do palmito ofertado, fazendo com que o volume extraído passe para o mesmo estágio anterior. A etapa de plantio domesticado começa a se esboçar durante a fase estacionária, desde que as disponibilidades tecnológicas para a domesticação e a existência de preços favoráveis criem condições para o plantio (HOMMA, 1989).

A domesticação racionalizando a atividade traz redução nos custos e aumento da produtividade da terra e do trabalho. Por outro lado, a domesticação leva à produção de um bem idêntico e com qualidade muitas vezes superior ao produto extrativo. A quantidade extraída de determinada espécie vegetal domesticada poderá ser obtida numa área florestal muito menor. Assim, a domesticação tem um efeito positivo na preservação e conservação dos recursos florestais da região. É bom salientar que o contrário pode acontecer, a desvalorização dos recursos extrativos permite a entrada de alternativas econômicas mais lucrativas intensificando a destruição (HOMMA, 1989).

Pesquisas sobre palmeiras são importantes para subsidiar o desenvolvimento e a expansão de técnicas para sua domesticação, seleção, cultivo e manejo, favorecendo, assim, o aumento da produtividade e, por conseguinte, o desenvolvimento de novas formas de aproveitamento e comercialização de produtos e subprodutos desse material (JARDIM; CUNHA, 1998). Desta forma, para proporcionar o aproveitamento do potencial econômico das palmeiras regionais, torna-se necessária à ampliação dos estudos básicos e aplicados para um melhor conhecimento de sua diversidade, ocupação no ecossistema, evolução, adaptação e desenvolvimento de métodos adequados para o manejo e utilização de seu potencial (JARDIM; CUNHA, 1998).

2.2 Principais espécies produtoras de palmito comestível

Considera-se palmito o produto comestível, de formato cilíndrico, macio e tenro, extraído da extremidade superior do estipe de certas palmeiras. Constituído basicamente, pelo meristema apical e um número variável de folhas internas, ainda não plenamente desenvolvidas e imbricadas, sendo envolto e protegido pela bainha das folhas adultas é um alimento extraído do broto de palmáceas mais externas consumido desde tempos remotos (BOVI, 1998a).

Seu uso na América remonta aos tempos pré-colombianos, quando tribos indígenas o consumiam in natura ou como bebida alcoólica fermentada. Atualmente é colhido e envasado para o comércio, mas frequentemente é usado como hortaliça fresca, nas áreas originais das palmeiras, estando entre as saladas favoritas em várias partes do mundo. Os palmitos são relativamente ricos em proteína, contendo 17 aminoácidos pobres em gorduras e açúcares, fontes moderadas de cálcio e excelentes fontes de fibra (SAMPAIO, 2003).

Todas as palmeiras possuem palmito que podem ou não ser comestíveis, devendo estas, terem ausência de princípios tóxicos. Algumas espécies produtoras de palmito comestível se tornam preferidas em relação a outras, devido a sua abundância, palatabilidade, cor, formato, alto rendimento e facilidade de extração (BOVI, 1998a).

O gênero mais consumido, explorado e conhecido no Brasil é o *Euterpe*, abrangendo 43 espécies. Dentro deste, podemos destacar a juçara (*Euterpe edulis*), estipe único que varia em altura de 15 a 25 metros e 15 a 20 cm de diâmetro, cujo corte para obtenção do palmito mata a planta, seu palmito é qualificado como nobre (TONET et al., 1999; BEZERRA, 2002). Outra espécie deste gênero é o açai (*Euterpe oleracea*), ocorrendo na região norte do Brasil, e tem como característica importante o perfilhamento, regenerando após o corte por brotação, formando touceiras (SAMPAIO, 2003).

Devido à alta taxa de exploração das palmeiras do gênero *Euterpe*, estudos envolvendo alternativas foram amplamente desenvolvidos, na busca de um produto de alta qualidade, três espécies vêm sendo preconizadas para a exploração comercial, salientando que regionalmente outras espécies podem ser utilizadas e devem ter seu uso e pesquisa incentivada.

Bovi (1998b) desenvolveu o híbrido das espécies juçara x açai, muito promissor para o desenvolvimento da cultura do palmito, além de rústico e precoce a palmeira apresenta perfilhamento sendo adaptado às condições do Vale do Ribeira.

Outro gênero que despertou interesse desde a década de 70 nos agricultores e pesquisadores foi o gênero *Bactris*, sendo a pupunheira (*Bactris gasipaes*), como representante. Suas características como produtora de palmito são extremamente desejáveis como: crescimento acelerado, perfilhamento, precocidade para corte, rusticidade e alta sobrevivência no campo (BOVI, 1998b), além de possuir duas outras características que se difere das palmeiras do gênero *Euterpe*, como sabro (mais doce) e textura (mais macia).

A palmeira real australiana é alternativa para o cultivo tecnicamente realizado para produção de palmito comestível (UZZO, 2001). O palmito é também qualificado como do tipo nobre, e vem ganhando mercado no lugar do palmito convencional, juçara e açaí. Pesquisas mostraram que essa palmeira possui grande potencial para produção de palmito de qualidade e atestam à viabilidade de seu cultivo em nosso meio.

Outras palmeiras mais conhecidas regionalmente, também possuem boas características como produtoras de palmito comestíveis, tais como: Indaiá, Bacuri, e Guariroba.

O presente trabalho abordará o estudo de duas espécies que já são promissoras produtoras de palmito comestível que são: o açaí e a palmeira real australiana.

2.2.1 Açaí

2.2.1.1 Origem, classificação botânica e utilidades

O açaí denominação popular para a espécie ou açazeiro é uma palmeira tropical, nativa da Amazônia oriental, predominante ao longo dos igarapés, terrenos de baixada e áreas com umidade permanente. Possuindo farto perfilhamento desde 2 a 3 anos de idade possibilita, teoricamente, uma exploração sustentada de populações nativas para palmito (SAMPAIO, 2003).

A exploração do açazeiro no estuário amazônico teve início a partir dos anos 60, devido à escassez de palmito na região Sudeste do país gerada pela extração indiscriminada e predatória do juçara (POLLAK et al., 1996).

Além da exploração do palmito, dos frutos dessa palmeira produz-se uma bebida popular e um saboroso sorvete a partir do mesocarpo. O açaí é um componente importante na dieta alimentar, e um importante produto no comércio regional do Norte do país. Atualmente, a polpa de açaí ganha espaço no mercado internacional de polpa de frutas, apresentando grande demanda

fora da região tradicional de consumo. Entretanto, a principal atividade de exploração do açazeiro é o palmito (SAMPAIO, 2003), embora, atualmente o uso da polpa de açaí como componente de bebidas e outros produtos (de higiene pessoal e de confeitaria) tem começado a mudar esse cenário.

Outras partes da palmeira são largamente utilizadas; as folhas são usadas na cobertura de casas, como material de construção, no preparo artesanal de cestos, além da qualidade das fibras e da celulose; o tronco é utilizado como material de construção e fabricação caseira de cola; e as raízes têm propriedades medicinais indicadas para controle de verminoses.

A extração do palmito do açazeiro é responsável por 60% do palmito comercializado no Brasil. A alta densidade dos açazeiros em áreas de floresta do estuário Amazônico e a característica multicaular permitem a remoção do palmito ano após ano sem matar a planta, o que torna a espécie ideal para perpetuação da extração do palmito (BOVI, 1998b).

O açazeiro apresenta uma celulose de excelente qualidade com fibras longas, variando de 1,6mm a 5,2mm, tendo como média 3,2mm, cuja resistência se presta perfeitamente à fabricação de papel "Kraft" de primeira qualidade (PIERRE VILELA, site). O autor ainda salienta que, o rendimento em celulose observado em laboratórios é bastante alto, sendo para miolo de papel corrugado da ordem de 56%. O que lhe assegura uma posição privilegiada dentre as matérias primas destinadas à produção de celulose e papel.

Atualmente, desenvolvem-se pesquisas visando o aproveitamento dos estipes na produção de carvão, para fins gerais ou carvão ativado (PIERRE VILELA, site).

2.2.2 Palmeira real australiana

2.2.2.1 Origem, classificação botânica e utilidades

A palmeira real australiana é classificada segundo o Código Internacional de Nomenclatura Botânica (SMITH JR., 1977), como pertencente à seguinte hierarquia botânica: Divisão Magnoliophyta, classe Liliopsida, subclasse Arecidae, ordem Arecales, família Arecaceae, gênero *Archontophoenix*. Seis espécies são atualmente reconhecidas dentro do gênero *Archontophoenix*: *A. alexandrae*, *A. cunninghamiana*, *A. máxima*, *A. myolensis*, *A. purpurea* e *A. tuckeri* (DOWE; HODEL, 1994). Todas as espécies são originárias da Austrália, sendo

caracterizadas por apresentar estipe único, anelado e ereto, podendo atingir até 30 metros de altura. As diferenças entre as diversas espécies são sutis, e se baseiam apenas em diferentes épocas de maturidade fisiológica das plantas e algumas características particulares de suas flores e frutos.

As duas espécies mais utilizadas são: *A. alexandrae* e *A. cunninghamiana* (BOVI, 1998a).

A. alexandrae (F. Muell.) H. Wendl. & Drude é distribuída nas áreas próximas ao litoral da Austrália, ocorrendo desde o nível do mar até 1200 m de altitude. Distingue-se das outras espécies por ser palmeira delgada e alta com capitel proeminente, pontas dos folíolos inteiras, coloração branco-acinzentada a esbranquiçada na face inferior da folha e flores creme ou brancas (DOWE; HODEL, 1994). O palmito dessa espécie é comestível e muito saboroso (BOVI, 1998a).

A. cunninghamiana (H. Wendl.) H. Wendl. & Drude é endêmica nas regiões litorâneas da Austrália, estendendo para ilhas distantes. Distinguem-se por possuir capitel bastante visível, folíolos longos, com pontas em forma de linha verde na parte inferior e flores lilases. O palmito também é saboroso e freqüentemente consumido pela população local (DOWE; HODEL, 1994; BOVI, 1998a).

A distribuição geográfica do gênero *Archontophoenix* em seu país de origem é ampla, estendendo-se nas regiões subtropicais e tropicais do nordeste de Queensland e leste de New South Wales (DOWE; HODEL, 1994).

Devido à facilidade de cultivo e a beleza dessas palmeiras, o gênero foi amplamente disseminado para vários países, estando presente no Brasil em praças e jardins, como planta ornamental (LORENZI, 1996).

Ainda não existem trabalhos descrevendo a biologia floral e o sistema reprodutivo de palmeiras do gênero *Archontophoenix*. No entanto, segundo Dowe e Hodel (1994), pode ser considerada como planta monóica, apresentando no mesmo indivíduo flores masculinas e femininas. Ainda que existam flores de ambos os sexos no mesmo indivíduo, a antese tem separação temporal, com a maturação sexual dos dois gametas ocorrendo em épocas distintas, começando pela masculina, de forma semelhante ao que acontece com palmeiras do gênero *Euterpe* (COSTA et al., 2001; BOVI, 1998; OHASHI, 1990). No entanto, em cultivo, são freqüentes cruzamentos entre e dentro das espécies principais, com produção de híbridos.

A palmeira real australiana vem ganhando a atenção de engenheiros agrônomos e produtores para a produção de palmito, devido apresentar características como precocidade, rusticidade e alta qualidade de palmito.

Pesquisas mostraram que essa palmeira possui grande potencial para produção de palmito de qualidade e atestam à viabilidade de seu cultivo em nosso meio. Seu palmito é do tipo nobre, com padrão de qualidade e sabor ainda superiores ao das palmeiras do gênero *Euterpe*, embora também apresente rápido escurecimento após o corte (BOVI, 1998a).

A colheita de palmito, nas espécies do gênero *Archontophoenix*, é feita em plantas com idade a partir de 22 meses, desde que cultivadas em regiões aptas e com adubação apropriada (BOVI et al., 2001). Já as espécies tradicionais (*Euterpe edulis* Mart. e *E. oleracea* Mart.), levam de 8 a 12 anos para estarem aptas para corte.

Em virtude da diminuição do espaço físico e da conscientização da população em maximizar os recursos naturais tais como água, luz e nutrientes, a utilização dos recursos pelas espécies em combinação é fundamental no esforço de restaurar florestas e no uso sustentado da terra. Neste aspecto, incluem-se os reflorestamentos com espécies nativas, os enriquecimentos de florestas secundárias e os sistemas agroflorestais (HAGGAR; EWEL, 1995).

2.3 Sistema Agroflorestal (SAF)

O Sistema Agroflorestal (SAF) é um sistema de uso da terra no qual árvores crescem em associação com outras culturas perenes, anuais ou animais, em várias disposições em espaço e no tempo, utilizando práticas de manejo compatíveis com a população local. Neste sistema há interações ecológicas e econômicas entre as árvores e as outras culturas que resultam em algumas vantagens comparativas aos outros sistemas de agricultura (NAIR, 1989; YOUNG, 1989). Esse sistema oferece a oportunidade de complementaridade espacial e temporal no uso da água, o que pode resultar em melhor aproveitamento desta, comparativamente às culturas solteiras (ONG et al., 1996). Adicionalmente, é conhecido que os agroecossistemas com culturas perenes apresentam um alto grau de estabilidade, devido entre outros aspectos, à proteção do solo e manutenção da fertilidade, aumentando a sustentabilidade do sistema (YOUNG, 1989, BAUMER, 1990).

Bernardes et al. (2000) em estudo no sul da Bahia, encontraram teores de matéria orgânica no solo, após a implantação de seringueira em SAF, próximos aos encontrados na mata original. A

recuperação do solo deveu-se principalmente à menor oxidação da matéria orgânica resultante de uma menor temperatura do solo.

Trabalhos desenvolvidos com palmeiras de diversas espécies em combinação com árvores relatam o potencial de sua utilização em SAF's (BOVI et al., 1990; BERNARDES et al., 2000).

É conhecida a importância da luz como fator limitante para o crescimento e a produção das plantas, entretanto, a quantificação do seu efeito em sua fisiologia, ainda permanece pouco estudada, principalmente no que diz respeito a palmeiras em sistemas agroflorestais.

2.4 Plasticidade fisiológica

Algumas plantas têm suficiente plasticidade de desenvolvimento para se adaptarem a uma amplitude de regimes de luz, crescendo como plantas de sol em áreas ensolaradas e como plantas de sombra em habitats sombrios (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Em vista disso os ecofisiologistas têm assumido que, em estudos com plasticidade fisiológica as plantas em ambientes ensolarados ou sombreados apresentam um comportamento semelhante, ou seja, a seleção natural favorece as plantas que apresentam uma determinada característica morfológica e fisiológica que possibilitem maximizar a captura de energia (ZANELA, 2001; BOARDMAN, 1977; GIVNISH, 1988).

Ao se estudar a capacidade adaptativa de uma determinada espécie a certos níveis de luminosidade, a taxa fotossintética tem-se mostrado útil, pois uma boa parcela das diferenças de tolerância à sombra entre espécies relaciona-se com a habilidade de seu aparelho fotossintético adaptar-se à intensidade de radiação do ambiente (KRAMER; KOZLOWSKI, 1979).

Pesquisas abordando respostas ecofisiológicas de espécies de diferente status sucessionais no processo de regeneração de florestas resultam que as taxas fotossintéticas de plantas adaptadas ao sol são frequentemente maiores do que aquelas de plantas adaptadas à sombra (THOMPSON, HUANG; KRIEDEMANN, 1992; ASHTON; BERLYN, 1992).

Para estudos em fisiologia é importante classificar a espécie estudada. Algumas palmeiras são consideradas pioneiras, tais como o jerivá e a macaúba (MOTTA et al., 2002), entretanto não existem estudos científicos com o açaí e a palmeira real australiana apresentando em que classificação elas se encontram. Com relação ao açaí existe uma tendência em classificá-lo como uma espécie pioneira, no entanto sua semente germina mais demoradamente em ambiente

totalmente ensolarado, e no caso da palmeira real australiana o mesmo ocorre, diversos autores, estudando espécies tropicais, encontraram maior plasticidade fisiológica em resposta à radiação nas espécies pioneiras em relação as clímax (BAZZAZ; CARLSON, 1982; STRAUSS-DEBENEDETTI; BAZZAZ, 1991).

Bernardes et al. (1996) demonstraram que o sombreamento favorecia a germinação e o desenvolvimento e crescimento inicial de plântulas de pupunha, apesar de essa espécie ser preferencialmente cultivada a pleno sol na fase adulta (BOVI, 1998).

Sampaio e Bernardes (2003) demonstraram que a taxa fotossintética máxima dos açazeiros era tanto maior quanto maior era a irradiância sob a qual as plantas foram desenvolvidas. A demanda crescente por luz com o incremento da idade das palmeiras foi descrita genericamente por Larcher (2000) e demonstrada por Sampaio (2003) para o açazeiro.

O sucesso na adaptação de uma espécie em diferentes condições de radiação está relacionado com a eficácia e rapidez com que os padrões de alocação de biomassa e comportamento fisiológicos são ajustados. A maior ou menor plasticidade adaptativa das espécies às diferentes condições de radiação solar depende do ajuste de seu aparelho fotossintético, de modo a garantir maior eficiência na conversão de energia radiante em carboidratos e, conseqüentemente, maior crescimento. (NAVES et al., 1994; DIAS-FILHO, 1997; ALVARENGA et al., 1998; VILELA; RAVETTA, 2000; CAMPOS; UCHIDA, 2002).

2.5 Caracteres agronômicos do palmito em relação a sua produção

Medições anuais do diâmetro de plantas em diferentes estádios de desenvolvimento dentro de parcelas permanentes, dispostas aleatoriamente na área, permitem estimar o melhor intervalo de corte para cada condição (UZZO, 2001).

Vários pesquisadores estimaram a produção de palmito a partir de características fenotípicas (estudo dos componentes de produção). Os resultados obtidos permitiram que se concluísse que o diâmetro é a melhor variável não-destrutiva para estimar o rendimento de palmito, por apresentar alta correlação com o rendimento (UZZO, 2001; UZZO et al., 2001).

A estimativa da produção de palmito por estipe pode ser feita através do seu diâmetro. O diâmetro da palmeira a mais ou menos 130 cm de altura (DAP) estima, com precisão superior a 80%, a produção de palmito da planta. Deve-se estabelecer um DAP mínimo para o rendimento

esperado, cortando somente as plantas acima do DAP determinado. No entanto, é preciso lembrar que o valor mínimo deve ser estabelecido para cada região e condição de cultivo, visto que localidade, estado nutricional, umidade, sombreamento e material genético influem sobremaneira nesse parâmetro e na produção de palmito, embora estejam, em qualquer situação, altamente correlacionados entre si. O corte dos açazeiros adultos propicia maior insolação e menor competição para as plantas nos estádios inferiores, acelerando o seu desenvolvimento (CLEMENT; BOVI, 2000).

O conhecimento de correlações entre caracteres de interesse é muito importante, por fornecer subsídios para a seleção ou descarte de materiais. Segundo Bovi (informação pessoal), estimativas de coeficientes de correlações fenotípicas simples vêm sendo utilizadas com frequência em plantas de ciclo longo, principalmente nativas, para as quais os experimentos nem sempre se encontram adequadamente delineados para estimar parâmetros genéticos. Em muitos casos, as correlações lineares são consideradas suficientes para esclarecer relações entre caracteres de importância econômica dessas culturas.

Associações dessa natureza têm sido obtidas no melhoramento do palmitreiro e do açazeiro para identificar caracteres vegetativos facilmente mensuráveis e não destrutíveis relacionados à produção de palmito, bem como à produção de frutos (JARDIM et al. 2004).

Em palmeiras do gênero *Euterpe* e *Bactris*, os componentes de produção de palmito estão relacionados ao diâmetro da planta e a altura da planta (TUCCI, 2004).

A correlação entre os caracteres é útil na determinação dos componentes de um caráter complexo, como a produção. Entretanto, ela não exhibe de maneira exata a importância relativa das influências diretas e indiretas de cada um desses caracteres.

Clement e Bovi (2000) pesquisaram métodos para análise de crescimento e produção em pupunheira, propondo a padronização de medidas a serem usadas em experimentos agrônômicos e genéticos, visando à produção de palmito. Os autores classificaram as medidas em vegetativas (altura, número de folhas e perfilhos) e produtivas (número de palmitos colhidos, peso e comprimento do palmito).

Análise de crescimento envolvendo mensurações periódicas da altura e diâmetro do estipe a 50 cm do solo, número e tamanho de folhas, foi empregada por Uzzo (2001), em pesquisa realizada com palmeira real australiana, com a finalidade de determinar a época adequada para

colheita de palmito, do ponto de vista de maximizar a produção e minimizar o período de crescimento.

Trabalhos desenvolvidos por pesquisadores da Amazônia, constaram que os açazeiros após quatro anos de extração do palmito podem ser novamente explorados para a produção de frutos ou palmitos, nesta pesquisa eles consideraram os caracteres agrônômicos (altura e diâmetro) e os destrutivos (peso da cabeça – estipe sem algumas bainhas), diâmetro do palmito aproveitável, comprimento e peso do mesmo (JARDIM; CUNHA, 1998).

2.6 Histologia Vegetal

O conhecimento das características organográficas e anatômicas das folhas das palmeiras são importantes para o entendimento das suas estruturas, fornecendo informações para avaliar interações ou mudanças evolutivas, além de oferecer subsídio para classificação deste grupo de plantas, já que poucas são as informações sobre a significância biológica da estrutura foliar das palmeiras e sua variação em relação a condições ecológicas (TOMLINSON, 1990).

As condições do solo, água luz e temperatura, exercem influência sobre as características estruturais do vegetal (BOSABALIDIS; KOFIDIS, 2002).

O conhecimento da histologia foliar pode ser relevante quando se almeja relacionar estratégias de adaptação das plantas em ambientes com condições adversas, pois o limbo foliar é a estrutura que mais se modifica em resposta às alterações ambientais (MORRETES; FERRI, 1959), além de constituir também o principal sítio produtor de fotossintatos (DALE, 1992).

Muitos estudos têm mostrado que os atributos fisiológicos e anatômicos podem interferir de maneira significativa entre espécies. Padrões entre taxas fotossintéticas, frequência estomática, e espessura do mesofilo refletem diferenças nas espécies nos diferentes ambientes luminosos (ZANELA, 2001).

Em geral as folhas de sombra apresentam propriedades fisiológicas que a capacitam utilizarem baixas intensidades luminosas com grande eficiência, no entanto estas não podem fazer uso eficiente de altas intensidades de luz (ENGEL, 1989). Já nas folhas observadas ao sol, nota-se uma maior organização das células da paliçada, sendo estas mais justapostas e alongadas em direção perpendicular à superfície foliar (CUI; VOGELMANN; SMITH, 1991).

Diversos autores (CASTRO et al., 1998; STARUSS-DEBENEDETTI E BERLYN, 1994; ABRAMS; MOSTOLLER, 1995) observaram que altas taxas de luminosidade causam intenso desenvolvimento da região paliçádica e esponjosa do mesofilo, resultando em folhas mais espessas e com maior desenvolvimento cuticular. Em oposição às folhas de sombra que geralmente apresentam-se mais delgadas e extensas que as de sol (BOARDMAN, 1977).

Não obstante, Ashton e Berlyn, 1992, estudando folhas de *Shorea megistophylla*, espécie exigente em luz, também observaram a cutícula mais espessa em plantas mantidas a pleno sol.

Com relação à frequência estomática, pesquisas demonstram mudanças consideráveis em respostas a luz. Diversos estudos têm constatado que altas intensidades luminosas aumentam a frequência de estômatos por unidade de área superficial da folha (ASHTON; BERLYN, 1992; HOLMES; COWLING, 1993; CASTRO et al., 1998). O aumento da frequência estomática em folhas expostas a altas intensidades luminosas pode ser um mecanismo importante de adaptação das plantas às condições ambientais xéricas (ABRAMS, KUBISHE; MOSTOLLER, 1994; HOGAN, 1998).

Por todas estas considerações apresentadas podemos notar a importância da verificação da plasticidade fisiológica, agrônômica e histológica do açaí e da palmeira real australiana em diferentes níveis de sombreamento, para fornecer subsídios para identificar o melhor local para se plantar estas espécies para produção de palmito comestível com qualidade.

3 MATERIAL E MÉTODO

3.1 Açaí (*Euterpe oleracea*)

O estudo foi elaborado com palmeiras de açaí (*Euterpe oleracea*) de três anos de idade, provenientes de mudas produzidas a partir de sementes coletadas em Mata de Várzea do Estuário Amazônico, nas proximidades de Abaetetuba/PA. Estas foram trazidas para o município de Piracicaba (SP) e plantadas no Campo Experimental do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), nas coordenadas geográficas 22°42’11” de latitude Sul e 47°38’09” de longitude Oeste, na altitude de 531 metros. O clima local é mesotérmico Cwa, ou seja, subtropical úmido com verão chuvoso e estiagem no inverno. As temperaturas médias mensais variam de 24,8° C no verão a 17,1° C no

inverno e a média anual igual a 21,4° C. A precipitação é de 1.278 mm ao ano, ocorrendo a maior parte, 1000 mm, nos meses de outubro a março, e 278 mm de abril a setembro (SENTELHAS, 1998).

O solo da área experimental foi classificado como NITOSSOLO VERMELHO Eutrófico Típico, “A” moderado, textura argilosa a muito argilosa (análise granulométrica das áreas A1, A2 e A3 - Tabela 1). Na classificação americana é referido como Kandiualfic Eutródico. Realizou-se a calagem, para elevar V% a 70 %, e a fosfatagem para elevar o teor de fósforo no solo até 25 mg de P₂O₅ dm⁻³ nas áreas.

3.2 Palmeira real australiana (*Archontophoenix cf. alexandrae*)

Outro estudo também foi feito com palmeira real australiana (*Archontophoenix cf. alexandrae*), onde o cultivo se encontra na Fazenda Santana de Bataguáçu, situada no município de Pirassununga, (SP), a uma latitude 21°59'46" Sul, longitude 47°25'33" Oeste, e altitude de 627 metros. O clima local é tropical de altitude Cwa, ou seja, subtropical úmido com verão chuvoso e estiagem no inverno, a temperatura média anual é de 23° C, sua precipitação é de 1.303 mm ao ano, ocorrendo a maior parte, nos meses de outubro a março.

Nesse local encontramos 170 mil plantas de palmeira reais australianas consorciadas a cultura da seringueira, e também cultivados a pleno Sol, possuindo três anos de idade, provenientes de sementes do Pólo Regional do Vale do Ribeira, localizado em Pariquera-açu (SP).

3.3 Condições de luz e delineamento experimental

Para obtenção de sombreamento foi utilizado o consórcio palmeira/ seringueira que está representado pelo SAF – Sistema Agroflorestal. Nos dois locais o espaçamento utilizado entre o açaí foi de 2 x 2 m e para a palmeira real australiana 1 x 1 m, já no consórcio palmeira/seringueira o espaçamento foi de 2 x 1 m nos dois locais.

Antes de começarmos as medições foi feita uma adubação de correção nos dois locais, e durante a condução do experimento fez-se análise de solo de seis em seis meses, para este não ser uma variável, e manter a planta no seu estado nutricional adequado.

Para observarmos a diferença no comportamento nas duas palmeiras, em relação aos diferentes níveis de sombreamento, foram estabelecidos três tratamentos (Tabela 1): pleno sol

(PS), meia sombra (MS) e sombra (S). A porcentagem de radiação fotossinteticamente ativa (PAR) para os 3 tratamentos foi a radiância natural máxima encontrada no local durante a medição.

Tabela 1 - Tratamentos estabelecidos para as duas espécies de palmeiras açai e palmeira real australiana em relação ao sombreamento

Tratamentos	Porcentagem de radiância natural %	
	Açai (Figura 1)	Palmeira real australiana (Figura 2)
Pleno sol (PS)	100	100
Meia sombra (MS)	60	20
Sombra (S)	30	3

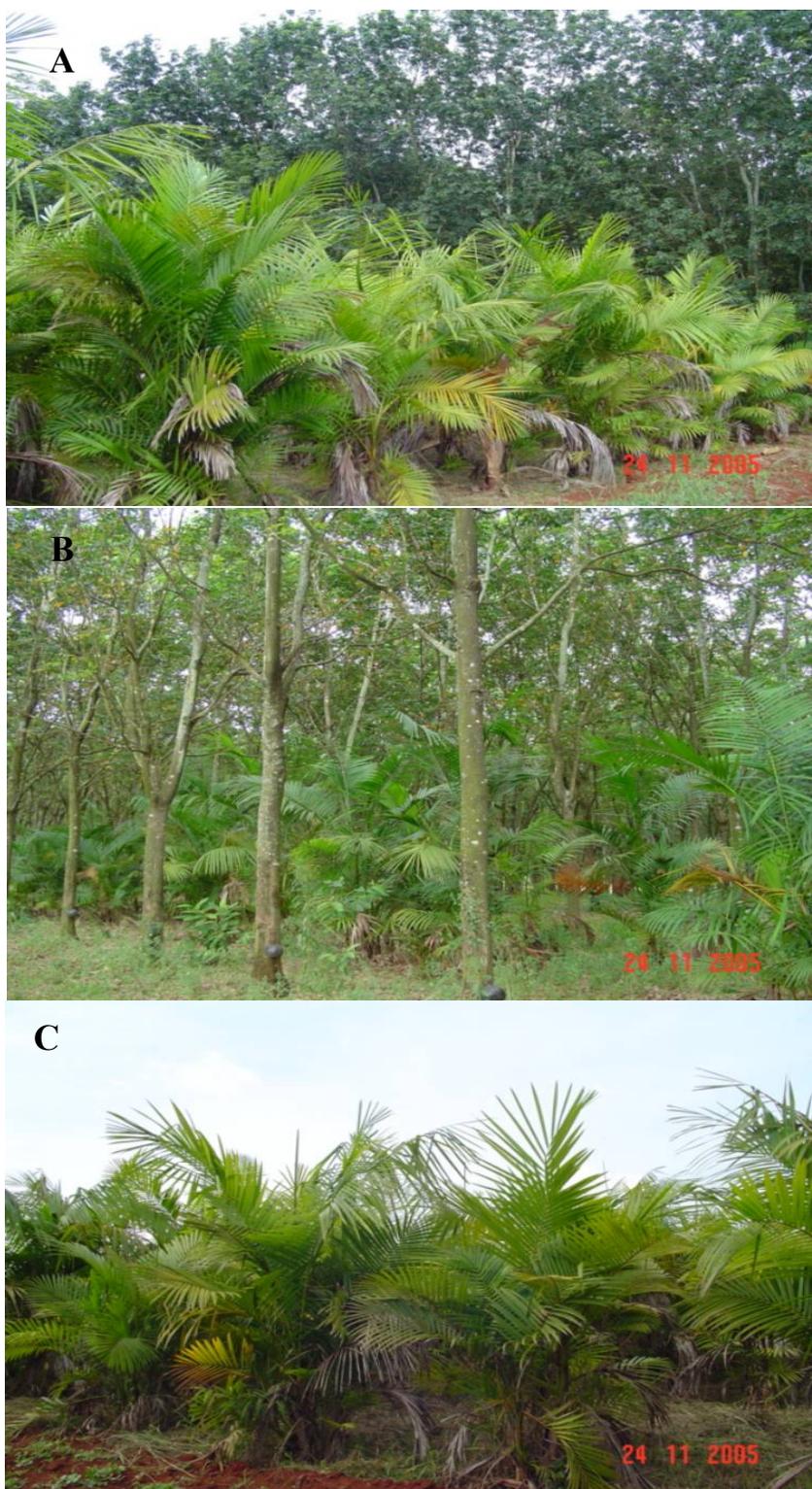


Figura 1 -Cultura do açazeiro no município de Piracicaba/SP, nas dependências da Escola de Agronomia Luiz de Queiroz (ESALQ/USP). A - cultivo em pleno sol; B - cultivo em meia sombra; C - cultivo na sombra



Figura 2 -Cultura da palmeira real australiana no município de Pirassununga/SP, nas dependências da Fazenda Bataguaçu. A - cultivo em pleno sol; B - cultivo em meia sombra; C - cultivo na sombra

As plantas para a realização desse estudo foram escolhidas ao acaso dentro do consórcio seringueira/palmeira. O delineamento empregado foi inteiramente casualizado.

3.4 Parâmetros analisados

3.4.1 Caracteres agronômicos

Foram feitas medições em 40 plantas em cada tratamento, sendo 4 repetições com 10 plantas cada, tanto para o açaí quanto para a palmeira real australiana, envolvendo caracteres agronômicos (não-destrutivos), estabelecidos por Clement e Bovi (2000), tais como:

- 1) diâmetro da planta - 50 cm (DPM) acima da superfície do solo;
- 2) altura da planta (ALT) - medida do solo até o ponto de inserção entre a flecha e a folha mais nova;
- 3) número de folhas (NFO) - número de folhas verdes completamente expandidas;
- 4) comprimento da ráquis foliar da quarta folha "folha +4" (CQF) - medido do ponto de emissão dos folíolos até a bifurcação deles no ápice;
- 5) comprimento da flecha "folha 0" (CFL) - medido do ponto de emissão, até o ápice. Além desses caracteres para o açaí foram observados mais dois que são: 1) número de perfilho por planta, e 2) diâmetro de mais 3 perfilhos medido a 10 cm acima da superfície do solo.

Os caracteres acima descritos foram utilizados pela facilidade de mensuração e, muitos deles, por terem apresentado boa correlação com caracteres do palmito em palmeiras de outros gêneros botânicos (BOVI et al., 1990, 1993; FANTINI et al., 1997).

Foi feita uma análise preliminar dos dados visando caracterizar a população amostrada para cada caráter estudado. Calculou-se a média, o desvio padrão, o coeficiente de variação e os valores máximo e mínimo. Empregou-se para comparação de médias o teste de Tukey, adotando-se nível de 5 % de probabilidade. As análises foram complementadas com o estudo de correlações lineares entre os caracteres para avaliar o comportamento dos mesmos nos três tratamentos.

3.4.2 Caracteres fisiológicos

Foram selecionadas 6 plantas das 40 plantas medidas (caractere agrônomo) por tratamento, as quais eram representativas da população, quanto à altura média, diâmetro da planta a 50 cm do solo e número de folhas. Nessas plantas selecionadas foram feitas as medidas para obtenção dos seguintes caracteres fisiológicos:

- 1) fotossíntese (A);
- 2) condutância estomática (gs);
- 3) transpiração (T).

Essas medidas foram obtidas através do aparelho LAI 6400 (LiCor®), comumente conhecido por IRGA (Infra Red Gas Analyser), cujo qual é um analisador de gases infravermelho portátil. Foi utilizada como luz a radiação fotossinteticamente ativa natural máxima (PAR), obtida no momento das medidas. As leituras (3 por intensidade de PAR, para cada palmeira) foram realizadas no período da manhã (10 a 12 horas). Foi feito um teste de comparação de média Tukey adotando-se o nível de 5 % de probabilidade, e uma curva de regressão linear.

3.5 Análises histológicas e ultraestruturais

A etapa para estudo da morfologia foliar foi desenvolvida no Laboratório de Morfogênese e Biologia Reprodutiva de Plantas (LCB) e as avaliações ultraestruturais no Núcleo de Apoio à Pesquisa em Microscopia Eletrônica Aplicada (NAP/MEPA), ambos os laboratórios localizados na Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – (ESALQ/USP).

3.5.1 Análises histológicas

3.5.1.1 Lâminas permanentes

As análises foram efetuadas com o folíolo na região mediana da folha.

O material vegetal foi colhido no campo, envolto em papel toalha embebido em água, depois foi acondicionado em saco plástico preto e levado para o Laboratório de Morfologia, assim que chegou foi colocado na geladeira à temperatura de 4 °C por um período de no máximo 5 dias.

Os folíolos de açaí e de palmeira real australiana foram primeiramente lavados em água corrente e em seguida seccionados e fixados em solução Karnovsky (1965). O material vegetal foi desidratado do material em série etílica crescente (10 a 100%), permanecendo em cada uma delas por 10 minutos. Após a desidratação foi feita a inclusão em resina de hidroxietilmetacrilato (LEICA-HISTORESIN), de acordo com as recomendações do fabricante.

O material embocado foi cortado em secções transversais e longitudinais com 5 μ m de espessura em micrótomo rotativo (E. LEITZ WETZLAR). As secções obtidas através do corte foram coloridas com azul de toluidina a 0,05% (v/v) em tampão fosfato e ácido cítrico (Sakai, 1973) e montado em lâminas histológicas com resina sintética (Entellan ®). Posteriormente, as lâminas histológicas foram analisadas e as imagens obtidas em microscópio de luz (Zeiss) acoplado a um sistema de captura de imagens com as respectivas escalas na mesma proporção.

3.5.1.2 Lâminas semipermanentes

Os cortes histológicos do material fresco foram feitos à mão livre com o auxílio de uma lâmina de aço Gillette e mantidos em água.

Os folíolos foram cortados a fresco longitudinal e transversalmente, clarificados com hipoclorito de sódio a 20% (v/v) e corados com verde iodo e vermelho congo (DOP; GAUTIÉ, 1928).

3.5.2 Análises ultraestruturais

3.5.2.1 Microscopia eletrônica de varredura

Secções dos folíolos de açaí e palmeira real australiana foram fixadas em solução Karnovsky modificado (glutaraldeído 2,5%, formaldeído 2,5% em tampão cacodilato de sódio 0,05M, pH 7,2) por 24 horas. Decorrido esse tempo às amostras foram fixadas em tetróxido de ósmio (OsO₄) e desidratadas em série cetônica crescente (30, 50, 70, 90 e 100%). Posteriormente submetidas ao ponto crítico (Balzers CPD 030) utilizando-se CO₂ como meio. Em seguida as amostras foram metalizadas com ouro (MED 010 da Balzers). As análises foram efetuadas em microscópio eletrônico de varredura de pressão variável (LEO 435 VP).

3.6 Densidade de estômatos

A densidade de estômatos foi determinada pelo método de impressão epidérmica (SEGATTO et al., 2004), utilizando éster de cianoacrilato (LOCTITE®). Para confecção destas lâminas foi utilizado um folíolo localizado na região central da folha +2, por se tratar da folha tem maior índice de fotossíntese em relação às outras, sendo este retirado de cinco plantas por tratamento.

Com a impressão deixada sob a lâmina, foi possível visualizar e contar os estômatos com o auxílio de um microscópio de luz equipado com ocular quadriculada, sendo estabelecidos campos de amostragem de 0,78 mm². Para tanto, foram realizadas cinco contagens por folíolo, nas posições basal, mediana e apical de cada tratamento, nas duas espécies estudadas.

O delineamento experimental utilizado foi com blocos inteiramente casualizados, analisando três tratamentos (pleno sol, meia sombra e sombra) da região abaxial, observando 5 campos, totalizando 25 campos por tratamento, sendo 5 folíolos por tratamento.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Condições de luz e plasticidade fisiológica

4.1.1 Açaí

4.1.1.1 Caracteres agronômicos

Embora as plantas tenham tido a mesma origem, mesmas condições de cultivo e sujeitas aos mesmos tratamentos culturais, observou-se que houve uma variação muito grande, nas principais estimativas dos caracteres vegetativos dentro da população amostrada, sugerindo expressiva variabilidade genética e variação no microclima.

Tabelas 2 - Estimativas da média (nos 3 tratamentos), desvio padrão, coeficiente de variação, valores máximo e mínimo para os caracteres estudados em uma população de açaí

Caracteres (valores médios)	Pleno sol (100%)	Meia sombra (60%)	Sombra (30%)	Desvio Padrão	Coef. de variação (CV)	Máximo dos 3 trat.	Mínimo dos 3 trat.
Altura (cm)	345	414	387	0,04	8,19	460	312
Num. Perfilho	7,67	9,50	5,67	0,73	31,97	15	3
Diâm. da planta mãe (cm)	23,58	24,75	23,25	1,11	14,11	33	17
Diâm. do perfilho 1 (cm)	19,83	20,25	9,83	0,4	9,31	22,5	5,5
Diâm. do perfilho 2 (cm)	15,50	19,58	8,17	1,13	21,61	26	5,5
Diâm. do perfilho 3 (cm)	14,75	16,92	4,92	1,23	21,31	23	3
Num. Folhas	8,6	7,67	7,33	0,21	29,31	22	11
Compr. Folha +2 (cm)	184	177	213	0,13	16,45	230	95
Larg. Folha +2 (cm)	102	98	111	0,06	17,15	130	60

Na tabela 2 encontram as principais estatísticas descritivas dos caracteres de planta avaliados. Os resultados mostram que a população de açaí que tinham 36 meses após plantio em campo, diâmetro médio da planta mãe a 50 cm de altura do solo (CV 14%) de 23,56 cm no tratamento pleno sol (PS), 24,75 cm na meia sombra (MS) e 23,25 cm na sombra (S); diâmetro médio do perfilho 1 a 50 cm de altura do solo (CV 9%) de 19,83 cm no tratamento PS, 20,25 cm na MS e 9,83 cm na S; diâmetro médio do perfilho 2 a 50 cm de altura do solo (CV 22%) de 15,50 cm no tratamento PS, 19,58 cm na MS e 8,17 cm na S; diâmetro médio do perfilho 3 a 50 cm de altura do solo (CV 21%) de 14,75 cm no tratamento PS, 16,92 cm na MS e 4,92 cm na S, em função do caráter diâmetro tanto o valor do diâmetro da mãe, como nos seus perfilhos (1, 2 e 3), o ambiente MS se mostrou mais adequado para a obtenção de um diâmetro maior. O número de

perfilho (CV 32%) para o tratamento PS foi de 7,67, na MS 9,5 e na sombra 5,67, mostrando que existe uma maior tendência em se encontrar maior número de perfilhos em ambientes sombreados. Altura média (CV 8%) de 345 cm no tratamento PS, 414 cm na MS e 387 cm na S. O número médio de folhas fotossinteticamente ativas (CV 29%) no tratamento PS - 7,67, MS - 4,14 e S - 3,87. O comprimento da ráquis da folha +2 (CV 16%) estava em torno de 184 cm no tratamento PS, 177 cm na MS e 213 cm na S, sua largura (CV 17%) estava em torno de 102 cm PS, 98 cm na MS enquanto que na S media 213 cm (Tabela 2).

Os valores máximo e mínimo apresentaram muita variação sugerindo grande variabilidade genética para os caracteres destrutivos, o mesmo ocorreu com UZZO et al. (2001) para palmeira real australiana.

Dentre os caracteres relacionados ao crescimento da planta, os que apresentaram maior variabilidade foram o número de perfilho e número de folhas, com coeficientes de variação (CV) entre 32 a 29%. Variação alta foi encontrada para os mesmos caracteres em estudo em população de pupunheira (BOVI et al., 1992). Uma justificativa para o resultado apresentado é que folhas de palmeiras crescem até um tamanho definido pela espécie (Tomlinson, 1990). No entanto, o mesmo autor e Bovi (1990) descreveram que o comprimento e a largura da folha +2, bem como o número dos folíolos que compõem o limbo foliar são dependentes do estágio ontogenético da palmeira e limitados especialmente pelo potencial genético, pelas condições de sombreamento, bem como pela disponibilidade hídrica e nutricional. Clement (1995) encontrou para esse mesmo caráter, avaliado em pupunheira, coeficientes de variação entre 28 a 51%, com diferenças nítidas entre populações, que correlacionou estes resultados à variação genética dentro da população estudada.

Com base nos resultados obtidos por meio do Teste de Tukey na Tabela 3, pode-se observar que não houve diferença significativa entre os tratamentos MS e S para o caráter altura, mas houve diferença significativa entre MS e PS. No que diz respeito ao caráter número de perfilho, diâmetro da planta mãe a 50 cm do solo, comprimento da ráquis da folha +2 e sua largura não houve diferença significativa entre os tratamentos. Já para os caracteres diâmetro do perfilho 1 a 50 cm do solo, diâmetro do perfilho 2 a 50 cm do solo e diâmetro do perfilho 3 a 50 cm do solo, houve diferença significativa entre os tratamentos PS e MS em relação ao S.

A não diferença significativa nos parâmetros estudados mostra que existe uma tendência em estabilizar as medidas de caractere agrônômico, independente de sua luminosidade.

Tabela 3 - Teste de Tukey dos três tratamentos do açaí para comparação das médias dos seguintes caracteres: altura (cm), número de perfilhos, diâmetro da planta mãe (cm), diâmetro da planta 1, 2 e 3 (cm), número de perfilho, comprimento e largura da folha + 2 (m), a 5% de probabilidade, com 36 meses de plantio a campo, no município de Piracicaba/SP

Tratamento	Alt.	Num. perf.	Diâm. mãe	Diâm. 1	Diâm. 2	Diâm. 3	Núm. folhas	Comp. F +2	Larg. F+2
Pleno sol	344,5 b	7,7a	23,6a	19,8a	15,5a	14,8a	53,2a	1,8a	1a
Meia sombra	413,8a	9,5a	24,8a	20,3a	19,6a	16,9a	46,8ab	180a	1a
Sombra	387 ab	5,7a	23,3a	9,8a	8,2b	4,9b	29,8b	2,1a	1,1a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

A figura 3 apresenta o gráfico da altura, diâmetro médio dos 3 perfilhos e comprimento da folha +2 em relação a PAR obtida no momento das medições pode-se observar que a altura ($R^2=0,4$) é maior no tratamento meia sombra do que nos demais, que o diâmetro médio dos 3 perfilhos ($R^2=0,92$) é no maior no tratamento meia sombra. Já o comprimento da folha +2 ($R^2=0,25$) é maior no tratamento sombra do que nos demais.

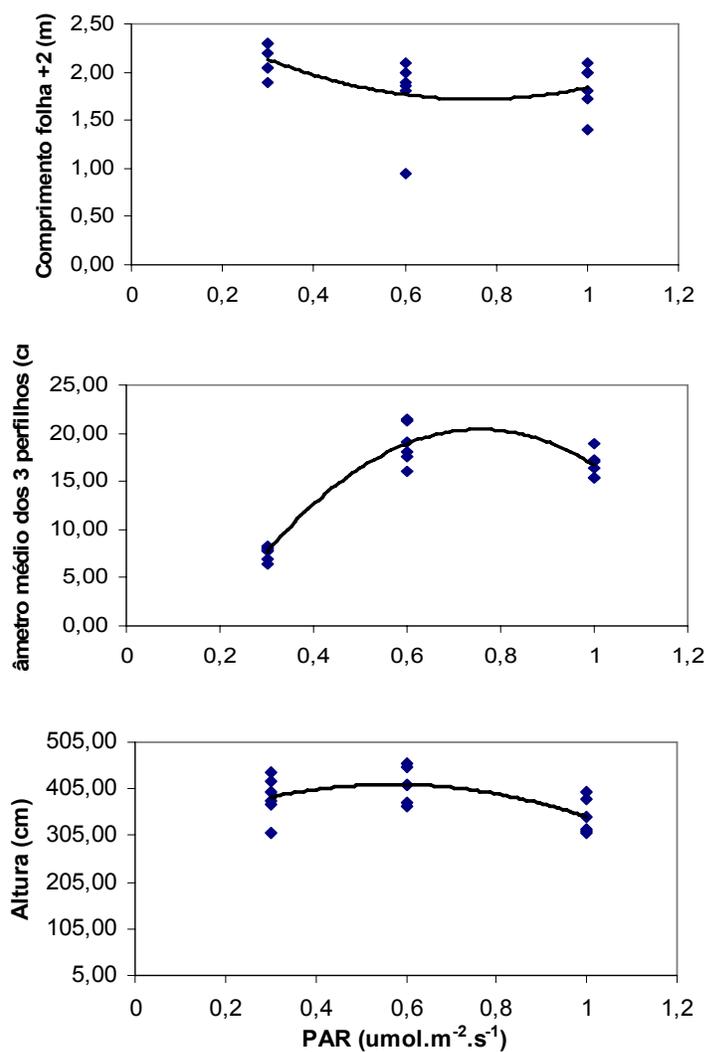


Figura 3 - Gráfico da altura, diâmetro médio dos 3 perfílios e comprimento da folha +2 em relação a PAR (radiação fotossinteticamente ativa) obtida no momento das medições do açai

4.1.1.2 Avaliações fisiológicas

Os caracteres fisiológicos obtidos através do IRGA em campo foram: fotossíntese (A), condutância estomática (gs) e transpiração (T), sob luz natural, os valores da irradiância relativa medida encontrada estão na tabela abaixo (4).

Tabela 4 - Tratamentos estabelecidos para o açaí em relação ao sombreamento encontrado em Piracicaba com o valor da irradiância relativa medida no local (MJ/m^2) e sua porcentagem

Tratamentos	Valor da irradiância relativa medida no local (MJ/m^2) - e %
Pleno sol	2500 – 100
Meia sombra	1500 – 60
Sombra	750 - 30

Na tabela 5 com base nos resultados obtidos pelo teste de Tukey para a avaliação dos caracteres fotossíntese (CV 17%), condutância estomática (CV 37%) e transpiração (CV 16%), pode-se observar que não houve diferença significativa em 5% de probabilidade para nenhum dos tratamentos estudados.

Tabela 5 - Teste de Tukey dos três tratamentos do açaí para comparação das médias dos seguintes caracteres: fotossíntese, condutância e transpiração a 5% de probabilidade, com 36 meses de plantio a campo, no município de Piracicaba

Tratamento	Fotossíntese	Condutância	Transpiração
Pleno sol	13,6a	0,95a	10,23a
Meia sombra	11,9a	0,5a	8,39a
Sombra	14,4a	0,96a	9,68a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

A análise dos valores médios da fotossíntese (A), contida na Figura 4, mostra que ao longo do período experimental não se deve diferenciar as respostas da fotossíntese ($R^2 = 0,2$) neste estudo. Pode-se associar uma característica do habitat sombrio ter dado o mesmo valor de taxa fotossíntese do tratamento pleno sol, a “manchas de sol” ou sunflecks, provocadas pela luz solar que passa através de pequenas clareiras no dossel e alcança as folhas de sombra (TAIZ; ZEIGER, 2004). A condutância estomática ($R^2 = 0,3$), no tratamento pleno sol, apresentou-se com uma maior média dos demais tratamentos, embora não tenha tido diferença significativa pelo teste de Tukey entre os tratamentos (Tabela 5). A transpiração ($R^2 = 0,2$) apresentou uma diferença entre o tratamento pleno sol (maior) em relação ao tratamento sombra, mas na média geral não houve diferenças significativas nos tratamentos.

No presente estudo pode-se verificar que os coeficientes de variação, apresentaram-se alto e o de correlação valores baixos, o mesmo ocorrendo com Koslowisk e Pallardy (1997), em suas considerações sobre o uso de taxas fotossintéticas como índice de crescimento potencial de espécies e genótipos de plantas arbóreas perenes. Os autores chamam atenção para o fato de se obter resultados com correlações altas, baixas e mesmo negativas estudando caracteres fisiológicos.

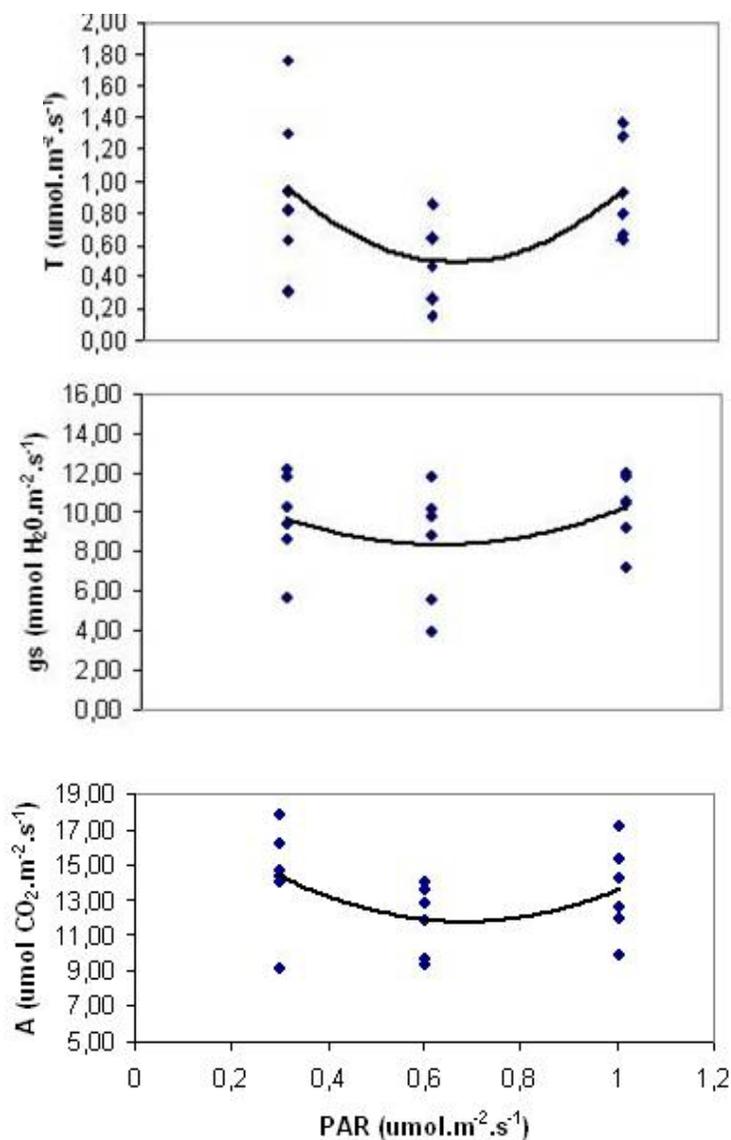


Figura 4 - Gráfico da radiação fotossinteticamente ativa (PAR) natural encontrada a campo X a fotossíntese (A), condutância estomática (gs) e transpiração (T) e em folíolos de açaí cultivados em Piracicaba

4.1.2 Palmeira real australiana

4.1.2.1 Caracteres agronômicos

O mesmo que aconteceu com o açaí ocorreu com a palmeira real australiana, houve variação muito grande nas principais estimativas dos caracteres vegetativos dentro da população amostrada, sugerindo expressiva variabilidade genética e influência da variação do microclima nos tratamentos.

A palmeira real australiana em estudo tinha, aos 36 meses após plantio no campo, diâmetro médio da planta a 50 cm de altura do solo (CV 19%) de 38,5 cm no tratamento pleno sol (PS), 23,5 cm na meia sombra (MS) e 30,42 cm na sombra (S), mostrando que no ambiente com maior luminosidade seu diâmetro aumentou; já o caractere altura (CV 12%) a média foi de 282 cm no tratamento PS, 361 cm na MS e 375 cm na S, o que já era de se esperar, em ambientes com pouca luminosidade a planta tende a estiolar. O número médio de folhas fotossinteticamente ativas no tratamento PS - 7,67, MS - 7,17 e S - 7,33, não variando entre os tratamentos. O comprimento da ráquis da folha +2 (CV 11%) estava em torno de 173 cm no tratamento PS, 247 cm na MS e 233 cm na S, e sua largura (CV 9%) estava em torno de 93 cm PS, 105 cm na MS, enquanto que na S media 100 cm, esses valores obtidos com coeficiente de variação baixos, podem ser explicados devido ao fato de terem atingido o comprimento máximo esperado para espécie já aos 36 meses de idade e/ou que esse comprimento e largura da folha +2 tenha sido limitado por fatores hídricos e nutricionais (Tabela 6).

Para o caractere número de folhas, o mesmo apresentou um coeficiente de variação de 7%, mostrando que, para esse caractere, o número de indivíduos avaliados (40 plantas/ tratamento) foi suficiente para constituir uma amostra representativa da população. Parece haver pouca variabilidade para ser explorada, isto pode ser devido à base genética restrita da população de palmeira real australiana (Tabela 6).

Os coeficientes de variação estudados variaram em 7 % (número de folhas) a 19% (diâmetro médio da planta a 50 cm de altura do solo).

Tabela 6 - Estimativa da média (nos 3 tratamentos), desvio padrão, coeficiente de variação, valores máximo e mínimo para os caracteres estudados em uma população de palmeira real australiana

Caracteres (valores médios)	Pleno sol (100%)	Meia sombra (20%)	Sombra (3%)	Desvio Padrão	Coef. de variação (CV)	Máximo dos 3 trat.	Mínimo dos 3 trat.
Altura (cm)	282	361	375	0,18	12,93	450	240
Diâm. da planta a 50 cm do solo (cm)	38,5	23,5	30,42	1,88	18,83	44,5	21
Num. Folhas	7,67	7,17	7,33	0,26	7,68	9	6
Compr. Folha +2 (cm)	173	247	233	0,04	10,76	290	128
Larg. Folha +2 (cm)	93	105	100	0,05	8,85	110	70

Considerando os valores médios obtidos, foi feito também o teste de Tukey para esses caracteres estudados. Na tabela 7 pode-se observar que, houve diferença estatística entre o tratamento PS, MS e S. No caráter diâmetro da planta a 50 cm do solo, não houve diferença significativa entre o tratamento PS e S, no entanto diferiu do tratamento MS, e este por sua vez não diferiu do tratamento S. Já para os caracteres número de folha, comprimento da ráquis da folha +2 e sua largura não houve diferença significativa entre os tratamentos estudados.

Tabela 7 - Teste de Tukey dos três tratamentos da palmeira real australiana para comparação das médias dos seguintes caracteres: altura (cm), número de perfilhos, diâmetro da planta mãe (cm), diâmetro da planta 1, 2 e 3 (cm), número de perfilho, comprimento e largura da folha + 2 (m), fotossíntese e condutância a 5% de probabilidade, com 36 meses de plantio a campo, no município de Pirassununga

Tratamento	Altura	Diâm.	Núm. folhas	Compr. Folha +2	Largura Folha +2	Fotossíntese	Condu-tância
Pleno sol	282,2 b	38,5a	7,7a	1,73a	0,93a	13,15a	0,49 b
Meia sombra	360,8a	23,5 b	7,2a	2,47a	1,05a	4,25 b	4,25a
Sombra	375a	30,42ab	7,3a	2,33a	1,00a	6,54 b	6,54a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

A figura 5 apresenta o gráfico da altura, diâmetro da planta a 50 cm do solo e comprimento da folha +2 em relação a PAR obtida no momento das medições, pode-se observar que a altura ($R^2= 0,53$) é maior no tratamento sombra e que vai decrescendo com relação à meia sombra e sol, o que já era de se esperar, pois segundo TAIZ; ZEIGER (2004) as plantas em ambiente sombreado, ou seja, com redução na radiação solar, apresentam um relativo estiolamento (nas palmeiras) em busca da luz. O diâmetro da planta ($R^2= 0,64$) se apresentou maior nas plantas cultivadas em pleno sol, e menor nas plantas cultivadas em meia sombra, pois acredita-se que os fotoassimilados produzidos pela planta se agruparam na estipe, no tratamento pleno sol; e em busca de luminosidade, os mesmos se alocaram para a planta ter uma maior altura nos ambientes com menor radiação. Já o comprimento da folha +2 ($R^2= 0,72$) não houve diferença entre os tratamentos sombra e meia sombra, no entanto em pleno sol houve um decréscimo em seu comprimento.

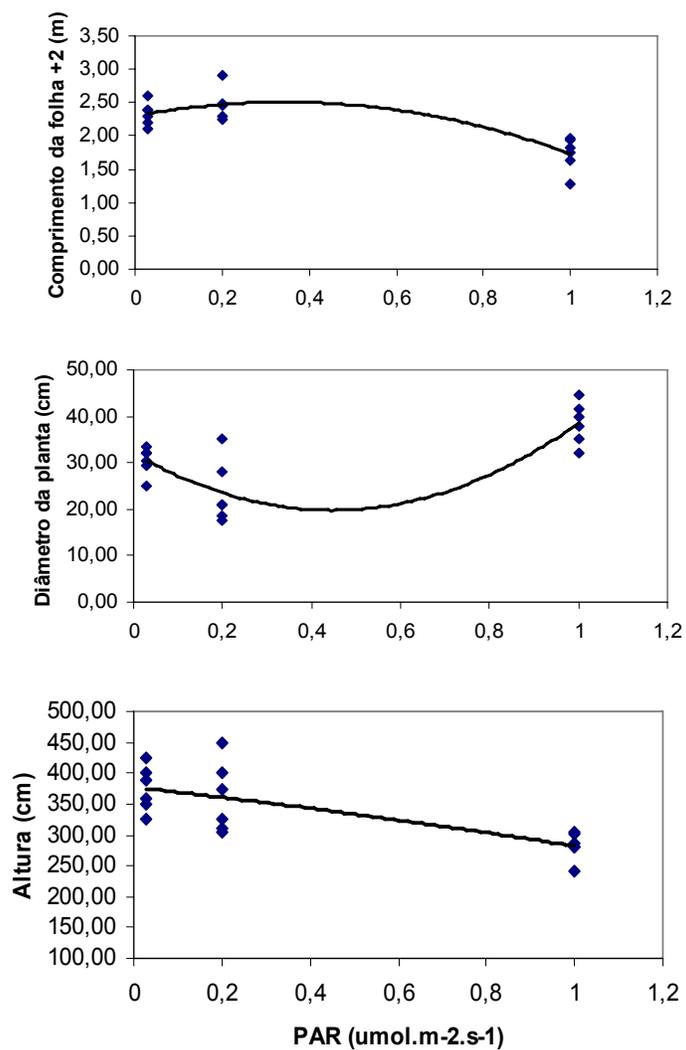


Figura 5 - Gráfico da altura, diâmetro da planta e comprimento da folha +2 em relação a PAR (radiação fotossinteticamente ativa) obtida no momento das medições da palmeira real australiana

4.1.2.2 Avaliações fisiológicas

Os caracteres fisiológicos obtidos através do IRGA em campo foram os mesmos avaliados no açaí que são: radiação fotossinteticamente ativa (PAR), condutância estomática (gs) e

transpiração (T), sob luz natural, os valores da irradiância relativa medida encontrada estão na tabela abaixo (8).

Tabela 8 - Tratamentos estabelecidos para a palmeira real australiana em relação ao sombreamento encontrado em Pirassununga com o valor da irradiância relativa medida no local (MJ/m^2) e sua porcentagem

Tratamento	Valor da irradiância relativa medida no local (MJ/m^2) – e %
Pleno sol	520 – 100
Meia sombra	93 – 20
Sombra	13 – 3

Utilizou-se o teste de Tukey para comparar as médias da fotossíntese (CV 29%), onde pode-se observar que houve diferença significativa entre os tratamentos PS e MS e S, mas não houve diferença entre os dois últimos. No caráter condutância estomática (CV 62%) seu coeficiente foi elevado e o teste mostrou que não há diferença significativa entre os tratamentos MS e S, no entanto os dois se diferiram do tratamento PS. Já no caráter transpiração (CV 97%), o coeficiente de variação foi altíssimo, e pelo teste de média houve diferença significativa entre os tratamentos PS e S, no entanto não houve diferença significativa entre os tratamentos MS e S (Tabela 9).

Tabela 9 - Teste de Tukey dos três tratamentos da palmeira real australiana para comparação das médias dos seguintes caracteres: fotossíntese, condutância e transpiração a 5% de probabilidade, com 36 meses de plantio a campo, no município de Pirassununga

Tratamento	Fotossíntese	Condutância	Transpiração
Pleno sol	13,15a	0,49 b	8,19 b
Meia sombra	4,25 b	4,25a	87,09 ab
Sombra	6,54 b	6,54a	130,127 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

A Figura 6 mostra valores da fotossíntese (A), condutância estomática (gs) e transpiração (T) observados no período da manhã, em Pirassununga, nos folíolos de palmeira real australiana, em condições de luz natural (Tabela 8). Pode-se observar nessa figura que a resposta ecofisiológica foi diferente nos 3 tratamentos.

A fotossíntese ($R^2 = 0,7$) apresenta um maior valor no tratamento pleno sol em relação aos demais tratamentos, também apresentado na Tabela 9, esse resultado é esperado visto que, os valores para plantas em ambientes com menor luminosidade são menores porque suas taxas respiratórias são muito baixas, de modo que a pequena taxa de fotossíntese líquida é suficiente para levar a zero as taxas líquidas de troca de CO_2 (TAIZ; ZEIGER, 2004). Os mesmos autores explicam que as baixas taxas respiratórias parecem representar uma adaptação básica que permite às plantas de sombra sobreviver em ambientes limitados pela luz. O mesmo ocorreu com a palmeira real australiana neste trabalho.

Estudos realizados com plantas em pleno sol indicam, quase sempre, que as folhas apresentam maior condutância estomática do que nos ambientes com menos luz, ou seja, maior fotossíntese, entretanto, isto não foi observado, pois o regime de radiação solar no sub-bosque é diferente, apresentando valores bem menores nos horários mais quentes do dia em relação à área aberta (PEZZOPANE, et al., 2002). No presente trabalho a condutância estomática ($R^2 = 0,6$) apresentou maior valor nas plantas cultivadas à sombra (Figura 6) e menores valores nos tratamentos meia sombra e pleno sol. FIGUEIRÊDO et al. (2002), também obtiveram este resultado em cupuaçuzeiros. Uma resposta para este resultado, seria que valores elevados da radiação solar associados à baixa disponibilidade hídrica no solo, provocassem o fechamento dos estômatos, com conseqüente diminuição da condutância estomática.

Verifica-se também na figura 6 que a transpiração ($R^2 = 0,3$) foi maior para o tratamento sombra e menor para o tratamento meia sombra e pleno sol. Pode-se observar que a curva da condutância estomática e transpiração se assemelham indicando que existe correlação entre essas variáveis biofísicas, o mesmo encontrou Figueiredo et al. (2002), em cupuaçuzeiros.

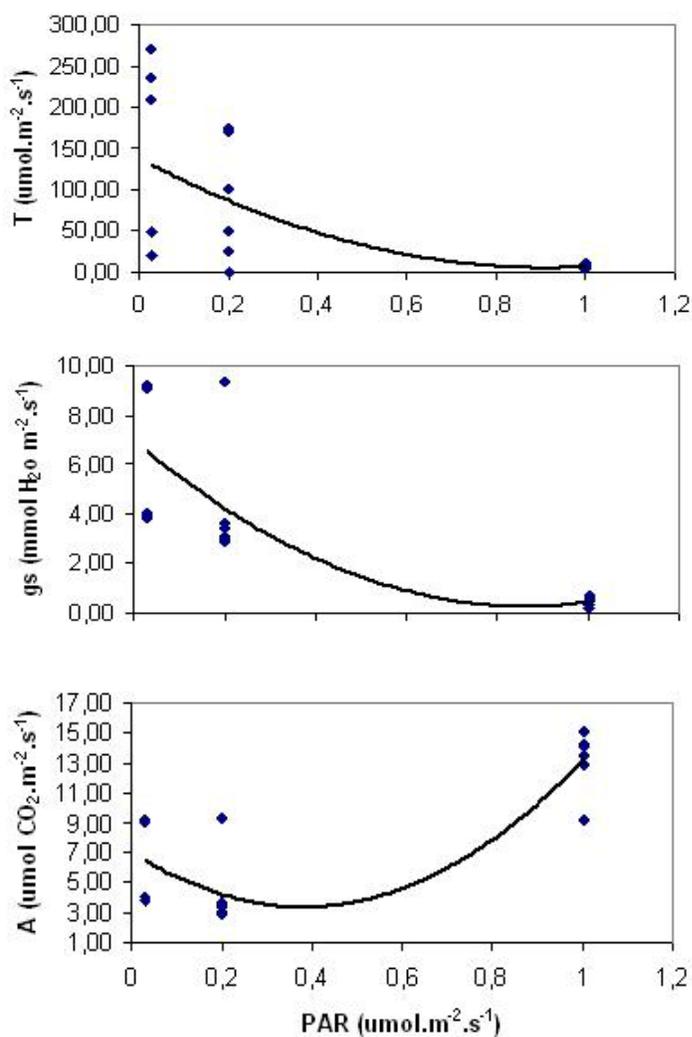


Figura 6 - Gráfico da radiação fotossinteticamente ativa (PAR) natural encontrada a campo X a fotossíntese (A), condutância estomática (gs) e transpiração (T) em folíolos de palmeira real australiana em Pirassununga

As diferentes respostas ecofisiológicas observadas no açai e na palmeira real australiana sofrem influência da própria estrutura foliar, da grande variabilidade genética e ambiental existente.

Em função disso, foi feita análise histológica e ultraestrutural das folhas das palmeiras.

4.2 Análise Histológica e Ultraestrutural

4.2.1 Açaí

O limbo foliar do açaí apresenta cutícula (Ct) em ambas as superfícies adaxial e abaxial (Figura 7 e 10 A, B e C), aparentemente mais espessa na adaxial, porém, não apresentando diferenças visíveis nos tratamentos (Figura 7 A, B e C). Em relação à epiderme (Ep), ambas são uniestratificadas, sendo que a adaxial apresenta-se maior que a abaxial (Figura 7 A, B e C). Tricomas (T) são presentes somente na superfície abaxial das folhas do tratamento sombra (Figura 7 C).

As folhas são hipoestomáticas, com estômatos disposto em fileiras discretas, com distribuição irregular, somente na epiderme abaxial das folhas (Figura 7 e 9 A, B e C).

O complexo estomático é formado por um par de células guardas (Figura 7 e 9 A, B e C), um par de células subsidiárias paralelas, e nas extremidades, duas outras células subsidiárias polares menores, de formato arredondado, caracterizando os estômatos do tipo tetracítico, comum à maioria das palmeiras, de acordo com a revisão de Baranova (1987).

A hipoderme (Hp) está presente em ambas as faces da folha, porém, apresenta-se formando um estrato uniforme e constante na face adaxial, ao passo que na face abaxial, apresenta-se não uniforme, com falhas em todos os tratamentos (Figura 7 A, B e C).

O mesofilo das folhas do açaí para todos os tratamentos (Figura 7 A, B e C) apresenta parênquima (Pq) clorofiliano homogêneo em paliçada e estratificado (geralmente em 6 camadas), porém nos tratamentos pleno sol e meia sombra (Figura 7 A e B), a primeira camada de células da região adaxial, logo abaixo da hipoderme, é formada por células alongadas no sentido vertical e com maior densidade de cloroplasto, que as cinco demais camadas presentes no mesofilo. Ainda em relação a essa região, observa-se que, o número de camadas de células de parênquima clorofiliano é pouco variável de uma folha para a outra e praticamente estável entre os tratamentos (Figura 7). As folhas do açaí apresentam células parenquimáticas mucilaginosas, que estão mais densamente presentes no mesofilo do tratamento pleno sol (Figura 7 A), com menor intensidade para meia sombra (Figura 7 B) e com presença reduzida na sombra (Figura 7 C).

As nervuras são formadas por feixes vasculares colaterais fechados, envoltos por uma bainha esclerenquimática interna e outra parenquimática externa, não apresentando diferenças entre os tratamentos (Figura 7 e 8 A, B e C).

Não existe diferença na epiderme entre os tratamentos do açai (Figura 10 A, B e C).

As diferenças anatômicas encontradas na folha de uma mesma espécie colocada em regimes luminosos diferentes são comuns, o mesmo ocorreu com no trabalho de Terashima (1992), com *Thermopsis montana*, onde a folha de sol encontrou-se mais espessa, e com maior parênquima paliádico do que a folha na sombra, concluindo que a planta desenvolve adaptações anatômicas ao seu microambiente luminoso.

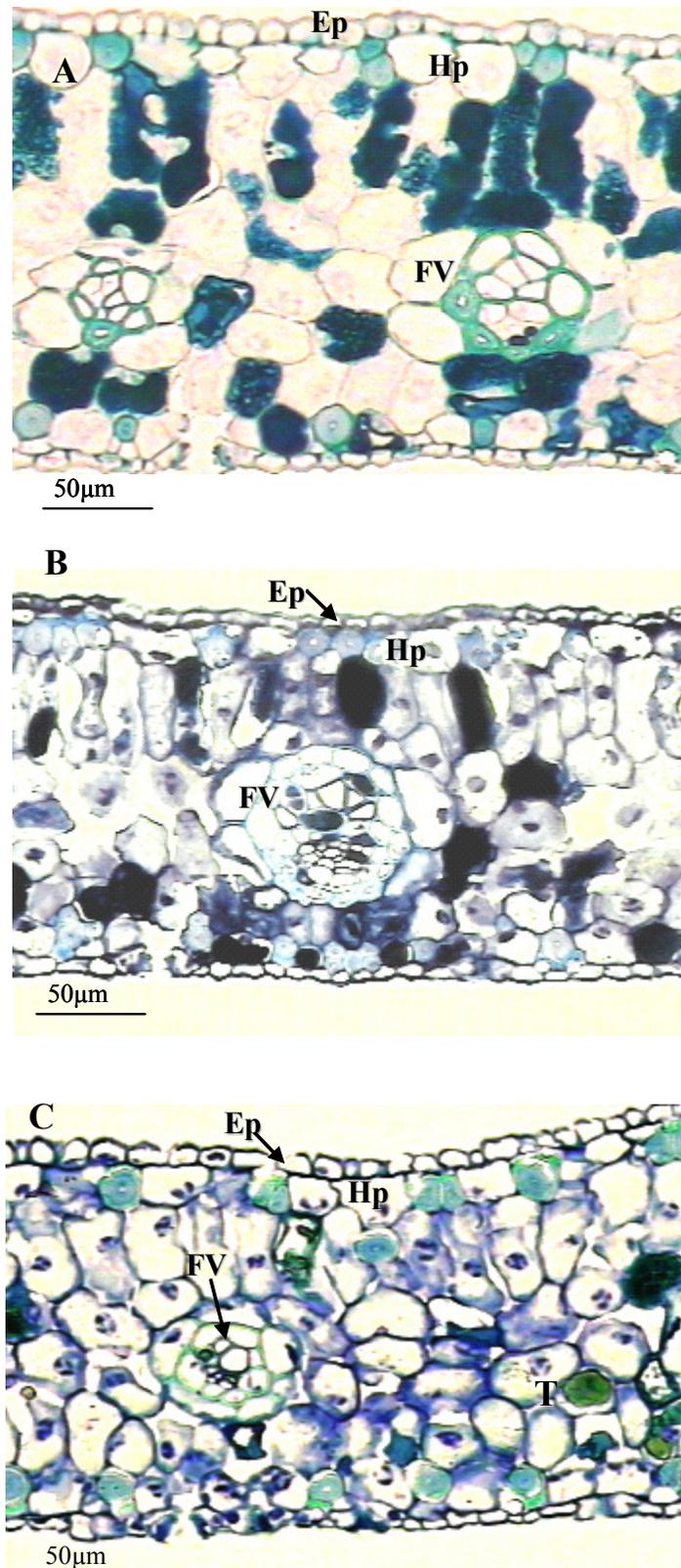


Figura 7 - Fotos de corte longitudinal da folha do açai em microscópio de luz dos 3 tratamentos. A - pleno sol; B - meia sombra; C - sombra

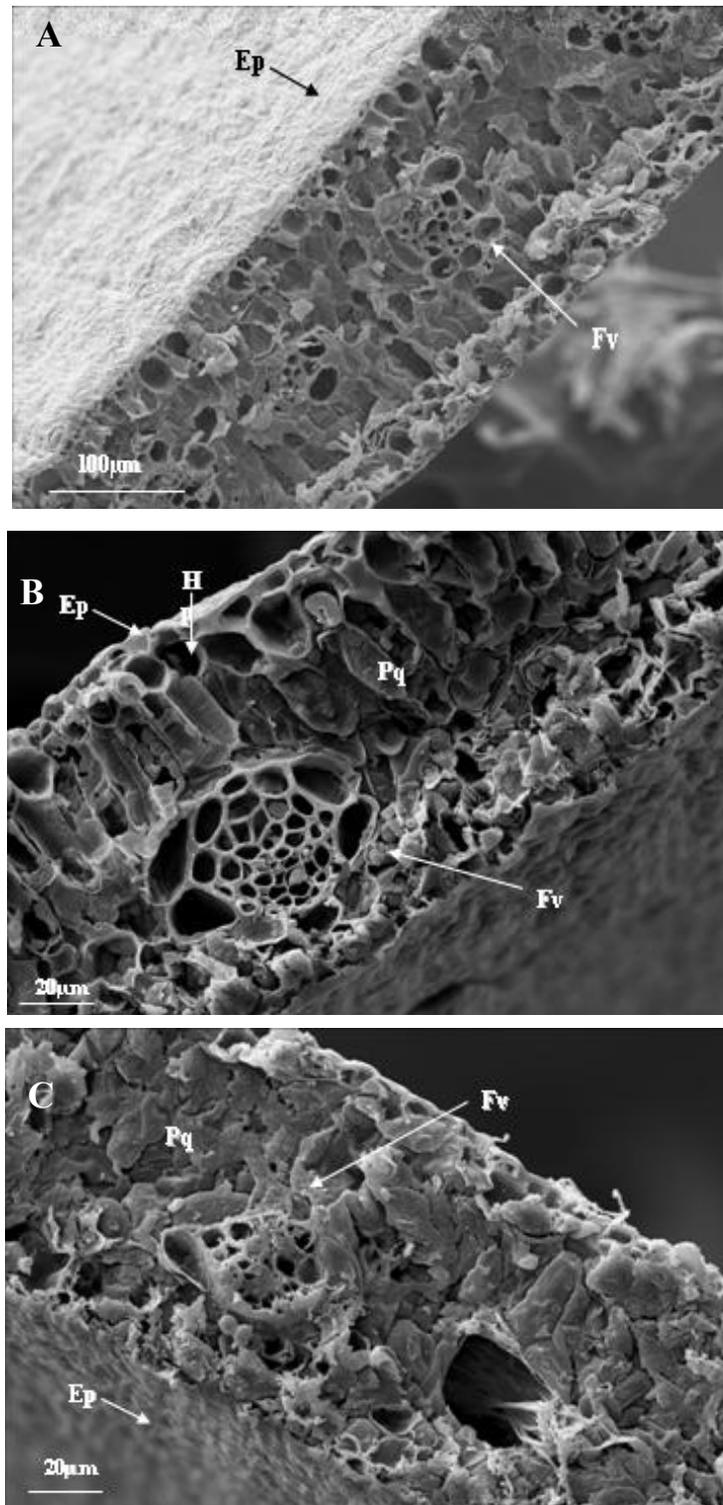


Figura 8 - Fotos de corte longitudinal da folha do açai em microscopia eletrônica dos 3 tratamentos. A - pleno sol; B - meia sombra; C - sombra

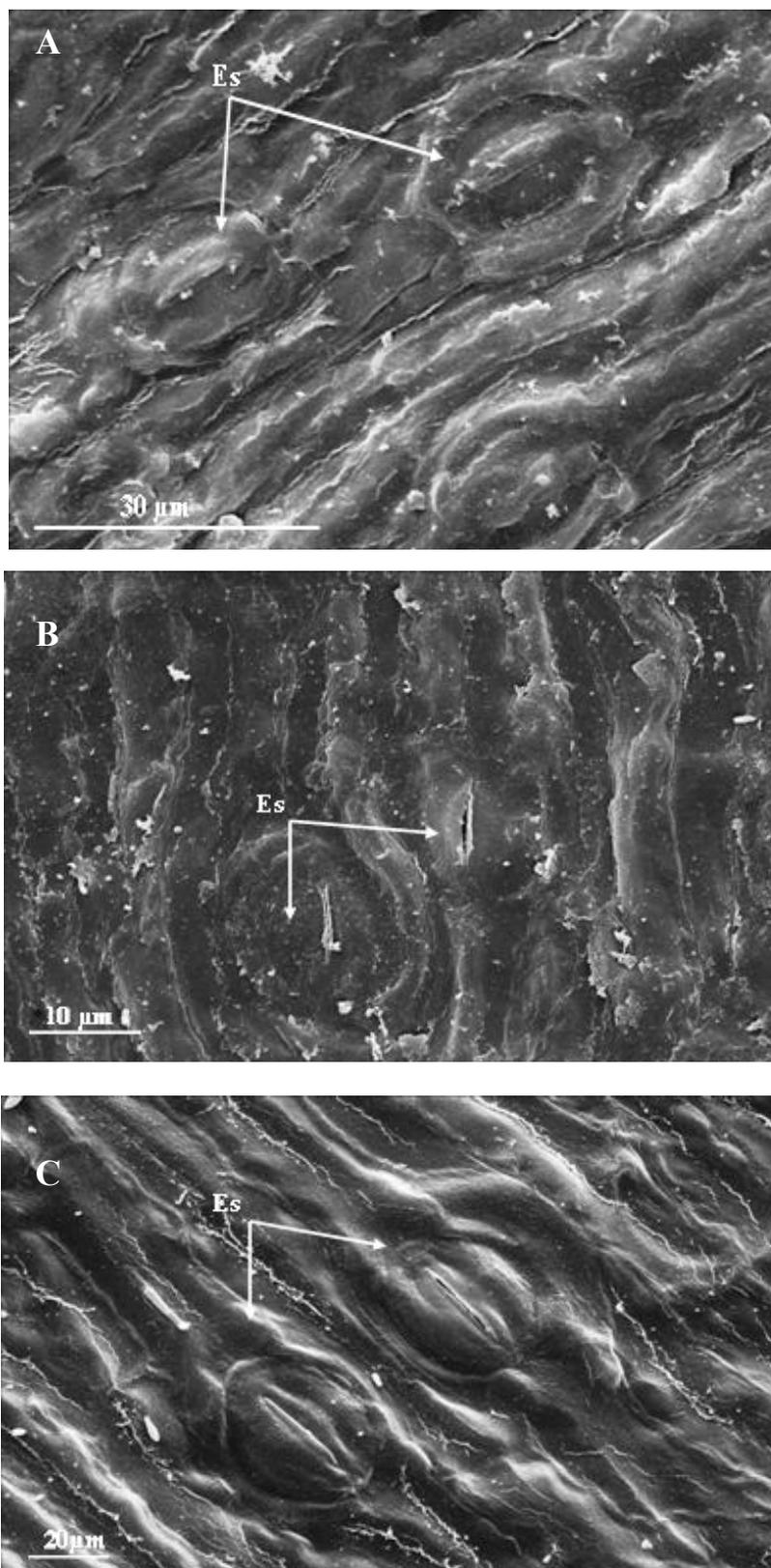


Figura 9 - Fotos de estômatos da folha do açai em microscopia eletrônica dos 3 tratamentos. A - pleno sol; B - meia sombra; C - sombra

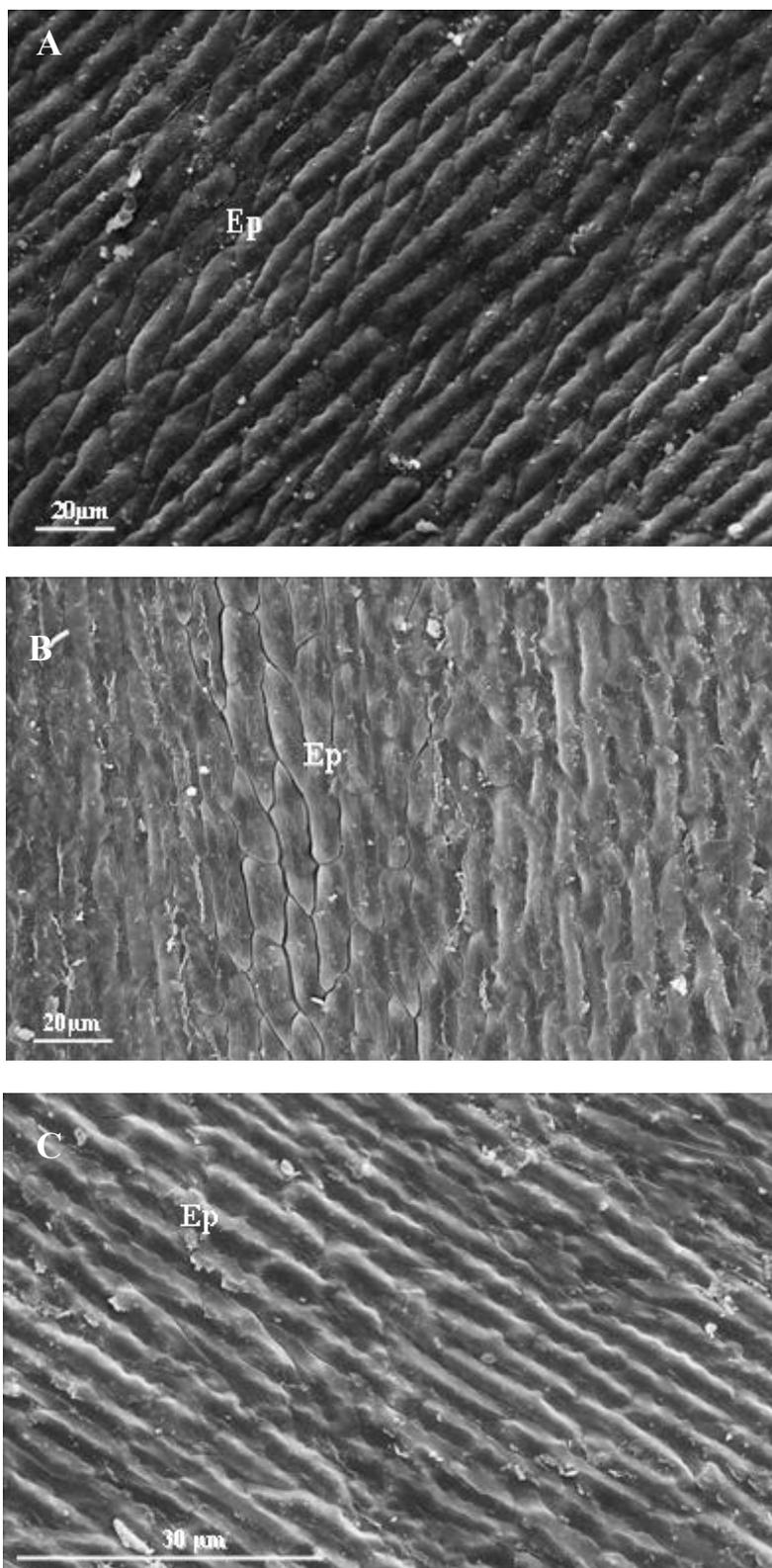


Figura 10 - Fotos da epiderme da folha do açai em microscopia eletrônica dos 3 tratamentos. A - pleno sol; B - meia sombra; C - sombra

Foi feita a contagem do número de estômatos por folíolo nos açazeiros, podemos observar que existe diferença significativa entre os três tratamentos em relação ao número de estômatos, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (Tabela 10). No tratamento PS o número é superior aos demais, e o tratamento MS superior ao de S, isto era de se esperar, haja visto que, Ristic e Cass (1991), estudando milho, também observaram espécies mais adaptadas a ambientes secos, promoveu o aumento da frequência estomática.

Kuniyoshi (1993) relatou que o número de estômatos pode ser influenciado por condições ambientais, variando nas diferentes partes da folha, em diferentes folhas de um mesmo indivíduo ou da mesma espécie de diferentes idades. Bonates *et al.* (2000), destacaram a importância da umidade relativa em ambientes tropicais onde os microclimas mais xéricos favorecem o aumento do número de estômatos, desde que a umidade relativa seja suficientemente alta para evitar a desidratação excessiva.

Tabela 10 – Teste de Tukey dos três tratamentos do açai para comparação das médias referentes à área e ao número de camadas do parênquima paliçádico e número de estômatos submetidos a diferentes níveis de sombreamento (Pleno sol, meia sombra e sombra), a 5% de probabilidade

Tratamento	Parênquima Paliçádico		Número de estômatos/ mm ²
	Área (cm ²)	Número de camadas	
Pleno sol	5,19	3 a 4	9,6 a
Meia sombra (60%)	4,38	3 a 4	8,6 b
Sombra (30%)	4,5	3 a 4	7,1 c

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Na tabela 10 também podemos notar que o tamanho da área do parênquima paliçádico é maior no tratamento PS do que nos demais, tais adaptações são encontradas na natureza (TAIZ; ZEIGER, 2004). Outro parâmetro avaliado foi o número de camadas que não diferenciou entre si.

4.2.2 Palmeira real australiana

O limbo foliar de palmeira real australiana apresenta cutícula em ambas as superfícies adaxial e abaxial, porém, aparentemente mais espessa na adaxial, não apresentando diferenças visíveis nos tratamentos (Figura 11 e 14 A, B e C). Em relação à epiderme, ambas são uniestratificadas, sendo a adaxial uniformemente arranjada, formando um estrato regular, ao passo

que na abaxial as células apresentam tamanhos distintos com a face externa mais proeminente, formando um estrato irregular, que conforme o aspecto rugoso ao tecido (Figura 11 A, B e C).

As folhas são hipoestomáticas, portanto presentes exclusivamente na epiderme abaxial, disposto em fileiras discretas, com distribuição irregular (Figura 13 A, B, C). O complexo estomático é formado por um par de células guardas, um par de células subsidiárias paralelas, e nas extremidades, duas outras células subsidiárias polares menores, de formato arredondado, constituindo estômatos do tipo tetracítico, de acordo com a revisão de Baranova (1987) comum à maioria das palmeiras.

A hipoderme está presente em ambas as faces da folha, porém, apresenta-se formando um estrato uniforme e constante na face adaxial, enquanto que a face abaxial apresenta-se não uniforme e com falhas (Figura 11 A, B e C).

O mesofilo é homogêneo com parênquima clorofiliano em paliçada, porém no tratamento pleno sol (Figura 11 e 12 A), observa-se que a metade superior (adaxial) do mesofilo, apresenta maior concentração de cloroplasto por células, maior justaposição de células e conseqüente ausência de espaços intercelulares, enquanto que na metade inferior (abaxial) observa-se o oposto, ou seja, menor concentração de cloroplastos, menor justaposição entre as células e maior freqüência de espaços intercelulares, conferindo um aspecto de mesofilo heterogêneo (paliçádico e lacunoso). Essas diferenças são menos evidentes em meia sombra (Figura 11 e 12 B) e rara no tratamento sombra (Figura 11 e 12 C). Ainda em relação ao mesofilo, observa-se que, o número de estratos celulares é variável entre os tratamentos, sendo observado sete a oito camadas no tratamento pleno sol (Figura 11 A), cinco meia sombra (Figura 11 B) e de seis a sete camadas no tratamento sombra (Figura 11 C).

As nervuras são formadas por feixes vasculares colaterais fechados, envoltos por uma bainha esclerenquimática interna e outra parenquimática externa, não apresentando diferenças entre os tratamentos (Figura 11 e 12 A, B e C). A epiderme também não se diferencia entre os tratamentos (Figura 14 A, B e C).

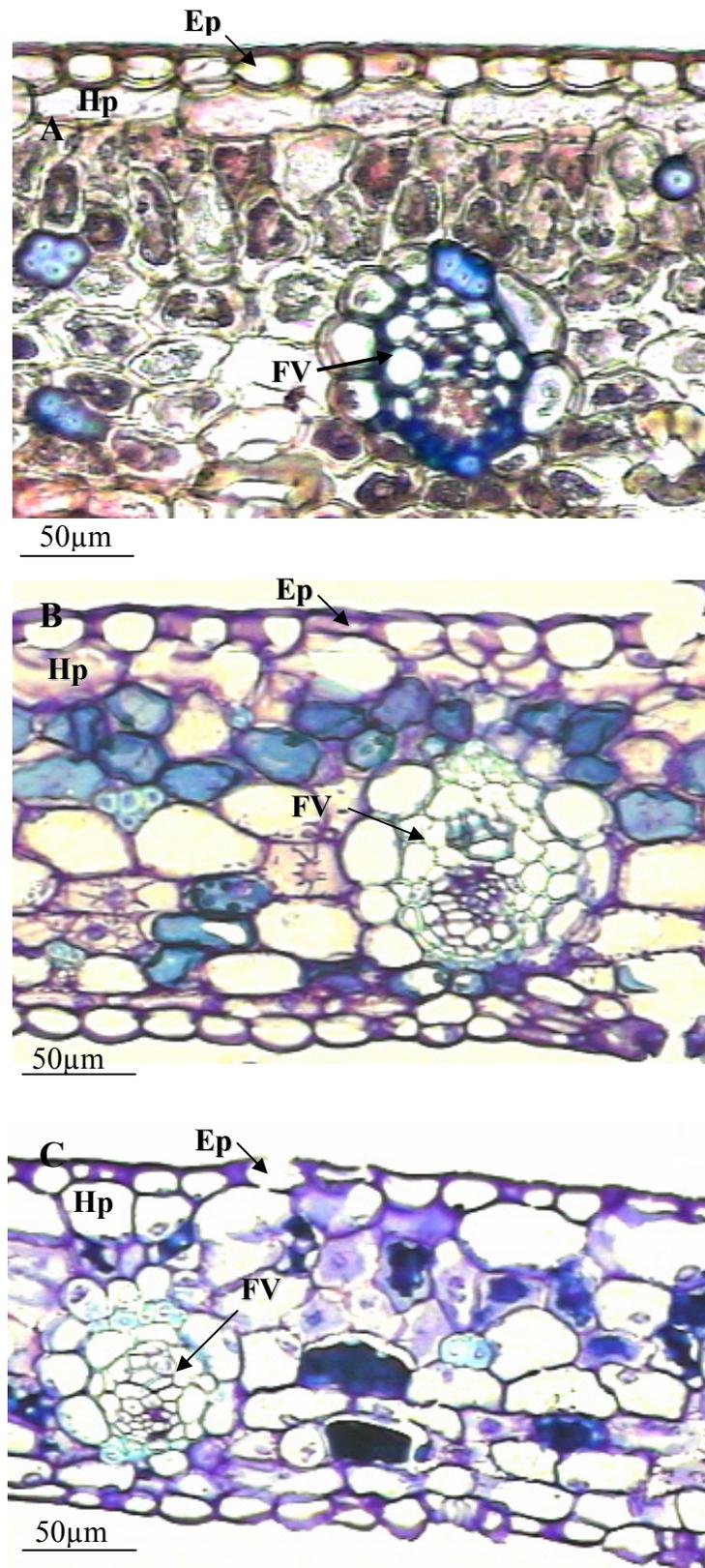


Figura 11 - Fotos de corte longitudinal da folha da palmeira real australiana em microscópio de luz dos 3 tratamentos. A - pleno sol; B - meia sombra; C – sombra

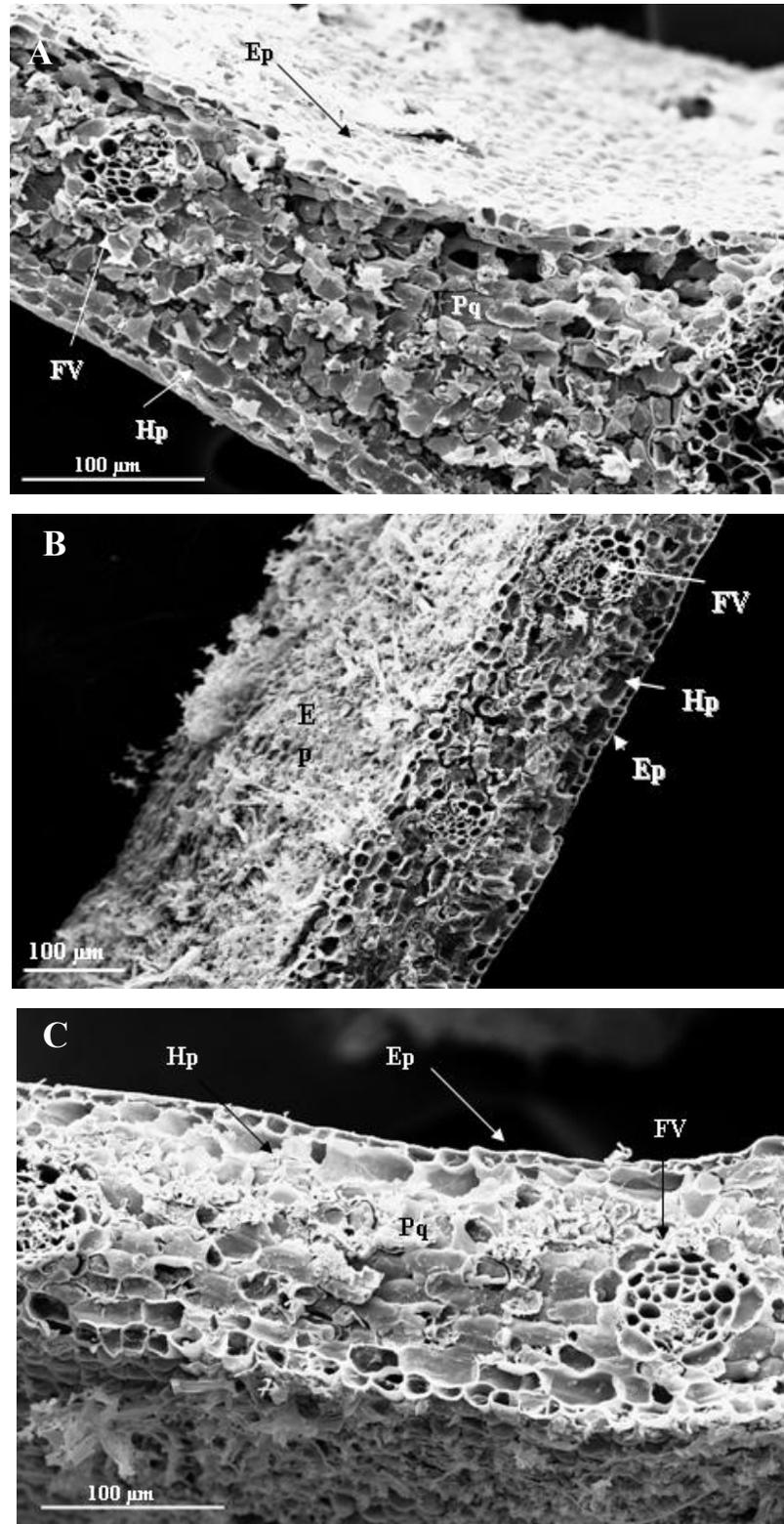


Figura 12 - Fotos de corte longitudinal da folha da palmeira real australiana em microscopia eletrônica dos 3 tratamentos. A - pleno sol; B - meia sombra; C - sombra

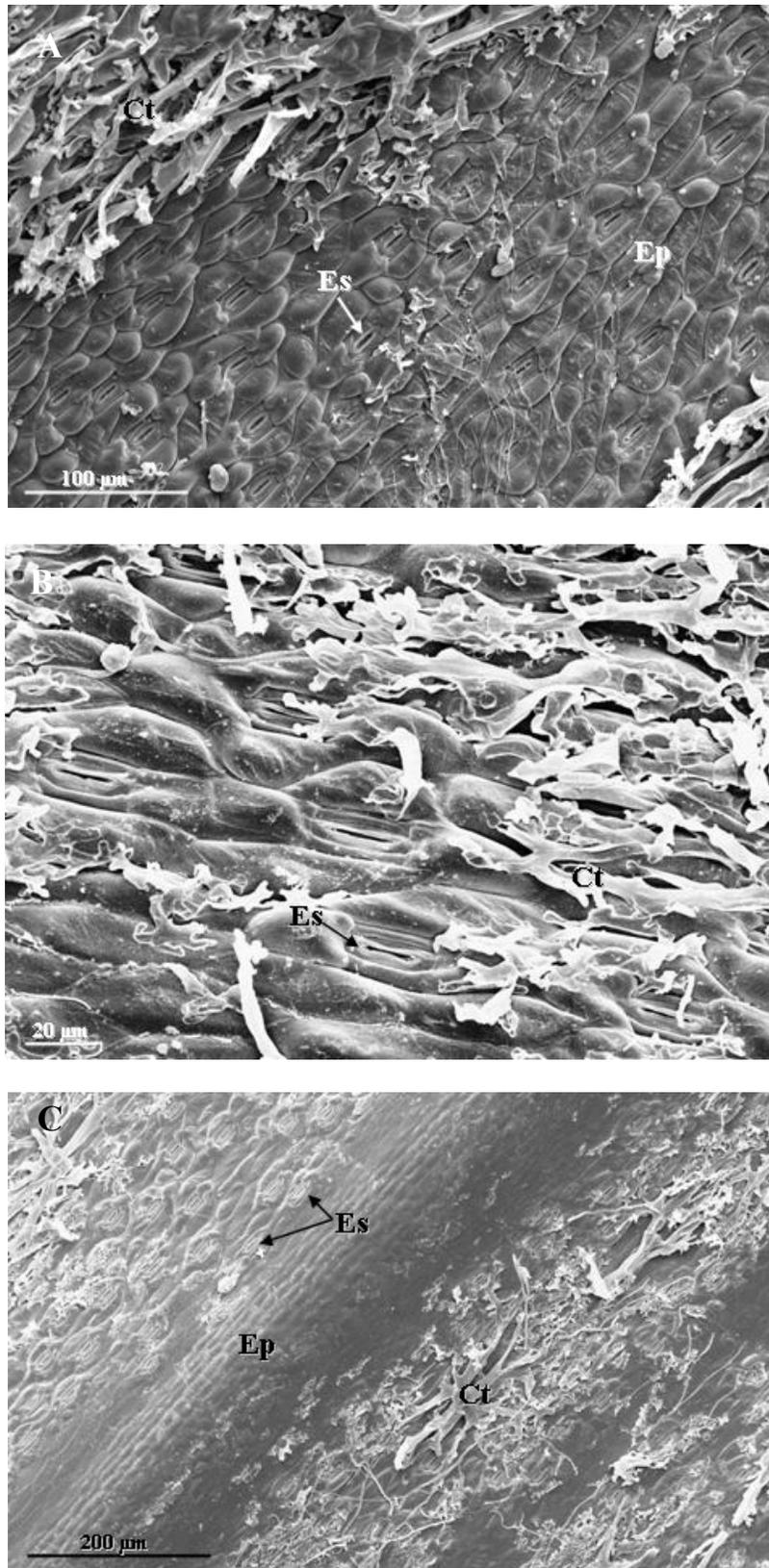


Figura 13 - Fotos de estômatos da folha da palmeira real australiana em microscopia eletrônica dos 3 tratamentos. A - pleno sol; B - meia sombra; C - sombra

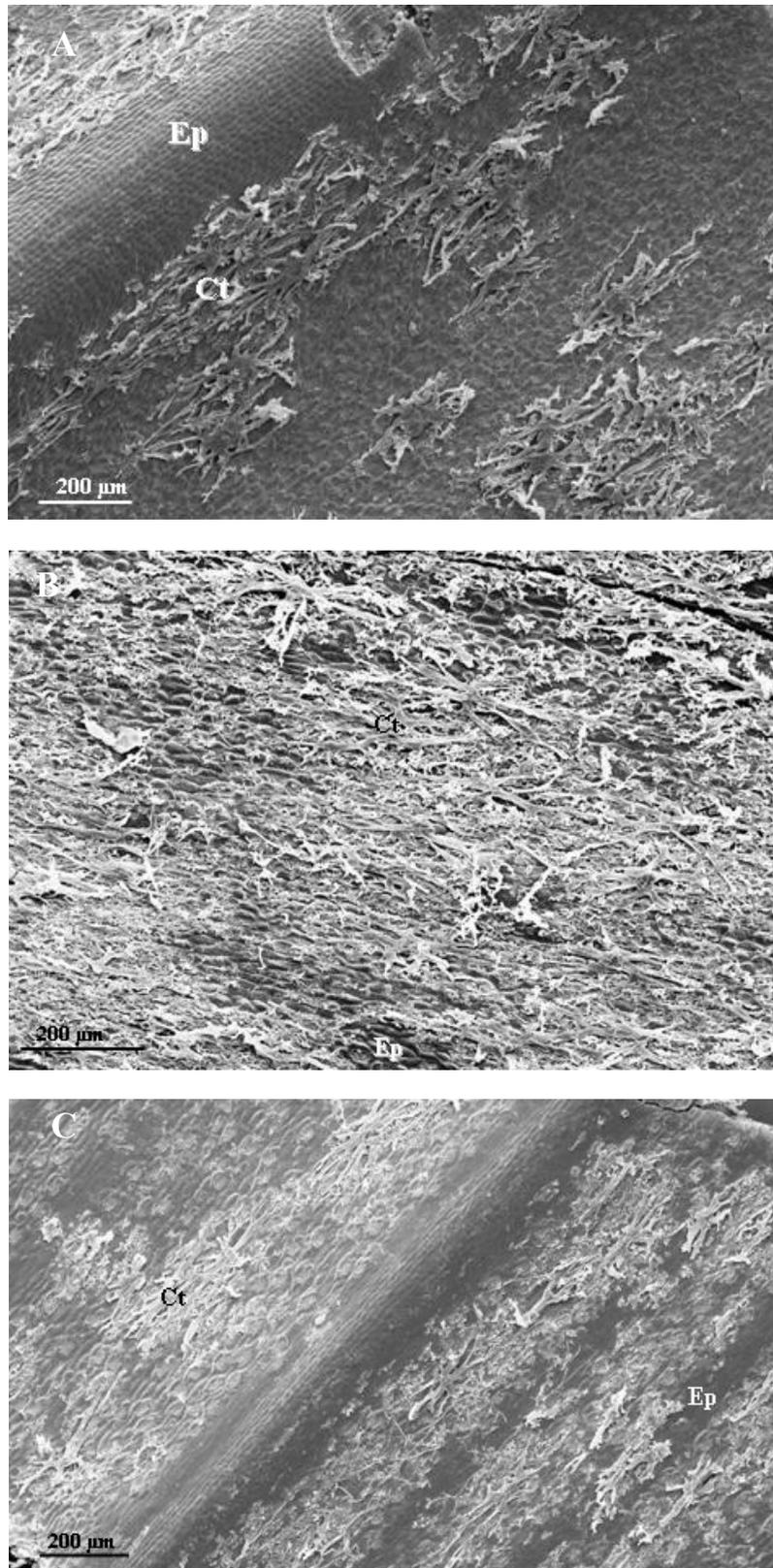


Figura 14 - Fotos da epiderme da folha da palmeira real australiana em microscopia eletrônica dos 3 tratamentos. A - pleno sol; B - meia sombra; C - sombra

Foi feita também a contagem do número de estômatos por folíolo na palmeira real australiana, na tabela 11 podemos observar que existe diferença significativa entre os três tratamentos em relação ao número de estômatos. Podemos notar que no tratamento PS o número é superior aos demais, e o tratamento MS inferior ao de S, com isso podemos dizer que o ambiente influenciou na quantidade de estômatos encontrados.

Tabela 11 – Teste de Tukey dos três tratamentos da palmeira real australiana para comparação das médias referentes à área e ao número de camadas do parênquima paliçádico e número de estômatos submetidos a diferentes níveis de sombreamento (Pleno sol, meia sombra e sombra), a 5% de probabilidade

Tratamento	Parênquima Paliçádico		Número de estômatos/ mm ²
	Área (cm ²)	Número de camadas	
Pleno sol	6,53	8 a 7	9,1 a
Meia sombra (20%)	4,6	7 a 6	6,9 c
Sombra (3%)	4,43	5	8,1 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Com relação à área do parênquima paliçádico pode-se observar que no tratamento PS a área é maior que nos demais (Tabela11). Araújo e Mendonça (1998) nos resultados do seu trabalho com *Aldina heterophylla* Spruce ex Benth., relataram que o espessamento das paredes dessas células pode estar relacionado com a alta intensidade luminosa. De acordo com Santiago *et al.* (2001), as paredes das células epidérmicas apresentam-se mais espessas e retas nas folhas a pleno sol e sinuosas nas folhas de sub-bosque, mostrando que a condição de ambiente como radiação solar influencia o crescimento e o desenvolvimento dos tecidos vegetais.

Na palmeira real australiana houve diferença entre o número de camadas do parênquima paliçádico, onde o tratamento PS tem uma camada a mais que o tratamento S.

4.3 Considerações finais

Nas duas espécies estudadas os caracteres agronômicos: altura, diâmetro (açai – diâmetro médio dos 3 perfilhos) e comprimento da folha +2 foram os que mais se destacaram para avaliar em qual ambiente a planta melhor se adapta para produção de palmito.

Os caracteres fisiológicos avaliados nas duas espécies demonstraram muito variados e caracterizando influência genética e ambiental nas plantas.

As avaliações histológicas evidenciaram que existem diferenças anatômicas nas espécies nos diferentes tratamentos, o que já era de se esperar visto que, a anatomia foliar é altamente especializada para a absorção da luz.

O presente estudo evidencia que o sucesso na adaptação de uma espécie em diferentes condições de radiação está relacionado com a eficiência e a anatomia das plantas ao ambiente em que estão expostas, e conseqüentemente modificações no seu comportamento fisiológico e anatômico, demonstrando que a hipótese deste trabalho estava correta.

Comparando todos os dados levantados neste trabalho, podemos concluir que o melhor ambiente para se plantar açai e palmeira real australiana é a meia sombra, ou seja, uma luminosidade que proporciona um ambiente similar ao seu de origem, fato este explicado pela ecologia das espécies em questão; afinal os dois gêneros se encontram na natureza em ambientes úmidos e sombreados.

Nesse contexto, objetivando um maior conhecimento nos caracteres fisiológicos e histológicos do açai e da palmeira real australiana, mostram-se de fundamental importância novos estudos para compreensão dos mesmos. A continuidade deles poderá fornecer maiores esclarecimentos nas áreas aqui estudadas.

5 CONCLUSÕES

Maior altura de planta e comprimento da folha +2 e menor diâmetro do estipe ocorreram em função do sombreamento do açazeiro e da palmeira real australiana.

Menor tamanho do parênquima paliçádico e menor número de estômatos por área foliar ocorreram nas folhas do açazeiro e da palmeira real australiana em ambientes sombreados.

O melhor ambiente para o cultivo do açazeiro e da palmeira real australiana para produção de palmito é a meia sombra.

REFERÊNCIAS

- ABRAMS, M.D.; KUBISHE, M.E.; MOSTOLLER, S.A. Relating wet and dry year ecophysiology to leaf structure in contracting temperature tree species. **Ecological Society of America**, Washington, v. 75, n. 1, p. 123-133, 1994.
- ABRAMS, M.D.; MOSTOLLER, S.A. Gas exchange, leaf structure and nitrogen in contrasting successional tree species growing in open and understory sites during a drought. **Tree Physiology**, Victoria, v. 15, p. 361-370, 1995.
- ALVARENGA, A.A. de; CASTRO, E.V.M. de; GAVILANES, M.L.; BLANK, A.F.; CAMOLESI, A.A. Desenvolvimento de mudas de *Guarea guidonea* (L.) Sleumer. **Revista Daphne**, Belo Horizonte, v.8, n.3, p.22-26, 1998.
- ARAÚJO, M.G.P.; MENDONÇA, M.S. 1998. Escleromorfismo foliar de *Aldina heterophylla* Spruce ex Benth. (Leguminosae: Papilionoideae) em três campos da Amazônia Central. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 28, n. 4, p. 353-371.
- ASHTON, P.M.S.; BERLYN, G.P. Leaf adaptations of some *Shorea* species to sun and shade. **New Phytologist**, Cambridge, v. 121, p. 587 –596, 1992.
- BARANOVA, M.A. Historical development of the present classification of morphological types of stoats. **The Botanical Review**, New York, v. 5, p. 53-79, 1987.
- BAUMER, M. **Agroforestry and desertification**: the potential role of agroforestry in combating desertification and environmental degradation with special reference to Africa. Wageningen: Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation, 1990. 250 p.
- BAZZAZ, F.A.; CARLSON, R.W. Photosynthetic acclimation variability in the light environment of early and late successional plants. **Oecologia**, Berlin, v. 54, p. 313-316, 1982.
- BERNARDES, M.S.; CROMBERG, V.U.; LINO, R.R.; MARTINS, A.N. Influence of nursery conditions germination and initial development of pejibaye (*Bactris gasipaes*). **Revista Biologia Tropical**, Costa Rica, v. 44, n. 2, p. 499-505, 1996.
- BERNARDES, M.S.; LIMA, S.F.F; TERAMOTO, E.R.; RIGHI, C.A.; BERNARDES, A.S. Recuperação de solo degradado com sistema agroflorestal no extremo sul da Bahia. In: REUNIÃO BRASILEIRA CIÊNCIA DO SOLO E DA ÁGUA. 2000. Ilhéus. **Anais...** Ilhéus, 2000. 1v.
- BOARDMAN, N. K., Comparative photosynthesis of sun and shade plants. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 28, p.355-377, 1977.
- BONATES, L.C.M.; BARBOSA, E.M.; MIRANDA, I.P.; RABELO, A. Anatomia foliar de mumbaca (*Astrocaryum gynacanthum* Mart.). In: Congresso Nacional de Botânica, 2000, **Resumos ...** Brasília: Editora, 2000. p.108.

- BOSABILIS, A.M.; KOFIDIS, G. Comparative effects of drought stress on leaf anatomy of two olive cultivars. **Plant Science**, Amsterdam, v. 163, p.375-379, 2002.
- BOVI, M.L.A. **Cultivo da palmeira real australiana visando à produção de palmito**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1998a. 26p.
- BOVI, M.L.A. **Palmito pupunha**: informações básicas para cultivo. Campinas: Instituto Agrônômico, 1998b. 50p.
- BOVI, M.L.A. O agronegócio palmito de pupunha. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.1, p. 2, 2003.
- BOVI, M.L.A.; SAES, L.A.; GODOY JR., G. Correlações fenotípicas entre caracteres não destrutíveis e palmito em pupunheiras. **Revista Turrialba**, San José, v.42, p.382-390, 1992.
- BOVI, M.L.A.; GODOY JR., G.; SPIERING, S.H.; CAMARGO, S.B. Relação entre caracteres da planta e do palmito de açazeiros. **Bragantia**, Campinas, v.49, n.1, p.69-81, 1990b.
- BOVI, M.L.A.; GODOY JR., G.; CAMARGO, S.B.; SPIERING, S.H. Caracteres indiretos na seleção de pupunheiras inermes (*Bactris gasipaes* H.B.K.) para palmito. In: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE BIOLOGIA, AGRONOMIA E INDUSTRIALIZACION DEL PIJUAYO, 4., 1993, Iquitos. **Anais...** San José: UFCR, 1993. p.163-176.
- BOVI, M.L.A.; SAES, L.A.; UZZO, R.P.; SPIERING, S.H. Adequate timing for heart-of-palm harvesting in king palm. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.19, p.135-139, 2001.
- CAMPOS, M.A.A.; UCHIDA, T. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.3, p.281-288, 2002.
- CASTRO, E. M.; GAVILANES, M. L.; ALVARENGA, A. A. de; CASTRO, D. M. de; GAVILANES, T.O.T. Aspectos da anatomia foliar de mudas de *Guarea guidonea* (L.) Sleumer, sob diferentes níveis de sombreamento. **Revista Daphne**, Belo Horizonte, v. 8, n. 4, p. 31-35, dez. 1998.
- CLEMENT, C.R. **Growth and genetic analysis of pejibaye (*Bactris gasipaes* Kunth, Palmae) in Hawaii**. Honolulu: University of Hawaii, 1995. 95p. Dissertation (Ph. D.), Hawaii, 1995.
- CLEMENT, C.R.; BOVI, M.L.A. Padronização de medidas de crescimento e produção em experimentos com pupunheira para palmito. **Acta Amazonica**, Manaus, v.30, n.3, p.349-362, 2000.
- COSTA, M.R.; OLIVEIRA, M. do S.P.; MOURA, E.F. Variabilidade genética em açazeiro (*Euterpe oleraceae* Mart.). **Biociência**, Brasília, n.21, p.46-50, 2001.

CUI, M.; VOGELMANN, T.C.; SMITH, W.K. Chlorophyll and light gradients in sun and shade leaves of *Spinacia oleracea*. **Plant Ecology and Management**, Amsterdam, v.80, n.1/3, p.245-255, Jan. 1996.

DALE, J.E. How do leaves grow? **BioScience**, Whashington, v. 42, p. 423-432, 1992.

DIAS-FILHO, M.B. Physiological response of *Solanum crinitum* Lam. To contrasting light enviroments. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 8, p. 789-796, Ago, 1997.

DOP, P.; GAUTIÉ, A. **Manuel de technique botanique**. 2. éme. Paris: Lamare, 1928. 594 p.

DOWE, J.L.; HODEL, D.R. A revision of *Archontophoenix* H. Wendl. & Drude (Arecaceae). **Austrobaileya**, Australian, v.4, p.227-244, 1994.

ENGEL, V.L. **Influência do sombreamento sobre o crescimento de mudas de essências nativas, concentração de clorofila nas folhas e aspectos de anatomia**. 1989. 202p. (Dissertação – Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1989.

FANTINI, A.C.; NODARI, R.O.; REIS, M.S.; REIS, A.; RIBEIRO, R.J. Estimativa da produtividade de palmito em plantas de palmitreiro (*Euterpe edulis* Martius) a partir de características fenotípicas. **Revista Árvore**, Viçosa, v.21, n.1, p.49-57, 1997.

FIGUEIRÊDO, F.J.C.; FERREIRA, C. da S.; ROCHA NETO, O.G. da; SILVA, E.S.A. Taxa fotossintética de cupuaçuzeiros cultivados ao sol e à sombra. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17, 2002, Belém, **Anais...** Belém: CENTUR, 2002. 1 CD-ROM.

GIVNISH, T.J. Adaptation to sun and shade: a whole plant perspective. **Australian Journal Plant Physiology**, Australian, v. 15, p. 63-92, 1998.

HAGGAR, J.P.; EWEL, J.J. Establishment, resource acquisition, and early productivity as determinate by biomass allocation patterns of three tropical tree species. **Forest Science**, Maryland, v.41, n.4, p.689-708, 1995.

HOGAN, K.P. Photosynthesis in two neotropical palm species. **Functional Ecology**, London, v. 2, n. 4, p. 371-377, 1998.

HOLMES, P.M.; COWLING, R.M. Effects of shade on seedling growth, morphology and leaf photosynthesis in six subtropical thicket species from the eastern Cape, South Africa. **Forest Ecology and Mangement**, Amsterdam, v. 61, p. 1990-220, 1993.

HOMMA, A. Reservas extrativistas: Uma opção de desenvolvimento viável para a Amazônia. **Revista Pará Desenvolvimento**, Belém, v. 25, p. 38-48, 1989.

JARDIM, M.A.G.; CUNHA, A.C.C. Usos de Palmeiras em uma Comunidade Ribeirinha do Estuário Amazônico. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi – Série Botânica**, Belém,

v. 14, n. 1, p. 69-76, 1998.

JARDIM, M.A.G.; MOURÃO, L.; GROSSMANN, M. **Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.): possibilidade e limites para o desenvolvimento sustentável no estuário amazônico.** Belém: Museu Paraense Goeldi, 2004. 274p.

KARNOVSKY, M.J. A formaldehyde-glutaraldehyde fixative of high osmolality for use in electron microscopy. **Journal of Cellular Biology**, New York, v. 27, p.137-138, 1965.

KOZLOWSKI, TT.; PALLARDY, SD. **Physiology of Woody Plants.** New York: Academic Press; 1997. 411p.

KRAMER, T.; KOSLOWSKI, T. **Physiology of woody plants.** New York: Academic Press, 1979. 811p.

KUNIYOSHI, Y.S. **Aspectos morfo-anatômicos do caule, raiz e folha de *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC. (Bignoniaceae) em diferentes fases sucessionais no litoral do Paraná.** 1993. 130p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1993.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal.** Tradução de Carlos Henrique B. A. Prado. São Carlos: RiMa Artes e Textos, 2000. 531p.

LORENZI, H. **Palmeiras no Brasil: exóticas e nativas.** Nova Odessa: Editora Plantarum, 1996. 303p.

MORRETES, B.L. de, FERRI, M.G. Contribuição ao estudo da anatomia das folhas de plantas do cerrado. **Boletim da Faculdade de Filosofia de Ciências e Letras**, São Paulo, Universidade de São Paulo (USP), v. 243, n.16, p. 7-70, 1959.

MOTTA, P.E.M.; CURI, N.; OLIVEIRA-FILHO, A.T de; GOMES, J.B.V. Ocorrência da macaúba em Minas Gerais: relação com atributos climáticos, pedológicos e vegetacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília v. 37, n. 7, p. 234-246, Jul., 2002.

NAIR, P.K.R. **Agroforestry systems in the tropics.** Dordrecht: Kluwer Academic Publisher, 1989. 664 p.

NAVES, V.L.; ALVARENGA, A.A. de; OLIVEIRA, L.E.M. de. Comportamento estomático de mudas de três espécies florestais submetidas à diferentes níveis de radiação fotossinteticamente ativa. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 18, n. 4, p. 408-414, out./dez., 1994.

OHASHI, S.T. **Variação genética em populações de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) do estuário amazônico.** 1990. 114p. Dissertação (Mestrado em Genética) – Escola Superior “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1990.

ONG C. K., CORLETT J.E., MARSHALL F.M., BLACK, C.R. Principles of resource capture and utilization of light and water. In: ONG C. K. HUXLEY P. (Ed.) **Tree-crop interactions**, A physiological approach. Wallingford - Inglaterra: CAB International, 1996. cap. 4, p.73-158.

PEZZOPANE, J.E.M.; REIS, G.G.dos; REIS, M.G.F.; HIGUCHI, P.; POLLI, H.Q. Aspectos fisiológicos de algumas espécies arbóreas em uma floresta estacional semidecidual secundária. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p.273-281, 2002.

PIERRE VILELA, site <http://www.sebrae.com.br/setor/fruticultura/o-setor/frutas/acai>. Acesso em 18 jan. 2008.

POLLAK, H.; MATTOS, M.; UHL, C. O **perfil da extração do palmito no estuário Amazônico**. Belém: IMAZOM – Instituto do homem e meio ambiente da Amazônia, 1996. 32p.

RISTIC, Z.; CASS, D.D. Leaf anatomy of *Zea mays* L. in response to water shortage and high temperature: a comparison of drought resistant and drought-sensitive lines. **Botanical Gazette**, Chicago, v. 152, p. 173-185, 1991.

SAKAI, A. Simple method for differential staining of paraffin embedded plant material using toluidine blue O. **Stain technology**, Baltimore, v.43, p. 247-249, 1973.

SAMPAIO, L.S. **Radiação e crescimento de plantas jovens de açaí em sistemas agroflorestais**. Piracicaba. 2003. 59p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

SAMPAIO, L.S.; BERNARDES, M.S. Curva de resposta da fotossíntese à irradiância de plantas jovens de açaí em sistemas agroflorestais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 2003, Atibaia. **Anais...** Atibaia, 2003. 1CD-ROM.

SEGATTO, F.B.; BISOGNIN, D.A.; BENEDETTI, M; COSTA, L.C.; RAMPELOTTO, M.V.; NICOLOSO, F.T. Técnica para o estudo da anatomia da epiderme foliar da batata. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.5, p.1597-1601, set - out, 2004.

SENTELHAS, P.C. **Estimativa diária da evapotranspiração de referência com dados da estação meteorológica convencional e automática**. Piracicaba, 1998. 97p. Tese (Doutorado em Agrometeorologia) – Escola Superior Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

SMITH JR., J.P. **Vascular plant families**. California: Mad River Press, 1977. 320p.

STRAUSS-DEBENEDETTI, S.; BERLYN, G.P. Leaf anatomical responses to light in five tropical Moraceae of different successional status. **American Journal of Botany**, Columbus, v. 81, n. 12, p. 1582-1591, Dec. 1994.

STRAUSS-DEBENEDETTI, S.I.; BAZZAZ, F.A. plasticity and acclimation to light in tropical Moraceae of different successional positions. **Oecologia**, Berlin, v. 87, n. 3, p. 337-387, 1991.

THOMPSON, W.A.; KRIEDEMANN, P.E.; CRAIG, I. E. Photosynthetic response to light and nutrients in sun-tolerant rainforest trees. I. Growth, leaf anatomy and nutrient content. **Australian Journal of Plant Physiology**, East Melbourne, v. 19, n. 1, p. 1-18, 1992.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed. 2004. 719p.

TERASHIMA, I. Anatomy of non-uniform leaf photosynthesis. **Photosynthesis Research**, Tokyo, v. 31, n.3, p. 195-212, Nov. 2004

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

TUCCI, M.L.S. **Variação estacional do crescimento e de trocas gasosas em pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth)**. 2004. 185p. Tese (Doutorado em Biologia) – Universidade de Campinas, Campinas, 2004.

UZZO, R.P. **Avaliação agronômica e caracterização molecular (RAPD) de famílias de palmeira real australiana (*Archontophoenix* spp) visando à produção de palmito**. 2001. 66p. Tese (Mestrado na área de Genética e Melhoramento Vegetal) - Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, 2001.

UZZO, R.P.; BOVI, M.L.A.; SPIERING, S.H.; SAES, L.A. Correlações fenotípicas entre caracteres vegetativos e de produção de palmeira real australiana. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.59, n. 3, p.505-511, 2002.

VILELA, A.E.; RAVETTA, D.A. The effect of radiation on seedling growth and physiology in four species of *Proposis* L. (Mimosaceae). **Journal of Arid Environmental**, London, v. 44, n. 4, p. 415-423, 2000.

YOUNG, A. **Agroforestry for soil conservation**. Wallingford: CAB International, 1989. 276 p.

ZANELA, S.M. **Respostas ecofisiológicas e anatômicas ao sombreamento em plantas jovens de diferentes grupos ecológicos**. 2001. 79p. Dissertação (Mestrado na área de Fisiologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

Livros Grátis

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

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

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

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

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