

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
*CAMPUS* DE VITÓRIA DA CONQUISTA

**AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE  
MARACUJAZEIRO (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) SOB  
DIFERENTES NÍVEIS DE SOMBREAMENTO**

**MARIA LAURA SOUZA SILVA**

VITÓRIA DA CONQUISTA-BA  
DEZEMBRO, 2004

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
CAMPUS DE VITÓRIA DA CONQUISTA

**AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE  
MARACUJAZEIRO (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) SOB  
DIFERENTES NÍVEIS DE SOMBREAMENTO**

**MARIA LAURA SOUZA SILVA**

Orientador: Prof. Cláudio Lúcio Fernandes Amaral

Co-orientadores: Prof. Anselmo Eloy Silveira Viana  
Prof<sup>a</sup>. Sylvana Naomi Matsumoto

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, *Campus* de Vitória da Conquista-BA, para obtenção do título de Mestre em Agronomia - Área de concentração em Fitotecnia.

VITÓRIA DA CONQUISTA-BA  
DEZEMBRO, 2004

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
*CAMPUS DE VITÓRIA DA CONQUISTA*

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE  
MARACUJAZEIRO (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) SOB  
DIFERENTES NÍVEIS DE SOMBREAMENTO**

AUTORA: MARIA LAURA SOUZA SILVA

ORIENTADOR: PROF. CLÁUDIO LÚCIO FERNANDES AMARAL

CO-ORIENTADORES: PROF. ANSELMO ELOY SILVEIRA VIANA  
PROF<sup>A</sup>. SYLVANA NAOMI MATSUMOTO

Aprovada pela Banca Examinadora:

---

PROF. CLÁUDIO LÚCIO FERNANDES AMARAL, *D. Sc.* / PRESIDENTE

---

PROF<sup>a</sup>. CLAUDINÉIA REGINA PELACANI, *D. Sc.*

---

PROF. ABEL REBOUÇAS SÃO JOSÉ, *D. Sc.*

Data de realização: 20.12.2004

A primeira turma do Curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Agronomia,  
da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB,

Adriana Dias Cardoso

Carlos Alberto Souza Torres

Carlos Henriques Farias Amorim

Gilsandra de Oliveira Faria

Herymá Giovane de Oliveira Silva

José Carlson Gusmão da Silva

Lázaro Gonçalves Siqueira

Maria do Socorro Mercês Alves Aguiar

**Maria Laura Souza Silva**

Nelson dos Santos Cardoso Júnior

Nilma Oliveira Dias

homenageia como **NOME DA TURMA**

*Prof. Anselmo Eloy Silveira Viana*

## **Dedico**

*Aos meus amados pais (**In memorian**), Manoel e Maria do Carmo, que na simplicidade deles, sempre souberam valorizar o conhecimento e incentivar os seus filhos nesta busca.*

*À minha filha Maria Luísa, nascida durante o decorrer deste trabalho, que trouxe alegria e novo sentido à minha vida.*

*Ao meu esposo Antônio, pelo companheirismo, colaboração e compreensão em todos os momentos.*

*Aos meus irmãos, Sílvio, Goretti, Dôra e Stella pelo incentivo, apoio, carinho e dedicação durante toda a minha caminhada.*

*Aos meus sobrinhos e cunhados, pelo apoio e alegria que proporcionam.*

*À Nelma, grande companheira e amiga, em todos os momentos.*

*A todos que acreditaram em mim.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, razão da minha vida, fonte de luz, inspiração e sabedoria, em todos os momentos;

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia pelo apoio institucional;

À Escola Agrotécnica Federal de Santa Inês pela oportunidade para a concretização deste ideal;

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa de estudos;

Ao Professor Cláudio Lúcio Fernandes Amaral pela orientação e apoio;

Aos Professores Anselmo Eloy Silveira Viana e Sylvana Naomi Matsumoto, exemplos de compromisso e dedicação com o trabalho, pela orientação, apoio, paciência, disponibilidade e amizade;

Aos professores Claudinéia Pelacani e Abel Rebouças São José pela colaboração;

Aos Professores do Departamento de Fitotecnia e Zootecnia Armínio Santos, Otoniel Morais, Quelmo Silva Novaes, Mauro Pereira de Figueiredo e Maria de Lourdes Nascimento pela importante contribuição;

À professora Débora Leonardo Santos, do DCN, pelo empréstimo de material bibliográfico;

Às funcionárias dos laboratórios, Rita, Darcy e Vera que prestaram grande ajuda e apoio para a realização deste trabalho;

Aos funcionários do DICAP, Maurício e Eduardo pela disponibilidade e imprescindível colaboração;

Aos colegas da primeira turma de Mestrado da UESB: Adriana, Augusto, Carlos Alberto, Carlos Henriques, Gilsandra, Herymá, José Carlson, Lázaro, Maria do Socorro, Nelson e Nilma, pela amizade e companheirismo durante todo o nosso percurso;

Aos discentes do Curso de Agronomia e estagiários dos Laboratórios de Produção Vegetal (Camila, Paula Acácia, Loreta, Hermes, Maridelson, Fábio, George e Héber), Fisiologia Vegetal (Felizarda, Moisés e Carlos) e Produção Animal (Pedro, Roger e Jesiane), pela ajuda durante a implantação do experimento e nas análises de laboratório;

Ao meu esposo, pelo incentivo e colaboração em todos os momentos deste trabalho;

A todos aqueles que de alguma maneira contribuíram para a realização deste sonho.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	vii
ABSTRACT .....	viii
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1 O maracujá ( <i>Passiflora edulis</i> Sins var. <i>flavicarpa</i> Deg) .....	3
2.1.1 Características agronômicas.....	3
2.1.2 Utilização do maracujazeiro .....	7
2.1.3 Características químicas .....	9
2.2 A influência da luz sobre a morfologia e a fisiologia das plantas.....	10
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	15
3.1 Características da área experimental .....	15
3.2 Tratamentos e delineamento experimental.....	15
3.3 Características do plantio e tratos culturais .....	16
3.4 Características avaliadas .....	17
3.5 Análise Estatística .....	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	21
5. CONCLUSÕES .....	60
6. REFERÊNCIAS .....	61
6. APÊNDICE .....	71

## RESUMO

SILVA, M. L. S. **Avaliação do desenvolvimento de mudas de maracujazeiro (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) sob diferentes níveis de sombreamento.** Vitória da Conquista-BA: UESB, 2004. 73 p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia)\*

Foi estudado o efeito de níveis de sombreamento sobre o desenvolvimento de mudas de maracujazeiro, no período de 12.05 a 29.06 de 2004 na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, em Vitória da Conquista-BA. Mudas com 45 dias após a emergência, foram transplantadas e submetidas a diferentes níveis de redução da radiação solar, quais sejam: 0% (pleno sol), 30%, 50% e 70%. Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados com quatro tratamentos, cinco repetições e seis plantas úteis por parcela. Foram avaliadas as características: matéria fresca e matéria seca das raízes, caules e folhas, razão parte aérea/raiz, área foliar, área foliar específica, razão de área foliar, razão de massa foliar, potencial hídrico, teor de nitrogênio total, teor de nitrato, teor de prolina, características fotossintéticas, pigmentos fotossintéticos, altura das plantas e número de folhas. Foi observada uma tendência ao acúmulo de matéria seca nas mudas sob sombreamento atenuado, ocorrendo aumento da razão parte aérea/raiz nas mudas sob maiores níveis de sombreamento. A área foliar, área foliar específica e razão de área foliar foram maiores nas plantas mais sombreadas, refletindo uma adaptação destas para maximizar a absorção de luz. A razão de massa foliar não diferiu entre os tratamentos, o mesmo ocorrendo para o potencial hídrico foliar. O teor de nitrogênio total por unidade de massa foi maior nas plantas mais sombreadas, enquanto por unidade de área, decresceu. O teor de nitrato diminuiu nas plantas sob 70% de sombreamento e o teor de prolina não variou entre os tratamentos. As características fotossintéticas também não diferiram entre os tratamentos. As curvas de saturação luminosa revelaram que as plantas sombreadas alcançaram altas taxas fotossintéticas sob baixa radiação fotossinteticamente ativa. O teor de clorofila total por unidade de massa aumentou com o sombreamento, ocorrendo pequeno decréscimo ao nível de 70%. As plantas apresentaram maior altura e menor número de folhas à medida que se elevou o nível de sombreamento.

**Palavras-chave:** Níveis de luminosidade, adaptações morfológicas e fisiológicas, fotossíntese.

---

\* Orientador: Claudio Lúcio Fernandes Amaral, *D.Sc.*, UESB e Co-orientadores: Anselmo Eloy Silveira Viana, *D.Sc.*, UESB e Sylvana Naomi Matsumoto, *D.Sc.*, UESB



**ABSTRACT**

SILVA, M. L. S. **Evaluation of the development of yellow passion fruit (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) under shading levels.** Vitória da Conquista-BA: UESB, 2004. 73 p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia)\*

The effect of shading levels on the development of yellow passion fruit was studied, between the period from May, 12 to June, 29 2004 in the Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, in Vitória da Conquista-Bahia State, Brazil. Plants with 45 days after the emergency, had been cultivated and submitted to different levels of reduction of solar radiation: 0%, 30%, 50% and 70%. The experimental design was used randomized blocks with four treatments, five replications and six plants for parcel. The characteristics had been evaluated: fresh and dry matter of the roots, stems and leaves, reason aerial parts/roots, foliate area, specific foliate area, reason of foliate area, reason of foliate mass, hydric potential, nitrogen content, nitrate content, proline content, photosintetic parameters, photosintetic pigments, height of the plants and leaf number. A trend to the accumulation of dry matter in the plants less shaded was observed, being that it had increase of the part aerial/roots reason in the plants under bigger shading levels. The foliate area, specific foliate area and reason of foliate area had been bigger in the shaded plants, reflecting an adaptation of these to maximize the light absorption. The reason of foliate mass did not differ amount the treatments, the same occurring for the foliar hydric potential. The total nitrogen content for unit of mass was bigger in the shadedest plants, while for unit of area, decreased. The nitrate content diminished in the plants under 70% of shading and the proline content did not vary among the treatments. The photosintetic characteristics also did not differ among treatments. The curves of luminous saturation had disclosed that shaded plants reach high photosintetic rates under low active radiation. The total content of clhorophyll for unit of mass increased with shading, occurring small decrease to the 70% level. The plants had presented greater height and minor number of leaves to the measure that if raised the shading level.

**Key words:** Illuminate levels, morphologic and physiologic adaptations, photosyntheses.

---

\* Adviser: Cláudio Lúcio Fernandes Amaral, *D.Sc.*, UESB and Co-Advisers: Anselmo Eloy Silveira Viana, *D.Sc.*, UESB and Sylvana Naomi Matsumoto, *D.Sc.*, UESB

## 1. INTRODUÇÃO

O maracujazeiro tem como centro de diversidade as regiões tropicais da América do Sul, existindo mais de 150 espécies nativas do Brasil (Meletti, 1995). Esta fruteira encontra-se amplamente dispersa, sobretudo nos países tropicais e subtropicais (Kluge, 1998).

A cultura do maracujá (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) encontra-se em expansão mundial, principalmente devido à industrialização de seus frutos que proporcionam suco saboroso e aromático, bem aceito em diferentes mercados. Essa cultura é explorada comercialmente de norte a sul do Brasil, sendo a época de maior oferta e menores preços de fevereiro a abril, quando ocorre o pico da safra em todo o país (Lucas, 2002).

Van Leeuwen (1994) cita o maracujá (*Passiflora edulis*) como uma espécie “temporária” com potencial para ser utilizada em sistemas agroflorestais. Para isso, torna-se necessário o conhecimento do comportamento desta espécie sob diferentes níveis de sombreamento.

Segundo Dias-Filho (1997), a morfologia e fisiologia das plantas se alteram frente às condições de luz, fator que pode explicar a ocorrência de determinados vegetais sob padrões específicos de condições ambientais. Para Vasconcellos *et al.* (2002), praticamente não se tem informação disponível sobre a fisiologia das plantas e, mais detalhadamente, sobre as interações das relações fonte-dreno, fatores importantes para a produção de frutas de qualidade e em quantidade.

De acordo com Lucas (2002), atualmente, há um grande número de pesquisas com o maracujá, concentradas na área fitossanitária e no manejo (podas, adubações e enxertia). Existem poucos estudos a respeito do comportamento do maracujazeiro sob diferentes níveis de radiação, relacionando-o a parâmetros fisiológicos importantes para o desenvolvimento da planta, como crescimento e fotossíntese. Vasconcellos e Duarte Filho (2000) afirmaram que aspectos relacionados com o comportamento de maracujazeiros em suas regiões produtoras são tratados, em grande maioria, sob o ponto de vista de produção e qualidade de frutos. De acordo com estes autores, não é dada a devida atenção para uma análise mais detalhada, sendo que aspectos anatômicos, morfológicos e fisiológicos que poderiam dar subsídios para melhor explicação dos resultados observados nos trabalhos de pesquisa não são considerados.

Ruggiero *et al.* (2004) descreveram novas perspectivas para o aproveitamento do potencial representado pela biodiversidade do Brasil, apresentando esse grande desafio aos pesquisadores. Por isso, há a necessidade da realização de projetos que contemplem o mapeamento de todas as informações disponíveis para cada frutífera e a constituição de equipes integradas abrangendo as mais diversas áreas de estudo para o conhecimento do potencial das espécies. Dentre tantas frutíferas da rica flora nacional, destaca-se uma de grande importância econômica, o maracujá. Segundo estes autores esta planta tem grande potencial para uso na alimentação (produção de sucos e polpas congeladas), como fungicida, na indústria de cosméticos, perfumes e farmacêutica.

É importante ressaltar que o maracujá é uma espécie de uso medicinal, amplamente conhecida pela população e alvo de diversos estudos farmacológicos. Daí a necessidade do conhecimento sobre o crescimento da planta em diferentes ambientes, bem como das alterações fisiológicas em resposta às mudanças ambientais. Briskin (2000) afirmou que muitas plantas medicinais exercem efeitos benéficos por meio da adição ou ação sinérgica de diversos componentes químicos agindo sobre um único ou vários sítios, associados com um processo fisiológico. Portanto, é necessário conhecer como as plantas respondem às alterações ambientais e quais os processos fisiológicos envolvidos na produção de determinadas moléculas para o melhor aproveitamento de seu potencial.

O objetivo deste trabalho foi estudar o efeito de diferentes níveis de sombreamento sobre características morfológicas e fisiológicas de mudas de maracujazeiros.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 O Maracujá (*Passiflora edulis* Sims var. *flavicarpa* Deg.)

#### 2.1.1 Características agronômicas da cultura do maracujazeiro

Pertencente à família *Passifloraceae*, o maracujazeiro é uma planta perene que apresenta-se como trepadeira herbácea ou lenhosa de grande porte, alcançando 8 a 10 metros quando se apóia em árvores altas. O caule na base é lenhoso e bastante lignificado, diminuindo o teor de lignina à medida que se aproxima do ápice da planta, sendo grosso e torcido, com casca parda, áspera e gretada. A partir do caule surgem as gavinhas, folhas, gemas e brácteas. Os ramos são longos, pilosos, secção circular, arroxeados e com gavinhas (Castro e Chemale, 1995; Lorenzi e Matos, 2002; Silva e São José, 1994).

O sistema radicular é constituído por raiz central pivotante ou axial, mais grossa que as raízes secundárias. O volume da maioria das raízes finas concentra-se num raio de 0,50 m do tronco da planta e na profundidade de 0,30 m a 0,45 m no solo (Manica, 1981; Silva e São José, 1994; Souza e Meletti, 1997).

Apresenta folhas simples, grandes, alternas, trilobuladas, palminérveas, com duas pequenas glândulas nectaríferas na base do limbo, próximas a inserção do curto pecíolo e com estípulas muito pequenas. Os lobos foliares são dentados, largos na base

e acuminados na extremidade, com nervação peninérvea (Castro e Chemale, 1995; Lorenzi e Matos, 2002).

As flores são grandes, brancas e hermafroditas, com estames em número de cinco, presos a um androginóforo colunar bem desenvolvido. As flores abrem-se uma única vez, por volta das 12 horas, permanecendo assim até o início da noite, devendo ser polinizada neste período ou não haverá formação de frutos (Manica, 1981; Ruggiero *et al.*, 1996).

As anteras são grandes e mostram o grande número de grãos de pólen de coloração amarelada e pesados, o que dificulta a polinização pelo vento. A parte feminina é representada por três estigmas. As tépalas são dispostas em duas ordens: cinco formando o cálice, de prefloração imbricada, com a nervura média terminando numa ponta; cinco formando as pétalas, que são alternas com as sépalas. Brácteas do involúcro serrilhadas, agudas e em número de três, formando um falso cálice. A corola é seriada, com filamentos purpúreos na base. As flores são solitárias e axilares com pedúnculo curto (Castro e Chemale, 1995; Lorenzi e Matos, 2002; Manica, 1981; Ruggiero *et al.*, 1996).

Os frutos do maracujazeiro são produzidos em ramos anuais e são do tipo baga, ovais ou oblongos, às vezes redondos, com seis a doze cm de comprimento e quatro a sete cm de diâmetro. A casca do fruto é dura, grossa, muito lisa e tem de três a dez mm de espessura. A casca é amarela na variedade flavicarpa, com endocarpo sucoso e alaranjado, de sabor ácido e aroma pronunciado. Sementes pequenas, cinza-escuras, achatadas e numerosas, imersas na massa sucosa do fruto (Castro e Chemale, 1995; Lorenzi e Matos, 2002; Martin e Nakazone, 1970 citados por Lucas, 2002).

O maracujazeiro amarelo é uma planta de polinização cruzada, devendo ser polinizada por flores de outras plantas da mesma espécie. Assim, há necessidade de polinização artificial na ausência de insetos polinizadores, cujo benefício à frutificação é inquestionável (Souza e Meletti, 1997; Manica, 1981).

As Passifloraceas têm como principal centro de diversidade genética a América Tropical, desde a região Amazônica até o Paraguai e o Nordeste da Argentina (Vasconcellos e Duarte Filho, 2000). O gênero *Passiflora* possui cerca de 530 espécies tropicais e subtropicais, das quais 150 são originárias do Brasil. Nos países da América

a principal espécie explorada comercialmente é a *Passiflora edulis* ou maracujá azedo, variedade amarela (Lucas, 2002).

A espécie *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg., popularmente conhecida no Brasil como maracujá, maracujá-de-suco, maracujá-azedo, maracujá-liso, maracujá-ácido e flor-da-paixão (Lorenzi e Matos, 2002; Castro e Chemale, 1995), ocorre em regiões tropicais e subtropicais do Brasil, desde o Nordeste até o Rio Grande do Sul (Castro e Chemale, 1995).

O maracujá na linguagem tupi é chamado de 'mara-cuia', que significa "alimento em forma de cuia". Esta fruteira encontra-se amplamente dispersa geograficamente, sendo que plantações comerciais são encontradas, além do Brasil, em países como Austrália, Índia, Nova Guiné, Quênia, África do Sul, Colômbia e Costa Rica, entre outros (Kluge, 1998).

De acordo com Cervi (1997), esta espécie é encontrada em bordas de floresta, nas capoeiras e capoeirões, sendo heliófita. Porém, Sacco (1980) descreve esta espécie como ciófito ou de luz difusa, desenvolvendo-se, principalmente, no interior da floresta e raramente pode ser encontrada nas capoeiras de orlas das matas.

O plantio de maracujá deve ser localizado em regiões de baixa umidade relativa, com ausência de geadas e ventos fortes. O fotoperíodo deve ser longo, pois a planta necessita de no mínimo 11 horas de luz/dia para entrar em floração, para a produção de frutos com ótimo aspecto, sabor e aroma (MMA, 1998; SEAGRI, 2004).

A planta se adapta melhor em solos areno-argilosos a argilosos, ricos em matéria orgânica, com pH entre cinco e seis, sendo relativamente resistente à acidez. Prefere temperaturas médias, entre 26 e 27 °C, com 800 a 1750 mm/ano de chuva. O maracujazeiro exige meia-sombra enquanto planta jovem, mas quando adulto compete pela luz (Castro e Chemale, 1995).

O plantio é feito por meio de sementes e as mudas podem ser transplantadas para o local definitivo em qualquer época do ano, quando tiverem de 20 a 30 cm. Deve-se fazê-lo junto a cercas de arame ou espaldeira, respeitando-se o espaçamento de 2,5 x 3 m entre elas. São necessárias podas de formação e de limpeza (Corrêa *et al.*, 1998). A propagação usual no Brasil é por via sexuada, no entanto, os plantios com enxertia estão sendo bastante difundidos (Lício, 2004).

O estudo de *Passiflora edulis* sob níveis de sombreamento mostra-se importante para avaliar a produtividade das plantas sob estas condições, visto que a utilização dessa espécie em sistemas agroflorestais tornou-se crescente, especialmente na região norte do país. Mendes (2004), em uma avaliação de modelos simulados de sistemas agroflorestais em pequenas propriedades no nordeste paraense, cita como um bom exemplo de sistema agroflorestal aquele onde a maximização do uso da terra se dá pela diversificação de cultivos, passando pelos cultivos de ciclo curto (arroz, feijão, milho), ciclo médio (maracujá, mandioca, mamão) e ciclo longo (cacau, pimenta-do-reino, cupuaçu, seringueira). Ao final desse estudo, selecionou-se a combinação de espécies que os agricultores julgaram ser mais promissora. Os dados dessa seleção mostraram que a preferência como essência florestal é o mogno e a castanha-do-brasil; como atividades agrícolas permanentes: cacau e cupuaçu; como atividades agrícolas temporárias: maracujá e pimenta-do-reino em sucessão.

Segundo Mendes (2004), em um sistema agroflorestal, a infra-estrutura usada no plantio do maracujá (espaldeiras) dará suporte à pimenta-do-reino. Além disso, a maior longevidade da pimenta-do-reino (cinco anos de colheita) contra uma menor do maracujá (três anos de colheita), indica que, agronomicamente, os efeitos do sombreamento causado pelas demais espécies componentes do sistema, afetará em menor escala a pimenta-do-reino. A partir de um orçamento desses sistemas o autor concluiu que o sistema agroflorestal indicado pelos agricultores é economicamente viável, pois proporciona retornos ao investidor. Ele salienta que nos modelos em que a pimenta-do-reino e o maracujá fazem parte, este sistema proporciona rendas intermediárias muito interessantes na análise de médio prazo.

De acordo com Lima *et al.* (2002), a utilização de cultivos intercalares de maneira desordenada tem contribuído negativamente à adequação e otimização de atividade produtiva da cultura do maracujá no Brasil. O uso de culturas intercalares em pomares é uma prática típica de pequenas propriedades. O cultivo simultâneo de duas ou mais culturas, além de assegurar uma subsistência mais estável na renda e na alimentação, permite minimizar os riscos decorrentes do monocultivo (Coelho *et al.*, 1994).

O fruto do maracujá-amarelo atualmente disponível no mercado apresenta as seguintes características: 50-130 g de peso, máximo de 36% de rendimento em suco e sólidos solúveis totais entre 13 a 18° Brix (Ruggiero *et al.*, 1996).

Segundo dados do IBGE (2004), o Brasil é hoje o maior produtor mundial de maracujá. Em 2003, a safra total foi de 479 mil toneladas em área plantada de 33 mil hectares. A Bahia lidera a produção com mais de 77 mil toneladas numa área de 7,8 mil hectares. Em seguida vem São Paulo com 58 mil toneladas colhidas em 3,7 mil hectares. O município de Vitória da Conquista-BA, em 2002, teve uma produção de 840 mil frutos, com uma área plantada de 120 hectares.

### **2.1.2 Utilização do maracujazeiro**

O valor alimentar do maracujá se deve ao alto teor em carboidratos, ácidos orgânicos, sais minerais e vitaminas A, C e do complexo B (CEPLAC, 1982; Lício, 2004). O elemento ferro está presente na fruta em quantidades razoáveis, sendo rico ainda em cálcio e fósforo (Ferrari *et al.*, 2004).

Muitas espécies de maracujá são utilizadas na alimentação, no consumo da fruta, no preparo de sucos, doces, geléias, refrescos, batidas, bolos, temperos, etc (Ruggiero *et al.*, 2004). Segundo Faria *et al.* (1991), o maracujá roxo (*Passiflora edulis* Sims) e o maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) têm maior importância econômica devido ao uso na preparação de sucos concentrados de grande aceitação geral.

Entre os principais fatores que têm limitado o crescimento do comércio e consumo do maracujá processado para suco, pode-se citar a falta de uma oferta constante do produto para os consumidores mundiais. Há uma grande variação de oferta, ocasionada pela sazonalidade de produção que determina uma instabilidade de preços. A falta de uma oferta regular do produto e de preços estáveis para o consumidor, dificultam a formação do hábito permanente de utilização e compra por parte do mesmo, não criando um mercado estável e garantias de lucro para os produtores (Manica e Oliveira Júnior, 2004).

O maracujá pode ser consumido ao natural ou industrializado e seu suco destaca-se entre aqueles produzidos por outras fruteiras tropicais, tendo excelente aceitação entre os consumidores, representando uma elevada participação na exportação de sucos (IBGE, 2004). Segundo Ferrari *et al.* (2004), cascas e sementes de maracujá, resíduos industriais provenientes do processo de esmagamento da fruta para a obtenção



do suco, atualmente, são utilizados por produtores rurais na suplementação da alimentação animal, como ração para bovinos e aves, ainda sem muita informação técnica adequada.

Segundo Tocchini (1994) citado por Ferrari *et al.* (2004), as sementes do maracujá podem ser boas fontes de óleo, carboidratos, proteínas e minerais, apesar do alto conteúdo de celulose e lignina que podem limitar seu uso na alimentação animal, principalmente monogástricos. O óleo de sabor agradável e odor suave compara-se ao óleo de algodão em valor nutritivo e digestibilidade. Oliveira *et al.* (2002) afirmam que o elevado teor de casca da fruta *in natura* pode ser aproveitado para a produção de doce em calda.

Ferrari *et al.* (2004), em um estudo sobre o aproveitamento das sementes do maracujá, observaram que o óleo extraído das sementes pode ser utilizado na alimentação humana e animal, na indústria de cosméticos, tintas, sabões, alimentos e outras. Afirmando ainda que o farelo, resultante da extração do óleo é rico em proteínas e carboidratos e apresenta alto teor de fibras.

Paiva (1998) demonstrou que o emprego dos resíduos da industrialização do maracujá na alimentação de bovinos, induz à elevação da produção de leite, sendo que os mesmos não apresentam problemas digestivos, comprovando as boas características nutricionais dos produtos.

Ruggiero *et al.*, 2004 relataram que compostos com ação fungicida como o Passicol, podem ser extraídos de algumas espécies do gênero *Passiflorae*. A indústria de cosméticos apresenta vários produtos obtidos de essências de maracujá como os óleos trifásicos. Há ainda perspectivas de aproveitamento da fruta na indústria de perfumes.

Alonso (1998), relatando os usos etnobotânicos do maracujá, afirma que são utilizadas as folhas, flores, frutos e ocasionalmente, a raiz. As folhas são utilizadas na preparação de tintura e extrato fluido. Matos (1997) afirmou que o maracujá apresenta propriedade terapêutica calmante, sendo indicado para casos de excitações nervosas e coqueluche, porém, o uso popular das folhas na forma de chá deve ser controlado devido os riscos de intoxicação cianídrica, conseqüente ao uso de doses exageradamente altas.

Outra propriedade terapêutica do maracujá ainda em estudo, segundo Ruggiero *et al.* (2004) é o possível potencial de suas cascas no controle do diabetes. A casca é

rica em pectina, que no organismo forma um gel. No caso do diabetes, ela dificulta a absorção de carboidratos de uma maneira geral, inclusive da glicose. Para essa finalidade, usa-se a farinha do maracujá, produzida a partir da torrefação de sua casca.

Corrêa *et al.* (1988) afirmam que o maracujá é usado para combater a ansiedade, insônia, hipertensão arterial, como coadjuvante no tratamento de alguns casos de enxaqueca, afecções das vias respiratórias (asma brônquica e bronquite crônica), palpitação, além de combater parasitoses intestinais. No uso tópico é indicado para hemorróidas. Age como diurético (folhas) e como antiinflamatório (raiz). Comprovou-se em estudos realizados em laboratório sua destacada ação depressora do sistema nervoso central. Em altas doses, a raiz, que contém altos índices de passiflorina, poderá levar a quadros de vômitos, convulsão e morte, podendo também ser hepatotóxico.

Bruschi *et al.* (2002), numa avaliação farmacológica de um extrato de *Passiflora edulis* variedade *Flavicarpa*, concluíram que o extrato demonstrou ser depressor do sistema nervoso central, sugerindo uma ação calmante tipo tranqüilizante.

### 2.1.3 Características químicas

Segundo Lorenzi e Matos (2002), o harmano-alcalóide também conhecido pelo nome de passiflorina é um dos princípios ativos do maracujazeiro. Outro constituinte cuja presença foi determinada por sua análise fitoquímica é a cardioespermina, um glicosídeo cianogênico considerado inócuo quanto ao efeito sedante, porém, que se transforma em ácido cianídrico tóxico por hidrólise, o que torna recomendável a fervura demorada do chá para eliminá-lo, evitando-se doses altas e o tratamento repetido por longos períodos. Em novos estudos realizados com outra espécie de *Passiflora* foi detectado a crisina, um flavonóide ativo com propriedades tranqüilizantes e miorelaxantes, semelhante aos benzodiazepínicos. Em outro estudo foram identificados novos flavonóides livres e glicosilados, inclusive a isovitexina, cuja maior concentração ocorre logo antes do aparecimento das primeiras flores, mas sua eficácia e segurança ainda requerem comprovação científica.

Lorenzi e Matos (2002) afirmam que várias espécies de maracujá, silvestres e cultivadas, são tradicionalmente conhecidas no âmbito da medicina popular em quase todos os países ocidentais. Algumas estão incluídas nas Farmacopéias ou aceitas

oficialmente para uso medicamentoso, como *Passiflora alata* Dryander no Brasil e *Passiflora incarnata* L. na América do Norte e na França. Os resultados de ensaios farmacológicos pré-clínicos aplicados a extratos das folhas de *Passiflora edulis*, demonstraram a existência de propriedades compatíveis com a indicação popular, mas ainda não permitiram a sua validação como medicação sedativa. A utilização desta planta na forma de chá contra nervosismo e insônia foi referendada pela comissão alemã de validação de plantas medicinais.

Corrêa *et al.* (1998) afirmam que na composição de algumas partes da planta do maracujazeiro (raízes, folhas e frutos) encontram-se alcalóides (passiflorina, harmina, harmano), flavonóides glicosilados (vitexina, isovitexina, orientina, isorientina, saponarina) e não glicosilados, além de álcoois, ácidos graxos, harmol, taninos e resinas.

Almeida *et al.* (2003), em uma análise físico-química de folhas de dez plantas medicinais, constataram que o maracujá destacou-se por apresentar as maiores concentrações de cinzas totais, evidenciando a riqueza dessa amostra em elementos minerais.

## **2.2 A influência da luz sobre a morfologia e a fisiologia das plantas**

A luz é fonte primária de energia relacionada à fotossíntese, por isso é um dos principais fatores que influenciam o crescimento e desenvolvimento dos vegetais. Segundo Gawrosnska e Dwelle (1989), a luz é um dos mais importantes fatores determinantes da produtividade da planta. Dias-Filho (1997) afirma que as plantas sofrem modificações morfológicas e fisiológicas sob diferentes condições de luz, fator este que pode explicar a seletividade de plantas sob padrões específicos de condições ambientais. Segundo Souza e Valio (2003), estudos sobre aclimação sol/sombra têm, nas últimas décadas, focalizado o crescimento e/ou alterações fotossintéticas em espécies de árvores em diferentes estágios de sucessão. Para Engel e Poggiani (1991), a intensidade de radiação na qual a planta cresce é de fundamental importância, pois sua adaptação a este ambiente depende da adaptação de seu aparelho fotossintético, de modo que a luminosidade ambiental seja utilizada da maneira mais eficiente possível.

A utilização eficiente da luminosidade é discutida por vários autores, visando o aumento da produção. Murakami *et al.* (2002) afirmam que, ao se traçar estratégias de manejo que possam potencializar a taxa fotossintética líquida, busca-se como resultado o aumento da produtividade. Silva Netto *et al.* (2002) ressaltam que os estudos relacionados às trocas gasosas merecem atenção em plantios comerciais, em que é fundamental maximizar a eficiência no uso da água e otimizar a produtividade. Qualquer fator do ambiente que possa potencializar o processo fotossintético poderá resultar em aumento de produção.

Muitos estudos ainda são necessários para o conhecimento do comportamento das espécies vegetais frente às variações das condições de luminosidade. Em geral, os diferentes níveis de luminosidade causam mudanças morfológicas e fisiológicas na planta, e sua adaptação é determinada por características genéticas em interação com o meio ambiente (Moraes Neto *et al.*, 2000). Características como taxa de fotossíntese, biomassa, produção, morfologia da planta, anatomia foliar, teor de clorofila, exportação total dos assimilados e padrões de distribuição dos assimilados têm sido utilizadas para avaliar o comportamento de plantas em relação à luz (Souza *et al.*, 1999).

Diversas variáveis de crescimento têm sido utilizadas para o estudo de plantas sob níveis de luminosidade, sendo a altura e o diâmetro do caule usados com maior frequência. A produção de matéria seca, a área foliar e as relações entre biomassa das partes aérea e radicular são variáveis também utilizadas na avaliação do crescimento de mudas quanto à luz (Farias *et al.*, 1997).

Serrano *et al.* (1995) afirmaram que a interceptação da radiação e o ganho de carbono são influenciados por vários atributos arquitetônicos, incluindo a distribuição vertical da área foliar, a massa foliar específica, a orientação foliar, os movimentos foliares diurnos e os gradientes de forma e comprimento da folha, associados com o gradiente de luz. Além desses atributos, a concentração de clorofila, molécula relacionada à interceptação da radiação em plantas, também influencia enormemente a capacidade de absorção.

Para melhor conhecimento das adaptações morfológicas e fisiológicas dos vegetais em decorrência de alterações da luminosidade, alguns estudos têm sido feitos com o objetivo de avaliar a taxa de luz ideal para o desenvolvimento da planta. Souza e Valio (2003), em um estudo para avaliar alterações das propriedades ópticas foliares em resposta ao sombreamento natural de seis espécies arbóreas, concluíram que houve uma

maior absorvância da radiação fotossinteticamente ativa nas espécies sombreadas, tolerantes a esta condição. Os autores observaram também que ocorreram aumentos significativos do conteúdo de clorofila nestas espécies.

As trocas gasosas representam um importante parâmetro fisiológico utilizado para a avaliação da resposta à luz. A transpiração exerce um importante papel na adaptação de plantas a diferentes gradientes de luz, conforme observado por Pons *et al.* (2001). Freitas *et al.* (2003) encontraram variações significativas na fotossíntese, condutância estomática e transpiração de cultivares de café (*Coffea arabica* L.) em função dos níveis de sombreamento. Santos (2003), em um estudo sobre aclimatação à luz em *Cedrela fissilis* Vell., verificou adaptações fisiológicas na taxa de fotossíntese para a manutenção da estrutura da planta. Muitas características fotossintéticas têm sido associadas com plantas tolerantes à sombra, incluindo elevada eficiência quântica e diminuição da taxa respiratória sob baixa condição de luz (Loach, 1967; Teskey e Shrestha, 1985; Walters e Field, 1987, citados por Groninger *et al.*, 1996). Apesar de muitos estudos das características fisiológicas associadas com tolerância à sombra terem sido realizados, ainda há poucas informações sobre as trocas gasosas (Groninger *et al.*, 1996). Botero (2003) concluiu que plantas de café submetidas a diferentes níveis de sombreamento e adubação sofreram poucas modificações no desenvolvimento vegetativo após nove meses de implantação dos tratamentos, porém, observou que as características mais sensíveis às mudanças de luminosidade e fornecimento de nutrientes estão relacionadas com a capacidade fotossintética da planta.

A produção e distribuição de assimilados também têm sido utilizadas para avaliar o comportamento de plantas em relação à luz. Diferentes padrões de alocação de biomassa foram verificados por alguns autores, estudando plantas sob diversos níveis de irradiância. Campos e Uchida (2002) encontraram diferentes proporções de biomassa alocada nas raízes de plantas da espécie *Solanum crinitum* Lam., sendo tal proporção maior em plantas sob elevada radiação. Nas hastes e pecíolos, a proporção de biomassa foi maior em plantas sob baixa radiação. A proporção de biomassa alocada para folhas foi semelhante entre os tratamentos. Resultado diferente foi verificado por Scalon *et al.* (2001), que constataram maior distribuição de fotoassimilados na parte aérea de plantas de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) submetidas a pleno sol. Também verificaram que as mudas cresceram melhor sob condição de luz plena, onde apresentaram maior altura, diâmetro de caule, peso de matéria seca e área foliar.

Há uma tendência ao maior direcionamento de matéria seca para raízes em plantas cultivadas sob pleno sol, e para a parte aérea, em plantas sob sombra. Autores como Souza *et al.* (1999) verificaram que a diminuição da luminosidade provocou redução significativa da matéria seca de raiz, do volume médio e da produção de rabanetes (*Raphanus sativus*). Almeida *et al.* (2004), estudando o crescimento inicial de plantas de *Cryptocaria aschersoniana* Mez. submetidas a níveis distintos de radiação solar, concluíram que a matéria seca total e a matéria seca de raízes foram maiores nas plantas cultivadas sob 30% de sombreamento, sendo maior o acúmulo de matéria seca foliar nas plantas cultivadas sob 30 e 50% de sombreamento.

Comportamentos distintos têm sido observados com relação ao crescimento em altura em plantas sob baixa e alta luminosidade. Campos e Uchida (2004) constataram prejuízos no crescimento de plantas da espécie *Hymenaea courbaril*, quando cultivada sob 70% de sombra. Resultado contrário foi observado em mudas de *Ochroma lagopus* e *Jacaranda copaia*, que apresentaram maior crescimento sob sombra, porém, com prejuízo da qualidade das mudas. Moraes Neto *et al.* (2000), estudando o desenvolvimento de mudas de espécies arbóreas, verificaram diferenças significativas de comportamento em altura e diâmetro do caule entre as espécies estudadas em relação aos diferentes níveis de luminosidade e idade.

Outras alterações morfológicas e anatômicas foram observadas por diversos autores, estudando plantas sob diferentes regimes de luz. Marengo e Reis (1998), estudando a influência do sombreamento sobre o crescimento de *Ischaemum rugosum*, observaram alterações na área foliar, na taxa de crescimento relativo, nos padrões de distribuição dos assimilados e na anatomia foliar. Gonçalves (2000) avaliou alguns parâmetros do desenvolvimento de *Ocimum selloi* Benth. (Lamiaceae) em dois níveis de radiação solar e verificou que a altura das plantas, a área foliar, a produção de matéria seca, a espessura dos parênquimas foliares, a frequência e o número total de estômatos e a produção de carotenóides sofreram alterações de acordo com os níveis de radiação solar.

No maracujá, há uma carência de estudos sobre aspectos anatômicos, morfológicos e fisiológicos da planta, conforme observado por Vasconcellos e Duarte Filho (2000), Lucas (2002) e Vasconcellos *et al.* (2002). Menzel e Simpson (1984) citados por Lucas (2002) submeteram os maracujazeiros a cinco regimes de radiação obtidos com tela de sombreamento e verificaram que todos os tratamentos causaram

aumento significativo no crescimento do ramo principal quando comparados com a testemunha. Não observaram efeito no número de internódios. Os maiores níveis de sombreamento reduziram a área foliar total e o número de flores abertas diminuiu com a redução da radiação. Verificaram também que o desenvolvimento e o crescimento de diferentes órgãos variaram sensivelmente para pequenas mudanças na radiação, nas fases vegetativa (crescimento de raiz e área foliar) e produtiva (abertura de flores).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Características da área experimental**

O experimento teve início no mês de maio de 2004 e foi finalizado em junho de 2004. Foi instalado na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – *Campus* de Vitória da Conquista, localizado na região Sudoeste, situada a 14°53' de latitude Sul, 40°48' de longitude Oeste e 870 m de altitude, conforme verificação realizada no local com aparelho GPS, Garmin 45 (Foto 1). O índice pluviométrico médio anual é de 733,9 mm, com maior concentração entre os meses de novembro a março. As temperaturas máxima e mínima apresentam, respectivamente, médias de 25,3 e 16,1°C.

#### **3.2 Tratamentos e delineamento experimental**

Sementes de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) foram plantadas em sacos de polietileno de 6,5 cm de diâmetro por 18 cm de altura, contendo como substrato: solo e esterco na proporção 2:1, superfosfato simples e cloreto de potássio, sendo mantidos em casa de vegetação com cobertura sombrite de 50% por um período de 45 dias. Em seguida, as mudas foram transplantadas para sacos de polietileno maiores, com 12 cm de diâmetro por 40 cm de altura, contendo o mesmo substrato anterior, quando foram transportadas para o ambiente a pleno sol (Foto 2) e para o interior de estruturas cúbicas com sombreamento de 30% (Foto 3), 50% (Foto 4)



e 70% (Foto 5). A sombra foi fornecida por tela sombreadora de diferentes malhas, colocada tanto nas laterais quanto na parte superior da parcela, fixadas em estruturas de madeira de 1,5x1,5x1,5 m. Os níveis de sombreamento foram determinados pela porcentagem de Radiação Fotossinteticamente Ativa (RFA) bloqueada pela tela sombreadora, medida por meio do ceptômetro de barra modelo EMS-7, PPSsystem, Arnesbury, EUA.

Os valores (%) da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) bloqueada pela tela sombreadora são mostrados na Figura 1.

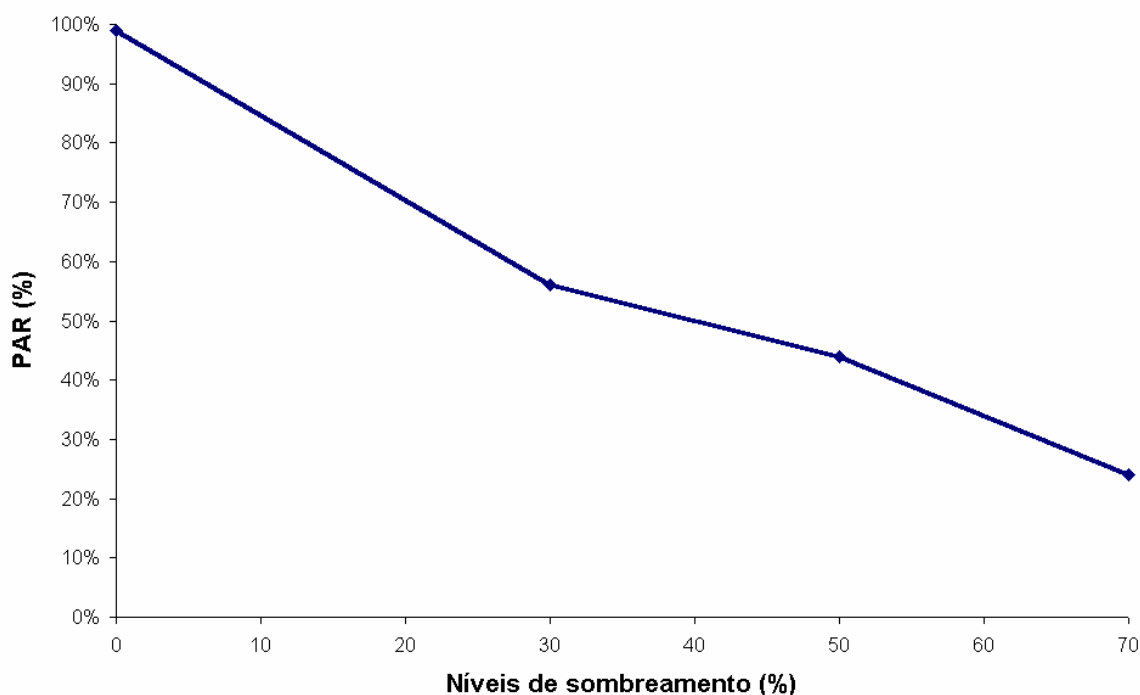


Figura 1 – Médias da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) em função dos níveis de sombreamento. Vitória da Conquista – BA, 2004.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com 5 repetições, sendo cada parcela constituída de 6 plantas úteis com uma bordadura externa para todas as repetições.

### 3.3 Características do plantio e tratos culturais

Ao contrário do cultivo ser feito diretamente no solo, o plantio foi realizado em sacos de polietileno com 12 cm de diâmetro por 40 cm de altura, obedecendo a um espaçamento de 0,30 x 0,30 m entre os sacos. Houve o cuidado de agrupar as plantas

semelhantes em um mesmo bloco. As plantas receberam água em intervalos regulares de, aproximadamente 48 horas.

Procedeu-se os tratos culturais que se fizeram necessários, tais como controle de plantas invasoras e tratamentos fitossanitários. Para o controle da lagarta do maracujá (*Agraulis vanillae vanillae*), aplicou-se quinzenalmente Deltametrina, inseticida fitossanitário do grupo dos piretróides sintéticos, usando uma proporção de 1 mL para um litro de água, mais 3 mL de espalhante adesivo. Fez-se, preventivamente, pulverizações de calda bordalesa (40 g de sulfato de cobre mais 40 g de cal em 2,5 litros de água) para o controle de doenças fúngicas como antracnose - causada por *Colletotrichum gloeosporioides*, fusariose - causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *Passiflorae*, verrugose (ou cladosporiose) - causada por *Cladosporium spp.*, e doenças bacterianas como bacteriose - causada por *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*. Esta aplicação foi feita três vezes durante o experimento, em um intervalo de 15 dias a partir da primeira pulverização e, 20 dias após a segunda pulverização.

### **3.4 Características avaliadas**

#### **3.4.1 Altura da planta e número de folhas**

O desenvolvimento vegetativo foi avaliado mediante o crescimento, em altura total (cm), em intervalos de quatro dias a partir do transplântio. Neste mesmo intervalo fez-se a contagem do número de folhas por planta.

#### **3.4.2 SPAD (Teor relativo de clorofila na folha)**

O teor relativo de clorofila na folha foi determinado pelo medidor portátil de clorofila (clorofilômetro) SPAD 502 (Minolta RS-232 Port.). As leituras foram feitas em intervalos regulares de 4 dias. Em cada planta foi medido o teor de clorofila de 4 folhas totalmente expandidas, localizadas entre o ápice e a base da planta.

### **3.4.3 Fotossíntese, condutância estomática, transpiração, déficit de pressão de vapor, razão da concentração de CO<sub>2</sub> interna e do ar, eficiência de uso da água, razão fotossíntese/condutância estomática e temperatura da folha**

As características fotossintéticas foram medidas ao final do experimento utilizando o analisador de gás infra-vermelho (IRGA) – modelo LI-6400 – Portable Photosynthesis System da LI-COR, Inc. Lincoln, NE. Para efetuar as medições, selecionou-se uma folha completamente expandida, escolhida no 3º ou 4º par a partir do ápice da planta.

A partir dos dados da taxa fotossintética e da radiação fotossinteticamente ativa, foi possível construir as curvas de saturação luminosa em função de cada nível de luminosidade.

Ao final do experimento, a partir do 46º dia desde o transplântio, as plantas foram coletadas e separadas em folhas, caules e raízes para a realização das avaliações destrutivas.

### **3.4.4 Potencial hídrico foliar**

O potencial hídrico foi avaliado ao final do experimento, retirando-se uma folha saudável e completamente expandida de cada parcela. As medições foram feitas nos horários de 5:00 h e 12:00 h, com o uso de uma câmara de pressão (Modelo 1000, PMS), conforme metodologia descrita por Scholander *et al.* (1965).

### **3.4.5 Teor de clorofila**

A determinação do teor de clorofila extraível foi feita seccionando-se uma folha completamente expandida de cada parcela. As folhas foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados, sendo imediatamente levadas ao laboratório. De cada folha, retirou-se 8 discos de 3,14 cm<sup>2</sup>, que foram pesados em balança analítica e efetuadas leituras com o clorofilômetro em cada disco, registrando-se a média dos valores obtidos para posterior correlação com os teores de clorofila extraível. O procedimento de extração e determinação dos teores de clorofila “a” e clorofila “b” foi feito segundo a metodologia proposta por Arnon (1949).

### **3.4.6 Matéria fresca, área foliar e matéria seca**

Foram coletadas duas plantas de cada parcela, que devidamente acondicionadas em sacos plásticos previamente identificados, foram imediatamente levadas ao laboratório para as avaliações de peso da matéria fresca, peso da matéria seca e área foliar. Os sistemas radiculares foram lavados para eliminar o solo aderido e cada planta foi dividida em folhas, caule e sistema radicular. Estes órgãos foram pesados separadamente em balança analítica para a determinação do peso da matéria fresca. Em seguida foi determinada a área foliar total, utilizando-se o medidor de área foliar LI-3100 Area Meter, fabricado pela LI-COR.

Todo o material coletado foi colocado na estufa com circulação de ar forçado a 65° C por 48 horas, sendo que posteriormente procedeu-se a pesagem em balança analítica para determinação do peso da matéria seca.

A partir das avaliações do peso da matéria seca de raiz, caule e folhas e da área foliar, determinou-se a razão parte aérea/raiz, a área foliar específica (AFE), a razão de área foliar (RAF) e a razão de massa foliar (RMF).

### **3.4.7 Teor de nitrogênio total por unidade de massa e de área**

As folhas de duas plantas da área útil de cada parcela foram coletadas, destacadas na inserção do pecíolo com o limbo foliar e levadas ao laboratório. Foram colocadas em sacos de papel, identificadas e levadas para a estufa de ventilação forçada a 65° C por 48 horas. Após a secagem, todo o material foi triturado em moinho Willy, retirando-se uma alíquota de 1,0 a 2,0 gramas da amostra seca ao ar (ASA) e feita a determinação do nitrogênio pelo processo semimicro Kjeldahl, conforme descrito por Silva e Queiroz (2002).

### **3.4.8 Teor de nitrato**

Amostras de folhas retiradas de duas plantas de cada parcela foram levadas à estufa de circulação forçada a 70° C por 48 horas. Posteriormente, as folhas secas foram trituradas em moinho Willy, retirando-se uma alíquota de 100 mg do material para determinação do teor de nitrato. Essa determinação foi feita conforme a metodologia proposta por Cataldo *et al.* (1975).

### **3.4.9 Teor de prolina**

Amostras de folhas retiradas do material descrito anteriormente foram levadas à estufa de circulação forçada a 70° C por 48 horas. Posteriormente, as folhas secas foram trituradas em moinho Willy, retirando-se 100 mg do material para determinação do teor de prolina. Essa avaliação foi realizada com base na metodologia proposta por Bates (1973), sem adição do tolueno.

### **3.5 Análise estatística**

Os dados foram submetidos à Análise de Variância e de Regressão, utilizando o Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas, SAEG 8.0.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2 estão apresentados os dados de temperatura média máxima (°C) e mínima (°C), obtidos a partir de leitura diária de termômetros de máxima e mínima, localizados na lateral externa de uma das estruturas cúbicas cobertas com tela sombreadora durante o período de condução do experimento.

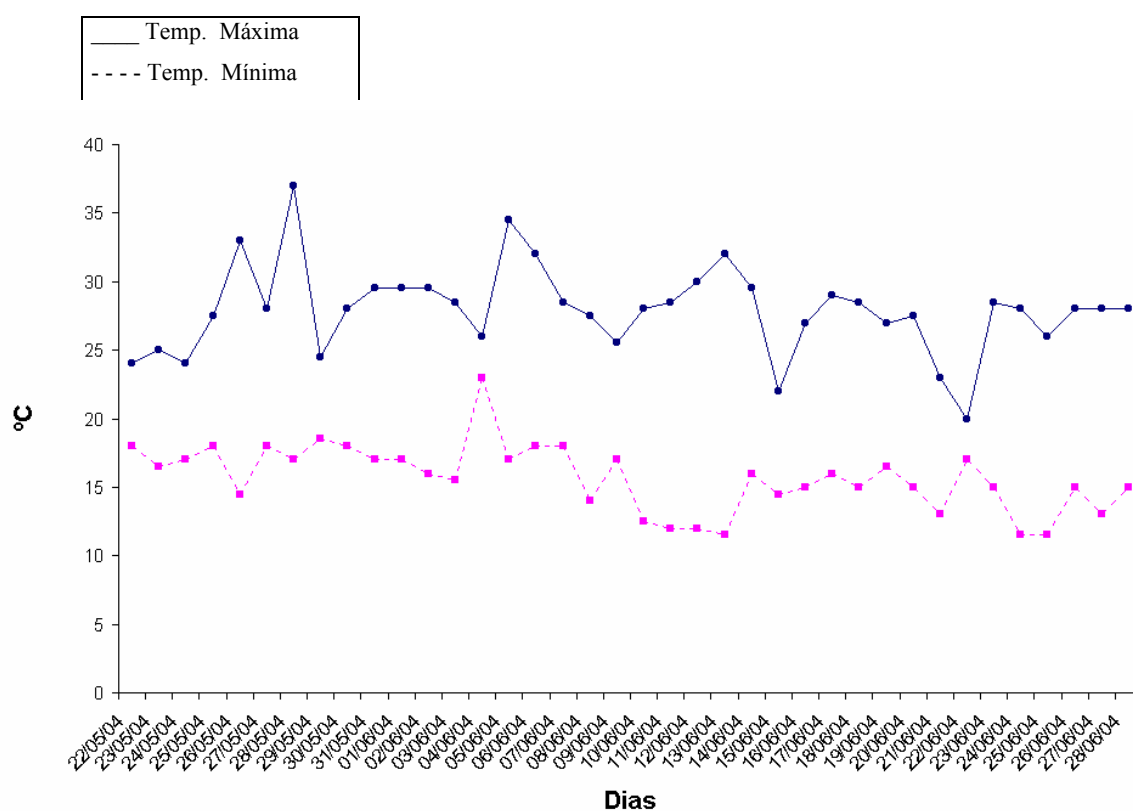


Figura 2 – Médias diárias de temperatura máxima e mínima no período de maio a junho de 2004. Vitória da Conquista – BA, 2004.

#### 4.1 Matéria fresca de raiz , caule e folhas

Aos 44 dias de exposição dos maracujazeiros a diferentes níveis de sombreamento, foi observada diferença na análise estatística da característica matéria fresca da raiz (Tabela 1). Pela análise de regressão foi constatado efeito linear decrescente dos níveis de sombreamento sobre matéria fresca de raiz (Figura 3). Verificou-se que com o aumento do nível de sombreamento houve redução da matéria fresca deste órgão.

Tabela 1 – Resumo da análise de variância e coeficientes de variação das características matéria fresca de raiz (MFR), matéria fresca de caule (MFC) e matéria fresca de folhas (MFF) e matéria fresca total (MFT). Vitória da Conquista – BA, 2004.

F.V.	GL	Quadrados Médios			
		MFR	MFC	MFF	MFT
Níveis de sombreamento	3	23,75940*	11,09272	9,279986	36,17311
Blocos	4	8,392461	2,490398	14,92901	37,38557
Resíduo	12	4,401064	3,340457	4,953560	25,27653
CV(%)		22,31	21,78	12,16	13,92

\*Significativo, a 5% de probabilidade pelo teste F.

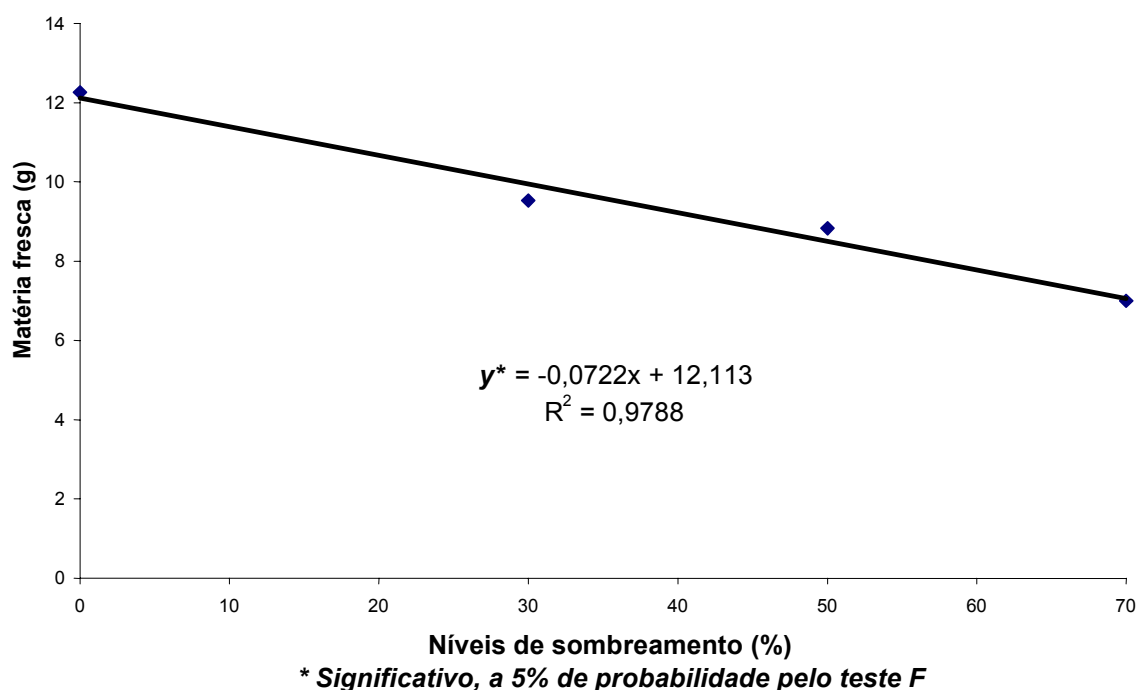


Figura 3 - Estimativa da matéria fresca de raízes de maracujazeiros em função dos níveis de sombreamento. Vitória da Conquista - BA, 2004.

Quanto à matéria fresca do caule não houve diferença entre os níveis de sombreamento (Tabela 1). O efeito quadrático dos tratamentos sobre a matéria fresca do

caule é mostrado na Figura 4. Estimou-se que a maior massa de matéria fresca do caule foi de 9,65 g, alcançada sob nível de sombreamento de 39,98%. A partir deste nível, houve redução da matéria seca do caule.

O sombreamento, provavelmente influenciou a matéria fresca das plantas, pois maiores níveis contribuem para manutenção da umidade do ar e especialmente do solo, estabelecendo uma relação direta com o teor relativo de água da planta e, conseqüentemente, com a matéria fresca, conforme observado por Peres e Moraes (1991).

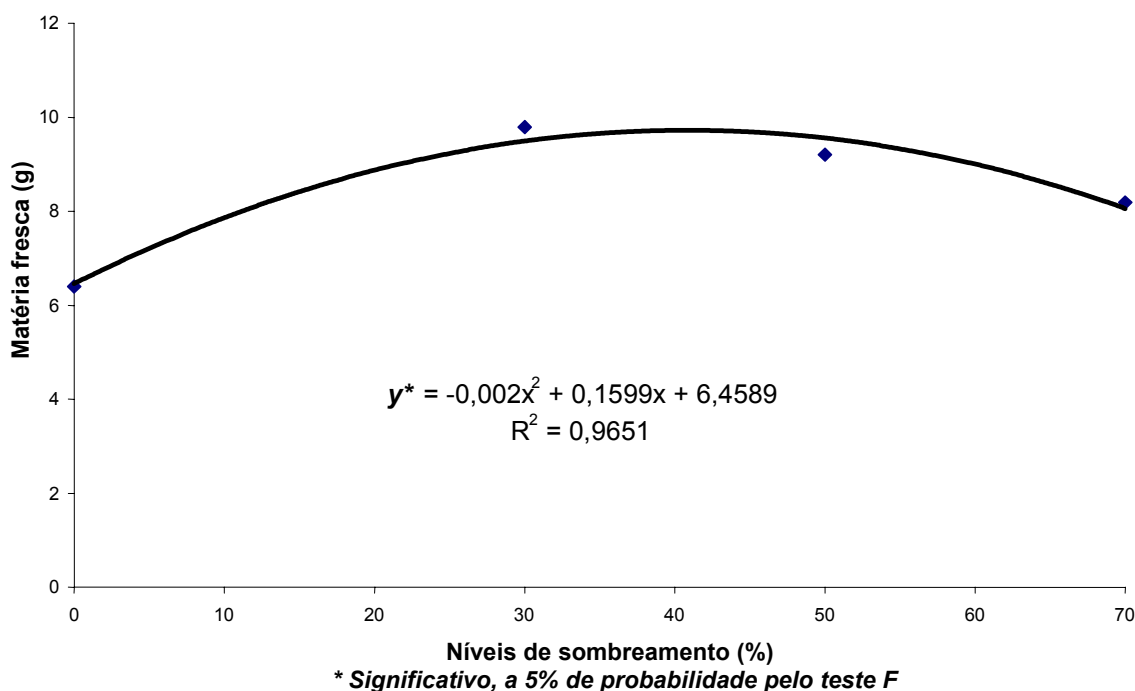


Figura 4 - Estimativa da matéria fresca do caule em maracujazeiros em função dos níveis de sombreamento. Vitória da Conquista - BA, 2004.

Não foi observado efeito dos tratamentos sobre a matéria fresca de folhas (Tabela 1). Gonçalves (2000), cultivando plantas de *Ocimum selloi* Benth sob dois níveis de radiação solar (luz plena e 50% de sombreamento) também não encontrou diferenças para a matéria fresca de folhas entre os tratamentos.

A matéria fresca total não diferiu em função dos níveis de sombreamento (Tabela 1). As médias de matéria fresca total nos diferentes níveis de sombreamento são apresentadas na Tabela 2.



Tabela 2– Médias de matéria fresca total (g) em função dos níveis de sombreamento. Vitória da Conquista – BA, 2004.

Níveis de sombreamento (%)	Matéria fresca total (g)
0	35,76226
30	39,58582
50	36,03824
70	33,02834

#### 4.2 Matéria seca de raiz, caule e folhas

Houve efeito linear decrescente dos níveis de sombreamento sobre a matéria seca da raiz (Figura 5). Os tratamentos influenciaram a matéria seca da raiz, conforme mostrado na Tabela 3. Os maiores valores de matéria seca de raiz foram verificados nos maracujazeiros sob pleno sol. Este resultado foi semelhante ao verificado para a matéria fresca da raiz.

A maior quantidade de matéria seca na raiz, observada nos maracujazeiros a pleno sol pode ter ocorrido devido à diminuição da quantidade de auxina que é carregada para este órgão em plantas sombreadas, resultando em redução da formação de raízes laterais e, eventualmente, do crescimento da raiz principal, conforme relatado por Morelli e Ruberti (2000).

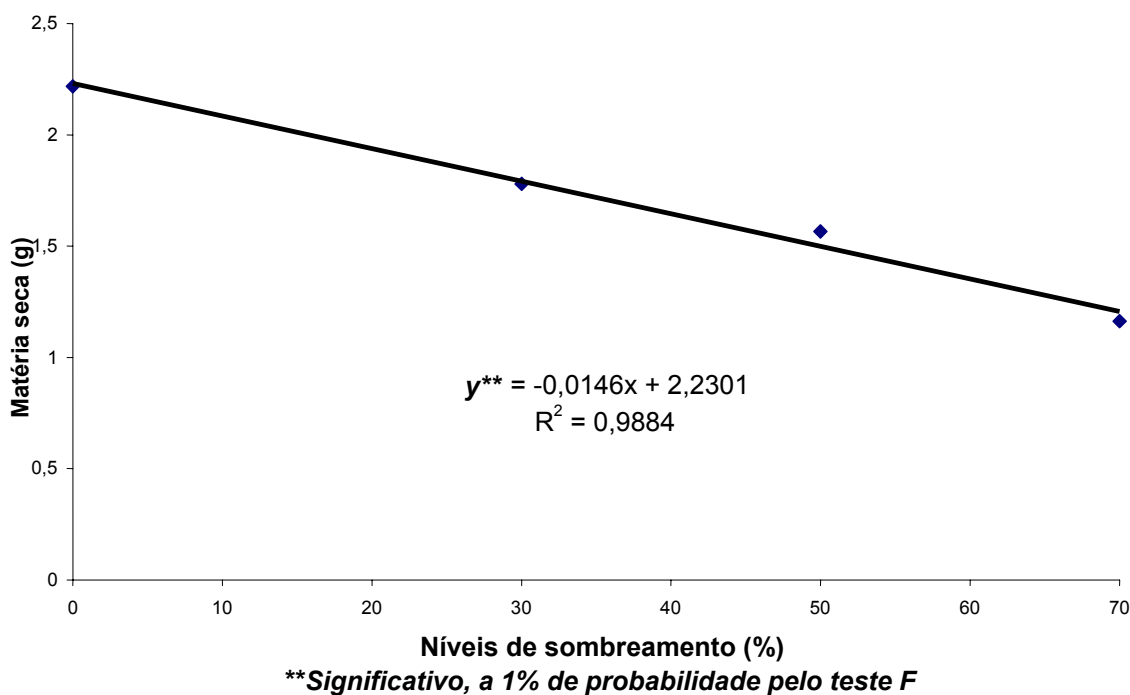


Figura 5 - Estimativa da matéria seca de raiz em maracujazeiros em função dos níveis de sombreamento. Vitória da Conquista - BA, 2004

Tabela 3 – Resumo da análise de variância e coeficientes de variação das características matéria seca de raiz (MSR), matéria seca de caule (MSC), matéria seca de folhas (MSF) e matéria seca total (MST). Vitória da Conquista – BA, 2004.

F.V.	GL	Quadrados Médios			
		MSR	MSC	MSF	MST
Níveis de sombreamento	3	0,9657096**	0,6741054	1,587108*	5,772813*
Blocos	4	0,08605204	0,1530928	0,1924168	0,7971318
Resíduo	12	0,07478529	0,2223351	0,2773766	1,239960
CV(%)		16,26	25,18	13,95	15,19

\*\*Significativo, a 1% de probabilidade pelo teste F.

\*Significativo, a 5% de probabilidade pelo teste F.

Vários estudos mostram que a resposta comum ao sombreamento é a reduzida distribuição de matéria seca para as raízes (Mahall e Schlesinger, 1982; Thompson *et al.*, 1992; Walters *et al.*, 1993), o que evidencia uma estratégia para adaptar a planta para uma maior habilidade de absorção, permitindo sua sobrevivência em ambientes ensolarados, onde ocorrem altas taxas de fotossíntese e transpiração (Claussen, 1996).

Não foi verificada diferença significativa entre os níveis de sombreamento para a matéria seca do caule (Tabela 3). Porém, a análise de regressão demonstrou efeito quadrático dos tratamentos sobre esta variável (Figura 6). Observou-se semelhança de comportamento entre a matéria fresca e a matéria seca do caule, embora nem sempre isto aconteça. A maior massa de matéria seca do caule foi de 2,19 g, ocorrido sob sombreamento de 32,92 %. Observou-se tendência de que os menores valores ocorreram nas mudas a pleno sol e sob 70% de sombreamento. As mudas de *P. edulis* cultivadas sob 70% de sombreamento se mostraram bastante estioladas, com grandes espaços internodais e pequeno número de folhas em comparação com as mudas a pleno sol.

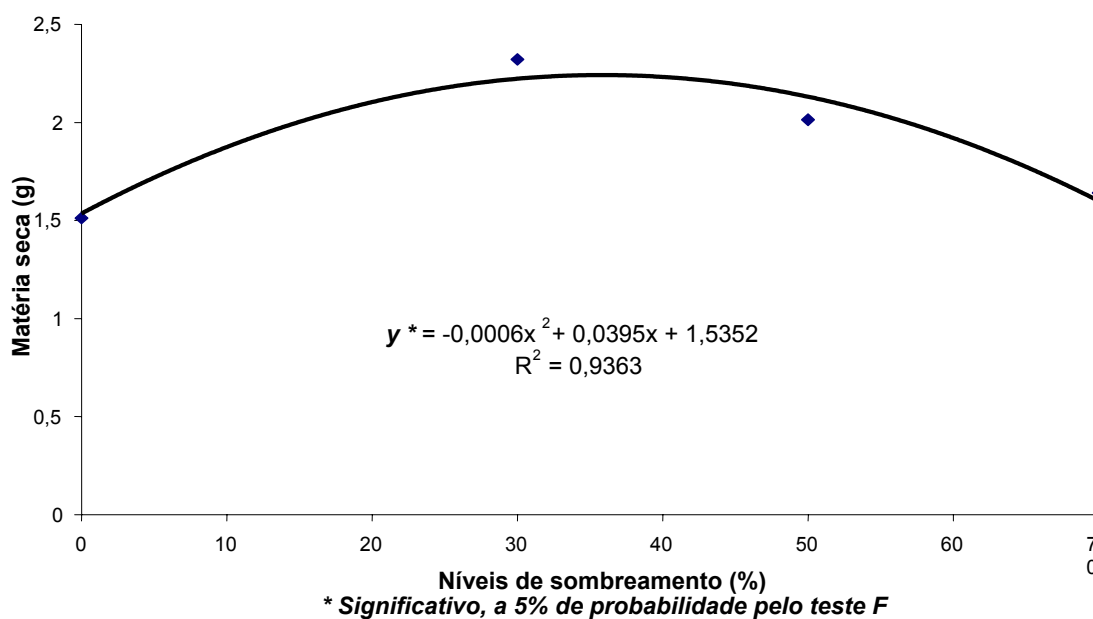


Figura 6 - Estimativa da matéria seca do caule em maracujazeiros em função dos níveis de sombreamento. Vitória da Conquista - BA, 2004

Com relação à matéria seca do caule, Campos e Uchida (2002) constataram que o sombreamento de 30% promoveu maiores índices de matéria seca do caule em mudas de *Ochroma lagopus* Cav. Ex. Lam. Observaram também que a matéria seca do sistema radicular foi reduzida em condição de sombreamento de 50% e 70%. Em mudas de *Hymenaea courbaril* L., estes autores verificaram que, de modo geral, a matéria seca total aumentou sob menores níveis de sombreamento e a matéria seca das folhas foi reduzida sob sombreamento de 70%.

Foi observado efeito linear decrescente dos níveis de sombreamento sobre a matéria seca de folhas (Figura 7). A maior quantidade de matéria seca foliar acumulada em plantas a pleno sol pode ter ocorrido devido ao aumento da espessura foliar, que normalmente ocorre em folhas sob alta disponibilidade luminosa, como recurso de proteção aos pigmentos fotossintéticos, conforme relatado por Scalon *et al.* (2001). Resultado semelhante foi encontrado por Ventrella e Ming (2000), que observaram decréscimo na produção de matéria seca foliar de plantas de erva-cidreira (*Lippia alba*) com o aumento do nível de sombreamento.

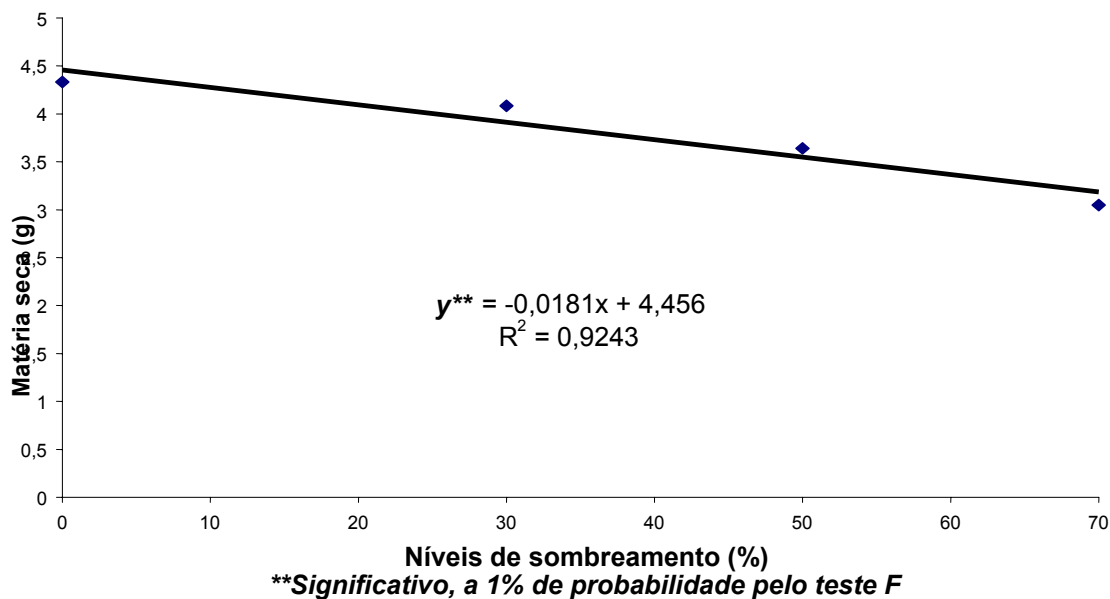


Figura 7 - Estimativa da matéria seca de folhas em maracujazeiros em função dos níveis de sombreamento. Vitória da Conquista - BA, 2004

Popma *et al.* (1992) afirmaram que folhas de sol apresentam grande quantidade de matéria seca e nutrientes por unidade de área, enquanto folhas de sombra têm comportamento inverso, o que foi verificado nas mudas de maracujazeiros com relação à matéria seca de folhas (Figura 7).

Hole e Dearman (1990) constataram redução da matéria seca de folhas e órgãos de reserva em plantas de cenoura com a diminuição da radiação solar.

Kluge (1998) observou que a baixa intensidade luminosa em maracujazeiros provocou o alongamento dos ramos, porém, reduziu o peso da matéria seca da parte aérea, dados que corroboram com os que foram obtidos neste experimento (Figura 7). A diminuição na matéria seca se deve ao estiolamento e à redução no acúmulo de nutrientes sob condições de baixa exposição à luz.

De maneira geral, os resultados observados nos maracujazeiros para a matéria seca dos diferentes órgãos concordaram com o que outros autores verificaram em plantas sob sol e sombra. Dias Filho (1997) argumenta que plantas sob baixa luminosidade têm uma tendência a exibir altos valores de respiração noturna. Este fato deve ser considerado quando se observa tendência à diminuição da matéria seca em plantas sob baixa luminosidade, visto que as altas taxas de respiração causam a diminuição do ganho de carbono pela planta.

Ocorreu redução da matéria seca total com a elevação dos níveis de sombreamento. Pela análise de regressão foi constatado efeito quadrático dos níveis de

sombreamento sobre esta característica, conforme mostrado na Figura 8. Verificou-se que o menor valor de matéria seca total ocorreu no nível de 70% de sombreamento, enquanto estimou-se que o maior valor encontrado foi de 8,29 g , sob sombreamento de 16,44%.

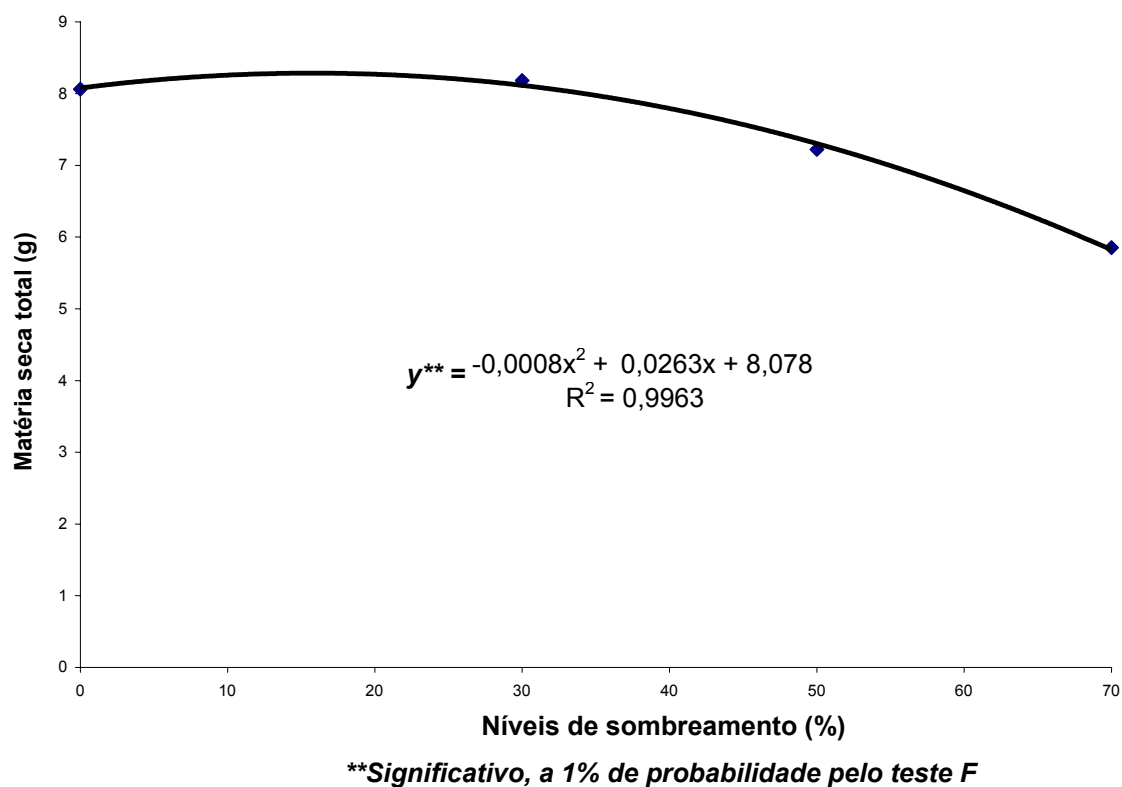


Figura 8 - Estimativa da matéria seca total em maracujazeiros em função dos níveis de sombreamento. Vitória da Conquista - BA, 2004

#### 4.3 Razão parte aérea/raiz, área foliar, área foliar específica, razão de área foliar e razão de massa foliar

Verifica-se pela Figura 9, que houve efeito linear crescente dos tratamentos sobre a razão parte aérea/raiz, sendo que esta relação aumentou com a elevação do nível de sombreamento. Conforme a Tabela 4, os tratamentos alteraram significativamente a razão parte aérea/raiz.

O sombreamento favoreceu o crescimento da parte aérea, porém, os valores obtidos com o tratamento sem sombreamento revelam equilíbrio na produção de matéria seca para ambas as partes (Figura 9). É importante considerar que plantas com sistema radicular bem desenvolvido têm mais chances de sobrevivência no campo, conforme observado por Campos e Uchida (2002). Estes autores verificaram que as mudas de *Jacaranda copaya* cultivadas sob maiores sombreamentos (50% e 70%) apresentaram valores da relação parte aérea/sistema radicular superiores aos demais.

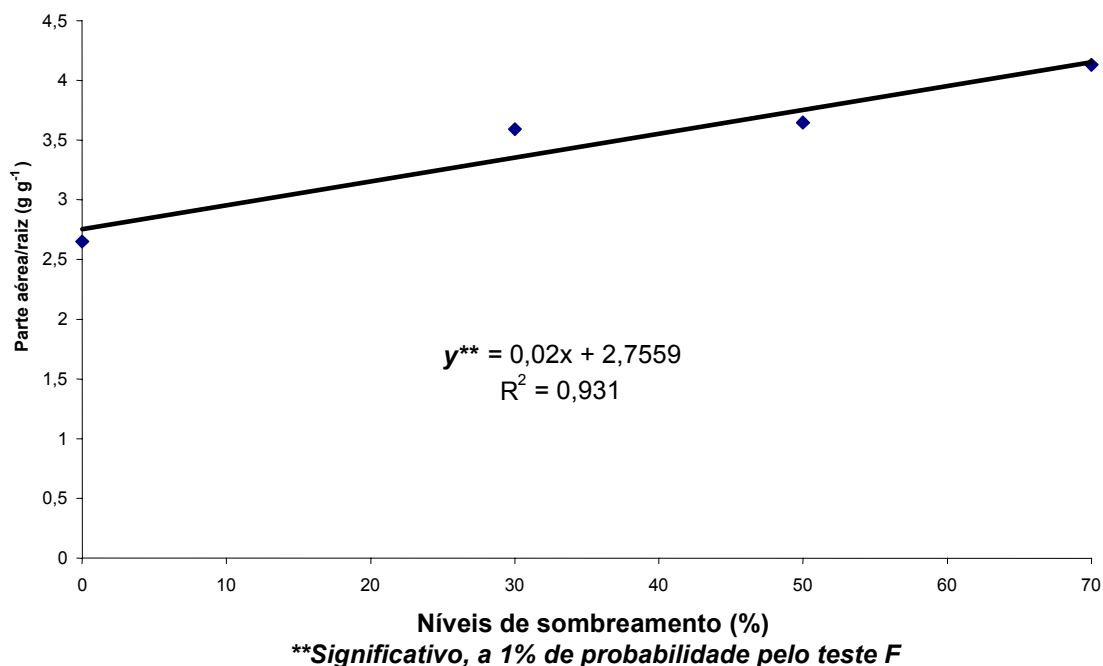


Figura 9 - Estimativa da razão parte aérea/raiz em maracujazeiros em função dos níveis de sombreamento. Vitória da Conquista - BA, 2004

Tabela 4 – Resumo da análise de variância e coeficientes de variação das características razão parte aérea/raiz (A/R) e área foliar (AF). Vitória da Conquista – BA, 2004.

F.V.	GL	Quadrados Médios	
		A/R	AF
Níveis de sombreamento	3	1,913914**	249736,8**
Blocos	4	0,1978502	8994,645
Resíduo	12	0,2984356	21456,20
CV(%)		15,58	11,57

\*\* Significativo, a 1% de probabilidade pelo teste F

Os resultados verificados por Marenco e Reis (1998) em plantas de *Ischaemum rugosum* são semelhantes aos observados em *P. edulis*. Estes autores concluíram que o sombreamento influenciou a preferencialidade dos drenos da planta. Eles constataram que sob alta irradiância as raízes foram os drenos principais durante a fase vegetativa, e sob elevado sombreamento os colmos e as folhas foram os drenos prioritários. Nas mudas de maracujazeiro, a matéria seca da raiz foi reduzida com o aumento dos níveis de sombreamento, constatando que nas plantas a pleno sol, maior quantidade de matéria seca foi alocada para as raízes, enquanto nas plantas mais sombreadas, as folhas foram os drenos prioritários (Figura 9).

Houve efeito linear dos níveis de sombreamento sobre a área foliar (Figura 10), sendo que esta aumentou com a elevação do sombreamento. Segundo Scalon *et al.* (2001), estes resultados estão de acordo com o que é normalmente observado, uma vez que há necessidade de ampliar a superfície fotossintetizante para maximizar a absorção luminosa. Porém, Kluge (1998) verificou redução da área foliar em maracujazeiros sob reduzida intensidade de luz.

A expansão da área foliar sob baixa luminosidade é relatada freqüentemente e indica a maneira da planta compensar a reduzida luminosidade, aproveitando melhor este recurso com o aumento da superfície, conforme observado por Campos e Uchida (2002). Estes resultados contrariam o que foi observado por Santos (2003), que constatou que a área foliar foi dez vezes maior em plantas de *Cedrela fissilis* (planta heliófila) sob condições de luz plena.

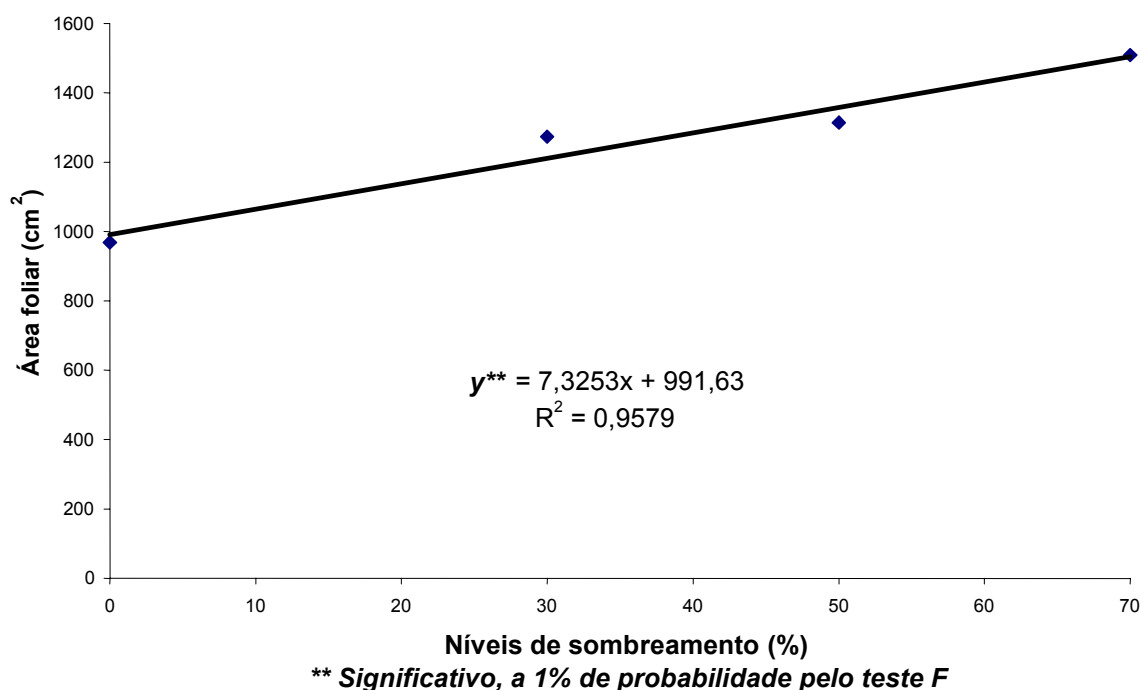


Figura 10 - Estimativa da área foliar (AF) em maracujazeiros em função dos níveis de sombreamento. Vitória da Conquista - BA, 2004

O efeito linear crescente dos níveis de sombreamento sobre a área foliar específica é mostrado na Figura 11. Verificou-se aumento considerável da área foliar específica com a elevação dos níveis de sombreamento, indicando que houve diferenças entre plantas em função dos tratamentos utilizados (Tabela 5).

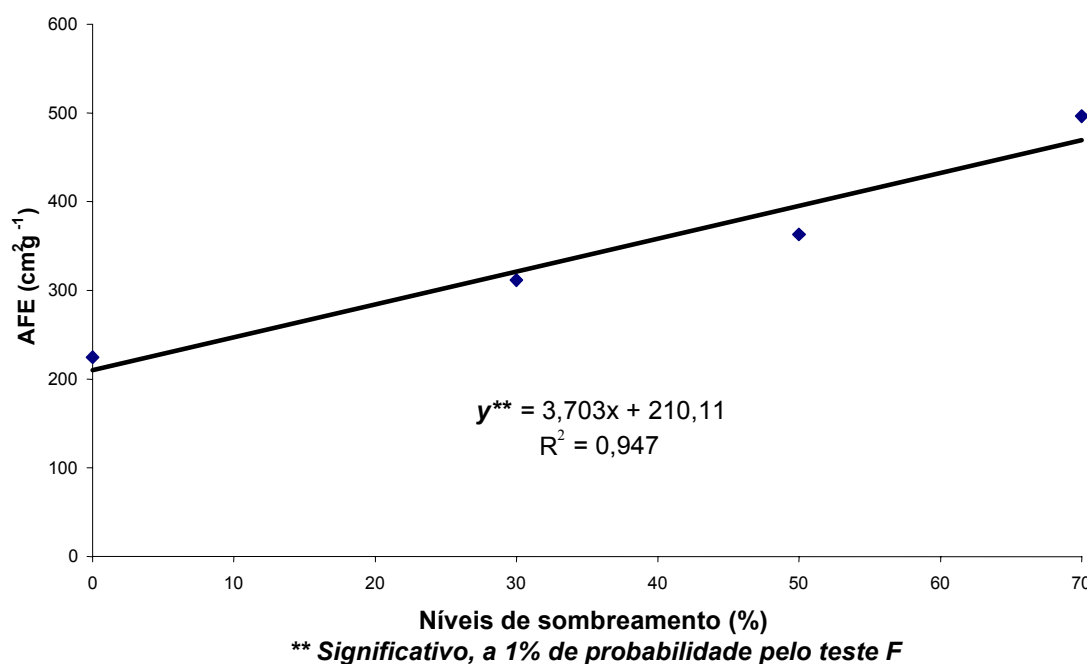


Figura 11 - Estimativa da área foliar específica (AFE) em maracujazeiros em função dos níveis de sombreamento. Vitória da Conquista - BA, 2004

Tabela 5 – Resumo da análise de variância e coeficientes de variação das características área foliar específica (AFE), razão de área foliar (RAF) e razão de massa foliar (RMF). Vitória da Conquista – BA, 2004.

F.V.	GL	Quadrados Médios		
		AFE	RAF	RMF
Nív. de sombreamento	3	64555,80**	16810,80**	0,001548709
Blocos	4	139,6451	47,06460	0,0003594218
Resíduo	12	689,2776	203,7619	0,001080044
CV(%)		7,52	7,94	6,36

\*\* Significativo, a 1% de probabilidade pelo teste F.

A área foliar específica (AFE) é dada pelo quociente entre a área foliar total e a matéria seca das folhas (Dias-Filho, 1997). Segundo Kitajima (1996), este parâmetro relaciona a superfície com a matéria seca da própria folha, ou seja, é a área foliar por unidade de massa da folha.

O aumento na área foliar específica é uma resposta comum observada em plantas sob baixas condições de luz (Buisson e Lee, 1993; Stoneman e Dell, 1993; Fahl *et al.*, 1994).

Nos maracujazeiros, o aumento da área foliar específica nas plantas mais sombreadas sugere que a redução da luminosidade foi um fator relacionado às diferenças anatômicas na folha (Lambers e Poorter, 1992), o que reflete uma estratégia



para elevar a habilidade competitiva das plantas sob baixa luminosidade por meio do aumento da área foliar. Menor área foliar específica e menor razão de área foliar beneficia plantas sob alta intensidade de luz, pois diminui a exposição dos tecidos da planta ao sol, reduzindo a perda de água e o auto-sombreamento, conforme observado por Claussen (1996).

O aumento da área foliar específica é reflexo de modificações nas dimensões e forma das folhas das plantas em resposta às alterações de luminosidade. As folhas de sombra, normalmente são maiores e mais delgadas que as folhas produzidas sob elevada intensidade luminosa (Wilson, 1980 e Samarakoon *et al.*, 1990 citados por Ribaski, 2000).

Marenco e Reis (1998) observaram o aparecimento de folhas mais finas em plantas de *Ischaemum rugosum* sob sombreamento. Nos maracujazeiros mais sombreados (50% e 70% de sombra) também verificou-se a diminuição da espessura da folha (Figura 11). Dias-Filho (1997) observou uma média de 33% de aumento da razão de área foliar em plantas de *Solanum crinitum* submetidas à baixa luminosidade em comparação com plantas sob alta luminosidade. Este autor também verificou diminuição sensível da área foliar específica em plantas sob alta luminosidade. Comportamento semelhante ao da área foliar específica foi observado para a característica razão de área foliar (RAF), mostrado na Figura 12. A razão de área foliar dos maracujazeiros diferiu, conforme o tratamento utilizado (Tabela 5) , sendo que as plantas sob 70% de sombreamento obtiveram a maior RAF. Menores valores de RAF observados em maracujazeiros à pleno sol podem ter beneficiado estas plantas, diminuindo a exposição dos tecidos vegetais ao sol e reduzindo a perda de água e o auto-sombreamento, conforme observado por Lambers e Poorter (1992).

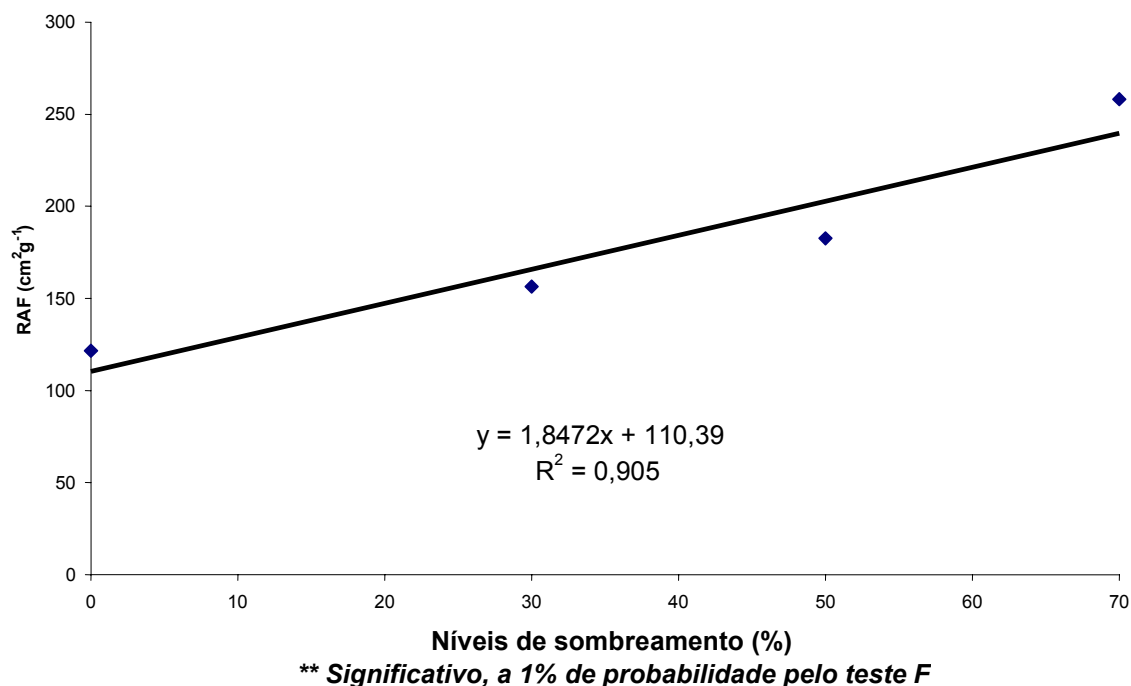


Figura 12 - Estimativa da razão de área foliar em maracujazeiros em função dos níveis de sombreamento. Vitória da Conquista - BA, 2004

A razão de área foliar (RAF) expressa a área foliar útil para a fotossíntese e é um componente morfo-fisiológico, pois é a razão entre área foliar (área responsável pela interceptação de energia luminosa e CO<sub>2</sub>) e a matéria seca total (resultado da fotossíntese). Razão de área foliar é a área foliar, em dm<sup>2</sup>, que está sendo usada pela planta para produzir 1 grama de matéria seca (Benincasa, 1988). Kitajima (1994), em um estudo com árvores tropicais, verificou que plantas sombreadas apresentavam pequena massa foliar por unidade de área, baixo investimento em raízes e elevada razão de área foliar.

Não houve diferença significativa entre os tratamentos para a característica razão de massa foliar (RMF) nas condições deste experimento (Tabela 5). Talvez essa ausência de diferença esteja relacionada ao estágio de desenvolvimento dos maracujazeiros. Dias-Filho (1997), em plantas de *Solanum crinitum* Lam. sob alta e baixa radiação, verificou que a razão de massa foliar sofreu aumento com o sombreamento. Uma baixa razão de massa foliar indica que mais matéria foi distribuída para o caule e as raízes do que para os órgãos fotossintéticos, o que pode ser vantajoso para plantas expostas a altos níveis de irradiância, pois mais matéria seca é alocada para as raízes, permitindo maior absorção de água e nutrientes, conforme observado por Claussen (1996).

Segundo Benincasa (1988) a razão de massa foliar (RMF) é a razão entre a matéria seca retida nas folhas e a matéria seca acumulada na planta toda. Considerando-se que as folhas são os centros de produção de matéria seca (fotossíntese) e que o resto da planta depende da exportação de material da folha, a RMF expressa a fração de matéria seca não exportada das folhas para o resto da planta. A maior ou menor exportação de material da folha pode ser uma característica genética que está sob influência de variáveis ambientais. A variação de RMF vai decrescendo ao longo do ciclo da planta, o que significa que à medida que a planta cresce, menor é a fração de material retido na folha, ou seja, a exportação de fotoassimilados é maior.

#### **4.4 Potencial hídrico antemanhã (05:00 h), potencial hídrico ao meio-dia, teor de nitrogênio total, teor de nitrato e teor de prolina**

O potencial hídrico foliar antemanhã, medido às 05:00 horas e o potencial hídrico medido ao meio-dia não foram influenciados pelos níveis de sombreamento, conforme mostrado na Tabela 6. O potencial hídrico nos maracujazeiros variou entre  $-0,202$  MPa e  $-0,582$  MPa (Tabela 7). Menzel e Simpson (1994) verificaram que maracujazeiros crescidos sob baixa irradiância apresentaram um potencial hídrico de  $-1,07$  MPa, enquanto o de plantas crescidas a pleno sol foi de  $-1,42$  MPa sendo que as plantas foram regadas diariamente, mas aquelas cultivadas em pleno sol sofreram algum déficit hídrico ao meio-dia.

Tabela 6 – Resumo da análise de variância e coeficientes de variação das características potencial hídrico foliar às 05:00 horas (PH1), potencial hídrico foliar às 12:00 h (PH2) e teor de nitrato ( $\text{NO}_3$ ). Vitória da Conquista – BA, 2004.

F.V.	GL	Quadrados Médios		
		PH1	PH2	$\text{NO}_3$
Níveis de sombreamento	3	0,01545333	0,02396	0,2877203*
Blocos	4	0,03901250	0,028475	0,03131553
Resíduo	12	0,02221583	0,0388016	0,07966760
CV(%)		59,62	39,40	30,66

\*Significativo, a 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 7 – Médias do potencial hídrico foliar às 05:00 horas (PH1), potencial hídrico foliar às 12:00 h (PH2) e teor de prolina (PRO) em função dos níveis de sombreamento. Vitória da Conquista – BA, 2004.

Níveis de sombreamento (%)	PH1 (MPa)	PH2 (MPa)	PRO ( $\mu\text{mol g}^{-1}$ de MS)
0	-0,276	-0,474	30,1924
30	-0,316	-0,582	20,4966
50	-0,202	-0,420	19,9018
70	-0,206	-0,524	21,3422

Freitas *et al.* (2003), estudando o comportamento de cultivares de café submetidos a níveis de sombreamentos de 30%, 50%, 70% e a pleno sol, verificaram que o potencial hídrico não variou significativamente nas plantas nos diferentes tratamentos.

O maracujá é, geralmente, considerado uma planta que precisa de grande quantidade de água para frutificar sucessivamente. O déficit hídrico pode diminuir o crescimento foliar, a produção de flores e o número de frutos; se for bastante severo, pode causar o desfolhamento dos ramos e induzir a queda dos frutos (Menzel e Simpson, 1994).

Staveley e Wolstenholme (1990) citados por Kluge (1998) relataram que o estresse hídrico é um dos principais fatores ambientais responsáveis pelas flutuações estacionais de produção do maracujazeiro. Os pesquisadores submeteram o maracujazeiro roxo a diferentes níveis de água no solo e constataram que valores de potencial hídrico do solo acima de  $-0,02$  MPa resultam em queda de produção por afetar a diferenciação floral e a fixação dos frutos.

O efeito quadrático dos níveis de sombreamento sobre o teor de nitrogênio total na folha, por unidade de massa, é mostrado na Figura 13. O teor de nitrogênio total por unidade de massa diferiu entre os tratamentos (Tabela 8), sendo superior nas plantas mais sombreadas. Segundo a estimativa da regressão, o valor mínimo de teor de nitrogênio foi de 2,88%, obtido com o sombreamento de 9,67%.

Tabela 8 – Resumo da análise de variância e coeficientes de variação das características teor de nitrogênio total por unidade de massa (NT), teor de nitrogênio total por unidade de área (NA) e teor de prolina (PRO). Vitória da Conquista – BA, 2004.

F.V.	GL	Quadrados Médios		
		NT	NA	PRO
Níveis de sombreamento	3	1,416938**	0,2233073**	117,2394
Blocos	4	0,5223925	0,04090215	101,6176
Resíduo	12	0,1241592	0,01396780	94,28535
CV(%)		10,50	11,716	42,25

\*\* Significativo, a 1% de probabilidade pelo teste F.

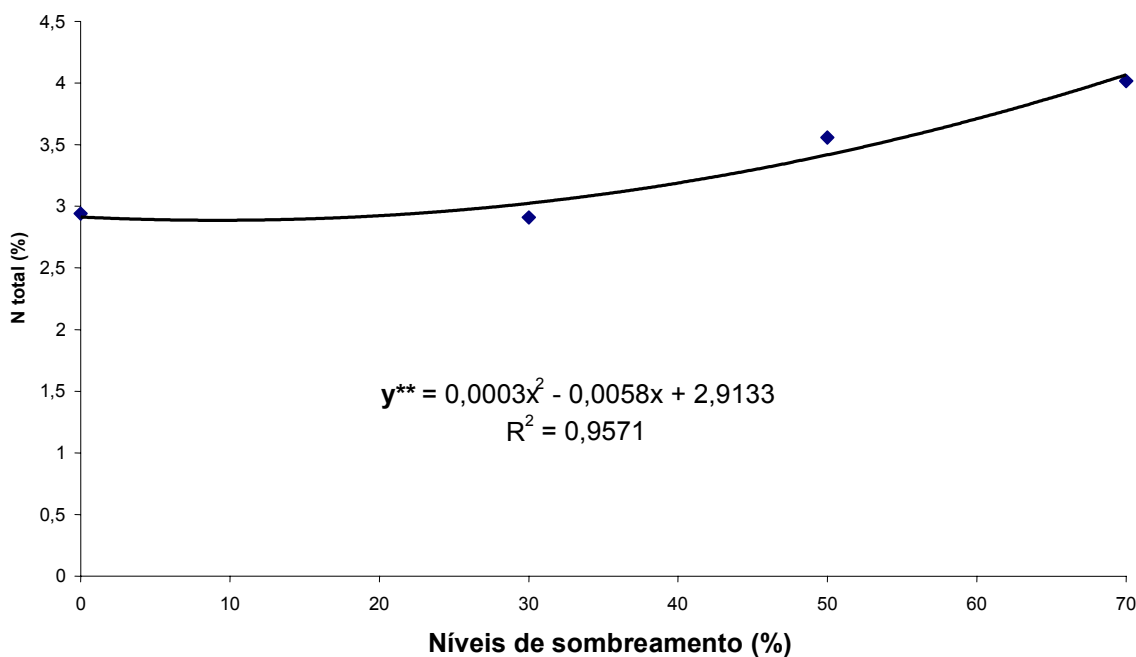


Figura 13 - Estimativa do teor de nitrogênio total por unidade de massa em maracujazeiros em função dos níveis de sombreamento. Vitória da Conquista - BA, 2004

O comportamento observado para o teor de nitrogênio por unidade de massa nos maracujazeiros é, provavelmente, devido à maior necessidade de nitrogênio, uma vez que plantas sob condições de baixa luminosidade apresentam dupla exigência de nitrogênio: para o metabolismo, que após a redução pode ser usado para a síntese de proteínas e para armazenamento, agindo como regulador da osmose (Dubey e Pessaraclly, 1995). Além disto, como as plantas sombreadas apresentaram menor número de folhas, maior quantidade de nitrogênio foi alocada para cada folha, individualmente. Já as plantas sob pleno sol mostraram maior quantidade de folhas, refletindo em menor quantidade de nitrogênio drenada para cada folha.

Os resultados observados no maracujá divergem daqueles encontrados por Menzel e Simpson (1988) citados por Kluge (1998), que verificaram que não houve alteração da concentração de nitrogênio em maracujazeiros sob baixa intensidade luminosa. Menzel *et al.* (1991) citados por Kluge (1998) relataram que o maior crescimento e produtividade do maracujazeiro na fase reprodutiva estão associados com a concentração de nitrogênio foliar na faixa de 4,5 a 5,5%. Esta média de concentração de nitrogênio foliar não foi alcançada em nível algum de luminosidade testado, pois as plantas avaliadas estavam em fase inicial de desenvolvimento.

O comportamento quadrático do teor de nitrogênio foliar por unidade de área em função dos níveis de sombreamento é mostrado na Figura 14. O maior teor de nitrogênio por unidade de área em plantas a pleno sol, provavelmente é devido à maior espessura das folhas, permitindo uma grande quantidade de nitrogênio por unidade de área foliar, enquanto espécies de sombra têm folhas mais delgadas, conforme observado por Popma *et al.* (1992).

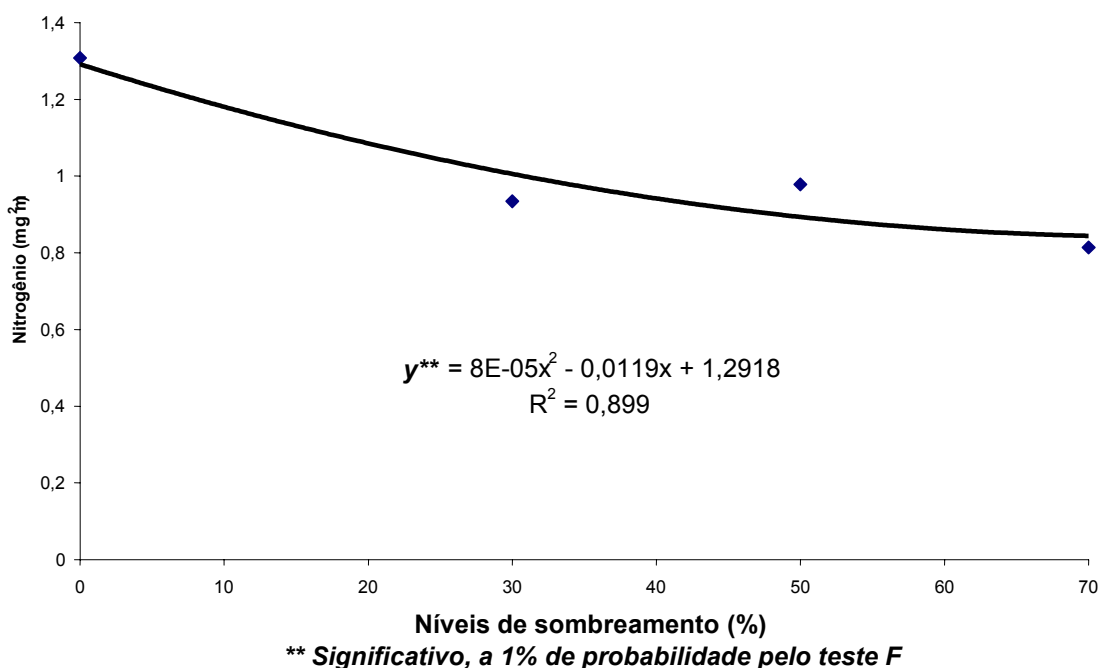


Figura 14 - Estimativa do teor de nitrogênio total por unidade de área em maracujazeiros em função dos níveis de sombreamento. Vitória da Conquista - BA, 2004

Vários autores, estudando plantas sob diferentes níveis de luminosidade, observaram comportamento semelhante ao apresentado pelo maracujá com relação ao teor de nitrogênio. Dias-Filho (1997), em plantas de *Solanum crinitum* sob alto e baixo regimes de luz, verificou que o conteúdo de nitrogênio por unidade de massa foliar foi

sensivelmente maior em plantas desenvolvidas sob baixa luminosidade, sendo que por unidade de área foi maior em plantas sob alta radiação. Popma *et al.* (1992), estudando características foliares de 68 espécies lenhosas com diferentes tolerâncias à luminosidade, em uma floresta tropical, observou que as plantas de sol tinham maior espessura foliar e grande quantidade de nitrogênio por unidade de área foliar. Strauss-Debenedetti e Bazzaz (1991), em um estudo sobre aclimatação à luz de cinco espécies de árvores tropicais (*Cecropia obtusifolia*, *Ficus insipida*, *Poulsenia armata*, *Brosimum alicastrum* e *Pseudolmedia oxyphyllaria*), de diferentes estágios de sucessão, constataram que em todas as espécies o conteúdo de nitrogênio aumentou com a luz.

Hikosaka *et al.* (1999) observaram que as folhas que interceptam alta luminosidade têm alta concentração de nitrogênio e alta capacidade fotossintética, devido ao fato de que o conteúdo de nitrogênio foliar está relacionado com a taxa de fotossíntese (Ramos e del Amo, 1992). Um aumento no suprimento de nitrogênio aumenta o teor de clorofila e, conseqüentemente, a capacidade fotossintética das folhas, pois a maior parte do nitrogênio foliar está associado com proteínas no cloroplasto. O suprimento de nitrogênio controla a síntese de enzimas da carboxilação fotossintética por afetar a transcrição e/ou a estabilidade do RNA mensageiro (Below, 1995).

O efeito quadrático dos níveis de sombreamento sobre o teor de nitrato é apresentado na Figura 15. A estimativa do menor teor de nitrato foi de 0,69 dag de NO<sub>3</sub> por kg de matéria seca. Este valor foi obtido sob um nível de sombreamento de 25,75%.

Os elevados teores de nitrato verificados nos maracujazeiros mais sombreados podem ser explicados pela baixa intensidade luminosa, que reduz a atividade da nitrato redutase, enzima induzida pela presença de luz, responsável pela assimilação de nitrato pelas plantas, sendo requerida para a redução de nitrato à amônia. Dubey e Pessaraely (1995) relatam que a diminuição da intensidade de luz reduz a taxa fotossintética e a quantidade de fotoassimilados, diminuindo assim, a necessidade de nitrogênio orgânico, o que causa um maior acúmulo de nitrato.

Os maracujazeiros provavelmente mostraram variação nos teores de nitrato em resposta às diferentes intensidade de luz. Autores como Imsande e Touraine (1994) afirmaram que em plantas altas, dois tipos de variação na taxa de nitrato têm sido identificados: a primeira é uma resposta temporal por modificações de fatores ambientais como a intensidade de luz, temperatura ou condições de estresse; e a segunda é uma resposta às variações que ocorrem durante a ontogenia.

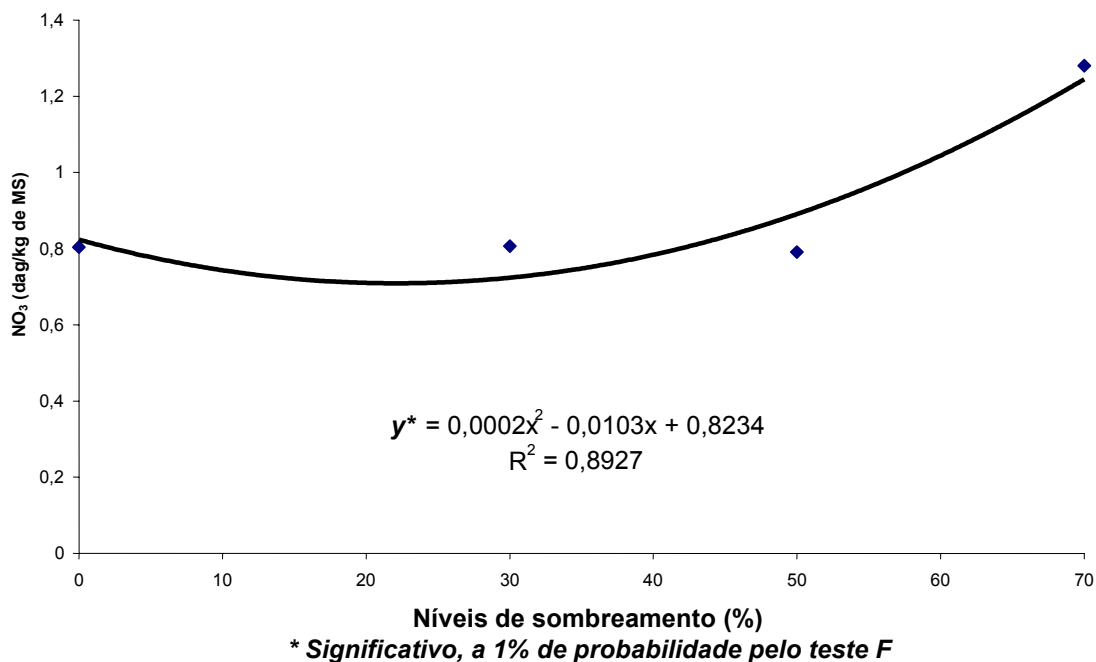


Figura 15 - Estimativa do teor de nitrato em maracujazeiros em função dos níveis de sombreamento. Vitória da Conquista - BA, 2004

O teor de prolina não variou entre os tratamentos (Tabela 8), apesar da luz ser um fator que influencia a concentração deste aminoácido (Joyce *et al.*, 1992). Martinez *et al.* (1995) constataram acúmulo de prolina concomitantemente ao aumento da radiação em folhas de híbridos de batata submetidos à restrição hídrica.

O acúmulo de prolina é uma resposta metabólica comum em plantas com alto déficit hídrico e salinidade (Samaras *et al.*, 1995; Taylor, 1996; Rhodes *et al.*, 1999). Quando uma planta está sob estresse, a síntese de proteínas é inibida e a degradação das mesmas é acelerada. Deste modo, há um aumento considerável de aminoácidos e amidas livres. Uma característica distintiva do metabolismo de proteínas perturbado pelo estresse é a alteração nas proporções dos aminoácidos. Mais particularmente, há um aumento significativo na concentração de prolina (Larcher, 1986).

Os resultados obtidos no presente trabalho indicam que os diferentes níveis de sombreamento não afetaram o teor de prolina nas folhas de maracujá (Tabela 8). Pode-se inferir, portanto, que as plantas nas condições do experimento não estavam sob nenhum tipo de estresse que desencadeasse aumento do teor de prolina, como o estresse hídrico, ou que o mecanismo de resposta do maracujazeiro à condições de estresse não envolve aumento deste aminoácido. Os valores de potencial hídrico dos maracujazeiros variaram entre  $-0,202$  MPa e  $-0,582$  MPa. Tais valores concordam com o referencial ( $-0,02$  MPa) de Staveley e Wolstenholme (1990) citados por Kluge (1998), acima do



qual resultaria em queda de produção do maracujazeiro. Supõe-se, portanto, que as plantas não estavam submetidas a estresse hídrico, o que poderia explicar a ausência de diferença significativa para o teor de prolina.

#### 4.5 Taxas de fotossíntese, condutância estomática, transpiração e déficit de pressão de vapor

Não houve diferença para as taxas de fotossíntese entre os níveis de sombreamento, conforme demonstrado na Tabela 9. Para a leitura das taxas fotossintéticas, foi utilizada uma fonte de luz artificial com intensidade de 800  $\mu\text{moles de f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . Talvez a aclimação imediata a esta intensidade de luz saturante tenha influenciado para a não ocorrência de diferentes respostas entre plantas sombreadas e não sombreadas, como era esperado. Comportamento diferenciado foi observado nas curvas de saturação luminosa (Figura 16), quando se aplicou um aumento gradativo da luz, até alcançar uma intensidade de 800  $\mu\text{moles de f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .

Menzel e Simpson (1994), estudando híbridos E-23 de maracujá, obtiveram resultados máximos de assimilação de  $\text{CO}_2$  de até 9  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  em plantas cultivadas sob baixa radiação (300  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) e 12  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  para plantas sob alta radiação (600  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ). No presente trabalho foram encontrados valores máximos de 12,53  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  em folhas sob radiação de 800  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , que foram cultivadas sob sombreamento de 50%, conforme apresentado na Tabela 10.

Tabela 9 – Resumo da análise de variância e coeficientes de variação das características fotossíntese (FOT), condutância estomática (COND), transpiração (TRAN) e déficit de pressão de vapor (DPV). Vitória da Conquista – BA, 2004.

F.V.	GL	Quadrados Médios			
		FOT	COND	TRAN	DPV
Níveis de sombreamento	3	0,9896212	0,0005377618	0,08873213	0,02632333
Blocos	4	6,472445	0,003077533	0,9091769	0,02573937
Resíduo	12	1,625148	0,0006235310	0,1247119	0,01513271
CV(%)		10,59	17,12	14,10	7,42

Tabela 10 – Médias de fotossíntese (FOT), condutância estomática (COND), transpiração (TRAN) e déficit de pressão de vapor (DPV) em função dos níveis de sombreamento. Vitória da Conquista – BA, 2004.

Níveis de sombreamento (%)	FOT ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )	COND ( $\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )	TRAN ( $\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )	DPV (KPa)
0	12,251	0,14550	2,565	1,686
30	11,516	0,13224	2,3502	1,745
50	12,530	0,15730	2,654	1,612
70	11,854	0,14834	2,446	1,585

A condutância estomática não diferiu em função dos níveis de sombreamento (Tabela 9). Segundo Silva *et al.* (2002) o mecanismo de abertura dos estômatos é influenciado por fatores do ambiente, quando, na ausência de luz, há o aumento da concentração de  $\text{CO}_2$ , devido à respiração das plantas e, na presença desta, o  $\text{CO}_2$  é consumido e se dá a abertura dos estômatos. De acordo com Givnish (1988), os estômatos são os principais canais por meio dos quais o  $\text{CO}_2$  difunde-se para dentro da folha e o vapor d'água para fora. Conseqüentemente, o aumento na fotossíntese resulta de maior condutância estomática. Portanto, a abertura dos estômatos promove o aumento da transpiração, da alocação de fotoassimilados para as raízes, diminuição da capacidade fotossintética do mesofilo e/ou diminuição da atividade fotossintética. Silva *et al.* (2002) observaram que a condutância estomática foi maior em cupuaçuzeiros cultivados à sombra.

A transpiração também não sofreu alterações significativas em função do nível de sombreamento (Tabela 9). Este comportamento foi coerente com a condutância estomática, pois a transpiração resulta da difusão de vapores de água pelos estômatos abertos, mas quando estes estão fechados, se estabelece nas plantas certa resistência à perda de água com reflexos sobre as atividades metabólicas (Silva *et al.*, 2002).

O déficit de pressão de vapor não foi influenciado pelos níveis de sombreamento, conforme mostrado na Tabela 9. Freitas *et al.* (2003) observaram variações mínimas no déficit de pressão de vapor de cafeeiros submetidos a diferentes níveis de sombreamento. De acordo com El-Sharkawy e Cock (1984) citados por Silva Netto *et al.* (2002) o déficit de pressão de vapor (DPV) pode afetar significativamente a condutância estomática e conseqüentemente a taxa fotossintética líquida em várias espécies vegetais. Relatos de Flore e Lakso (1988) demonstraram que fruteiras são extremamente sensíveis às variáveis da atmosfera (temperatura, umidade relativa, em

especial DPV), as quais desempenham uma importante ação sobre as trocas gasosas nestas classes de plantas.

Os resultados verificados por Freitas *et al.* (2003), estudando características fotossintéticas em cafeeiros sob níveis de sombreamento, mostram diferenças entre alguns parâmetros fotossintéticos. Estes autores verificaram que as plantas sob sombreamento de 70% apresentaram as maiores taxas de fotossíntese, condutância estomática e transpiração, permanecendo com valores iguais nos níveis de 50%, 30% e decrescendo a pleno sol, onde verificou-se as menores taxas. Santos (2003) observou aumento na taxa de fotossíntese líquida em mudas de *Cedrela fissilis* sombreadas.

Björkman (1981) citado por Givnish (1988) afirmou que folhas de plantas adaptadas a altos níveis de irradiância, geralmente, têm maiores taxas de fotossíntese, expressa por unidade de área, do que folhas adaptadas a baixos níveis de irradiância. Kitajima (1994) constatou que as características de trocas gasosas não diferiram entre treze espécies de árvores tropicais tolerantes e intolerantes à sombra. Ele verificou altas taxas de fotossíntese, respiração noturna e pontos de compensação fótico em ambas as condições de luminosidade.

#### **4.6 Concentração interna de CO<sub>2</sub>, eficiência de uso da água, razão fotossíntese/condutância estomática e temperatura da folha**

Não houve diferença significativa da concentração interna de CO<sub>2</sub> em função dos níveis de sombreamento (Tabela 11). Nas folhas de maracujazeiros foram encontrados valores entre 0,50 e 0,56  $\mu\text{L de CO}_2 \text{ L}^{-1}$  (Tabela 12). De acordo com Farquhar e Sharkey (1982) citados por Silva Neto (2002), a capacidade de entrada do CO<sub>2</sub> até os sítios de carboxilação da Rubisco é determinada pela condutância estomática. No presente experimento a condutância estomática não diferiu em função dos níveis de luminosidade (Tabela 9), o que justifica a ausência de diferença para as concentrações internas de CO<sub>2</sub>. Freitas *et al.* (2003) verificaram que a concentração interna de carbono variou entre cafeeiros submetidos a níveis de luminosidade (30%, 50%, 70% de sombra e pleno sol), sendo que as maiores taxas ocorreram nas plantas a pleno sol.

Tabela 11 – Resumo da análise de variância e coeficientes de variação das características concentração de CO<sub>2</sub> interna/ar (CI/AR), eficiência de uso da água (EUA), razão fotossíntese/condutância estomática (FO/CE) e temperatura da folha (TF). Vitória da Conquista – BA, 2004.

F.V.	GL	Quadrados Médios			
		CI	EUA	FO/CE	TF
Níveis de sombreamento	3	0,003851279	0,07512125	213,4965	0,5417946
Blocos	4	0,006867956	1,350001	473,8547	0,7868919
Resíduo	12	0,002092831	0,1908504	121,5207	0,4102769
CV(%)		8,47	8,82	12,63	2,53

Tabela 12 – Médias da concentração de CO<sub>2</sub> interna/ar (CI), eficiência de uso da água (EUA), razão fotossíntese/condutância estomática (FO/CE) e temperatura da folha (TF) em função dos níveis de sombreamento. Vitória da Conquista – BA, 2004.

Níveis de sombreamento (%)	CI ( $\mu\text{L L}^{-1}$ )	EUA	FO/CE	TF (°C)
0	0,5349	4,962	88,194	25,467
30	0,5026	5,103	96,052	25,674
50	0,5634	4,803	81,075	25,159
70	0,5584	4,951	83,843	24,929

A eficiência de uso da água também não diferiu entre os tratamentos, conforme mostrado na Tabela 11. Silva Neto *et al.* (2002) chama a atenção para a importância dos estudos relacionados às trocas gasosas em plantios comerciais, pois é fundamental maximizar a eficiência no uso da água para otimizar a produtividade.

Não foi verificada nenhuma diferença na relação entre fotossíntese e condutância estomática (Tabela 11), com os tratamentos utilizados. Novamente estes parâmetros foram coerentes com os resultados obtidos para as taxas de fotossíntese e condutância estomática (Tabela 9). Murakami *et al.* (2002) observaram estreita correlação entre a condutância estomática e a taxa fotossintética líquida.

A temperatura foliar não variou dentro dos diferentes níveis de radiação recebidos pelos maracujazeiros (Tabela 11). Freitas *et al.* (2003) verificaram resposta semelhante em cafeeiros cultivados sob quatro níveis de radiação. Silva Neto *et al.* (2002) afirmaram que os estômatos participam do controle térmico da folha que tem sua temperatura diminuída em até 8° C (em ambientes de temperatura elevada) em relação à temperatura do ar.

#### 4.7 Curvas de saturação luminosa e ponto de compensação fótico

As curvas de saturação luminosa de maracujazeiros sob os diferentes níveis de sombreamento são apresentadas nas Figura 16. Nas curvas, verifica-se que as folhas desenvolvidas sob ambientes mais sombreados (50% e 70% de sombreamento) alcançaram taxas fotossintéticas mais elevadas que as folhas sob ambiente ensolarado. Isto se justifica, pois as folhas de sombra maximizam a absorção da baixa radiação em comparação a folhas de sol (Larcher, 1986). No entanto, estas folhas mais sombreadas estabilizaram suas taxas de fotossíntese quando a radiação fotossinteticamente ativa atingiu cerca de  $400 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .

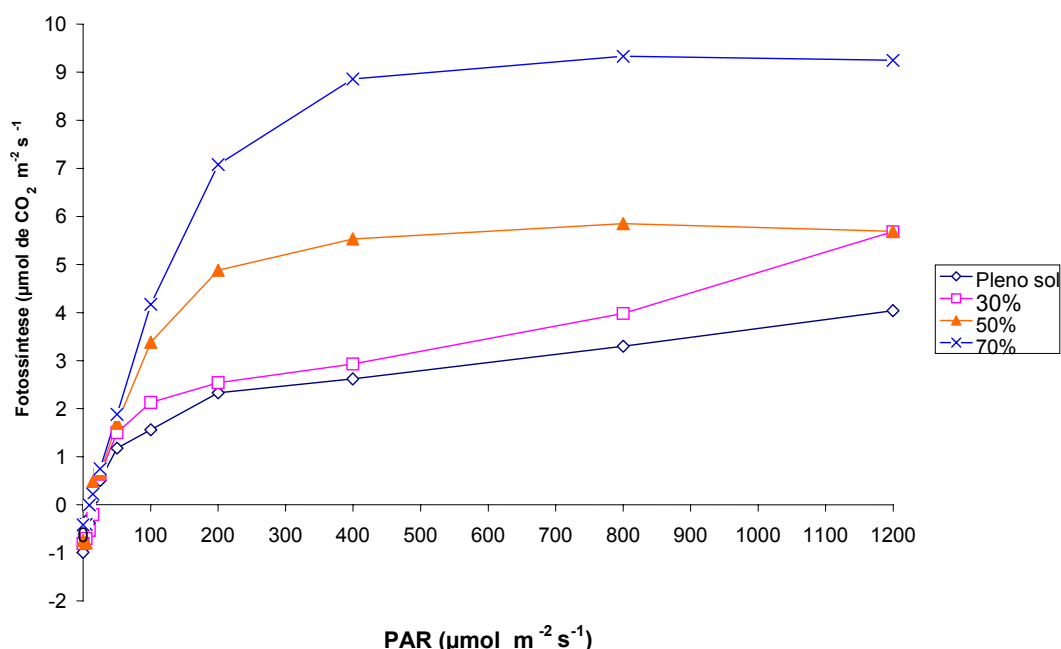


Figura 16 - Curvas de saturação luminosa de maracujazeiros em função dos níveis de sombreamento. Vitória da Conquista-BA, 2004.

Comportamento diferente foi observado em folhas desenvolvidas a pleno sol e sob 30% de sombra, que continuaram a aumentar as suas taxas fotossintéticas, mesmo quando a radiação atingiu  $1200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . De fato, as folhas adaptadas à sombra atingem seu ponto de saturação a intensidades de luz muito baixas, conforme relatado por Larcher (1986).

Os dados confirmam que, de modo geral, à medida que se eleva os níveis de sombreamento das folhas, as taxas de fotossíntese também aumentam, indicando que,

sob uma mesma intensidade de radiação, as folhas aclimatadas a ambientes mais sombreados, conseguem aproveitar melhor a luz, maximizando a sua taxa fotossintética.

Larcher (1986) afirma que as folhas adaptadas à sombra respiram menos do que as folhas adaptadas ao sol. Assim, atingem o ponto de compensação fótico a intensidades luminosas consideravelmente mais baixas. Os resultados observados no maracujazeiro revelam que as folhas de plantas mais sombreadas (50% e 70% de sombreamento) realmente atingiram seu ponto de compensação de luz a intensidades luminosas bem inferiores às das folhas de plantas a pleno sol e sob 30% de sombra, conforme estimado graficamente em  $12,4 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$  para folhas a pleno sol (Figura 17),  $17,1 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$  para folhas sob 30% de sombra (Figura 18),  $8,82 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$  para folhas sob 50% de sombra (Figura 19) e  $8,75 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$  para folhas sob 70% de sombra (Figura 20).

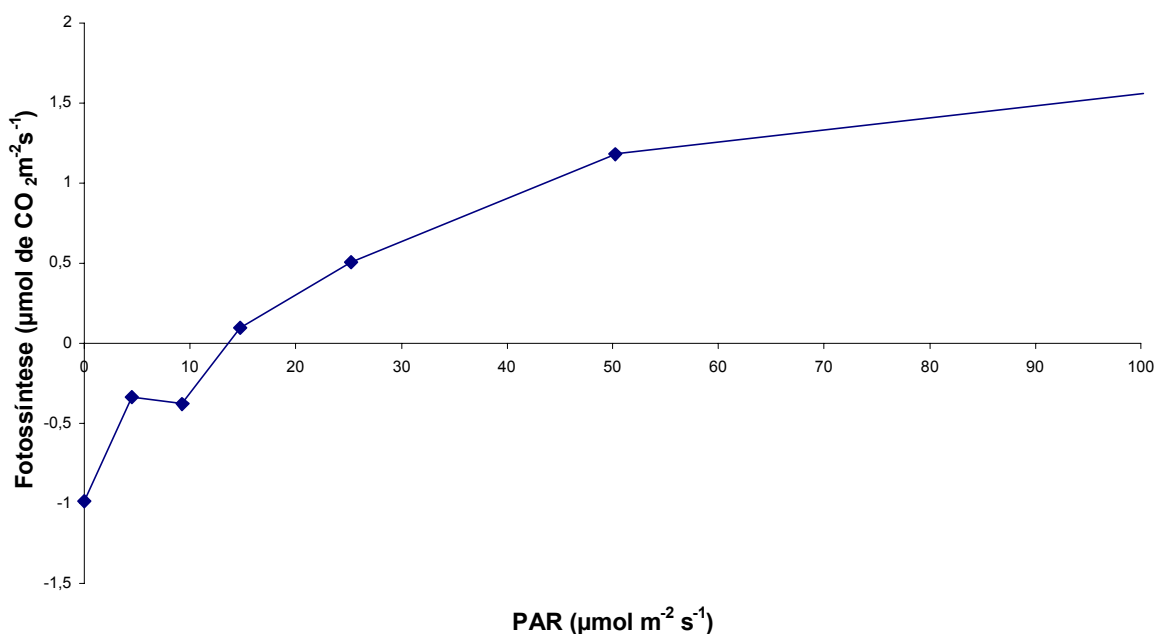


Figura 17 - Ponto de compensação de luz de maracujazeiros a pleno sol. Vitória da Conquista - BA, 2004

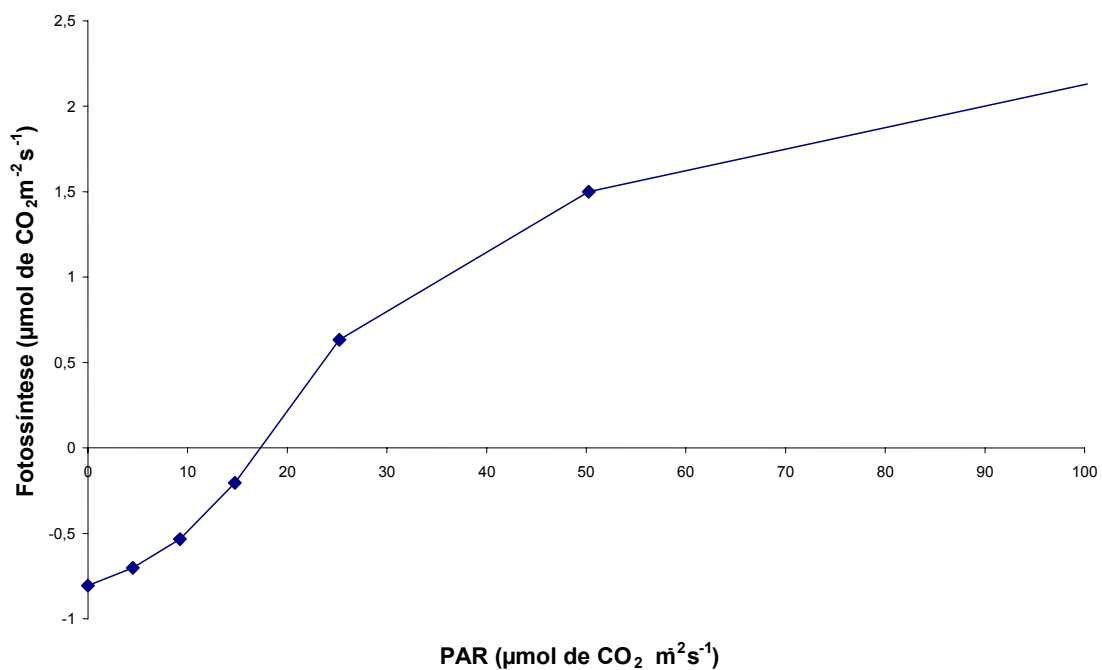


Figura 18 - Ponto de compensação de luz de maracujazeiros sob 30% de sombreamento. Vitória da Conquista - BA, 2004

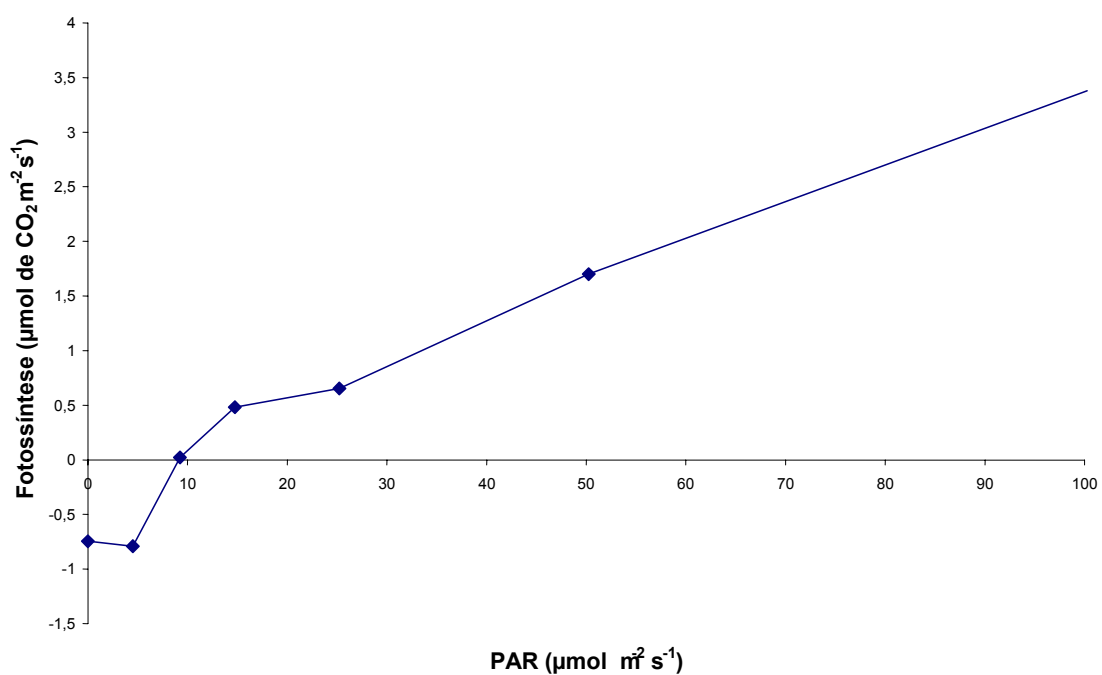


Figura 19 - Ponto de compensação de luz de maracujazeiros sob 50% de sombreamento. Vitória da Conquista - BA, 2004

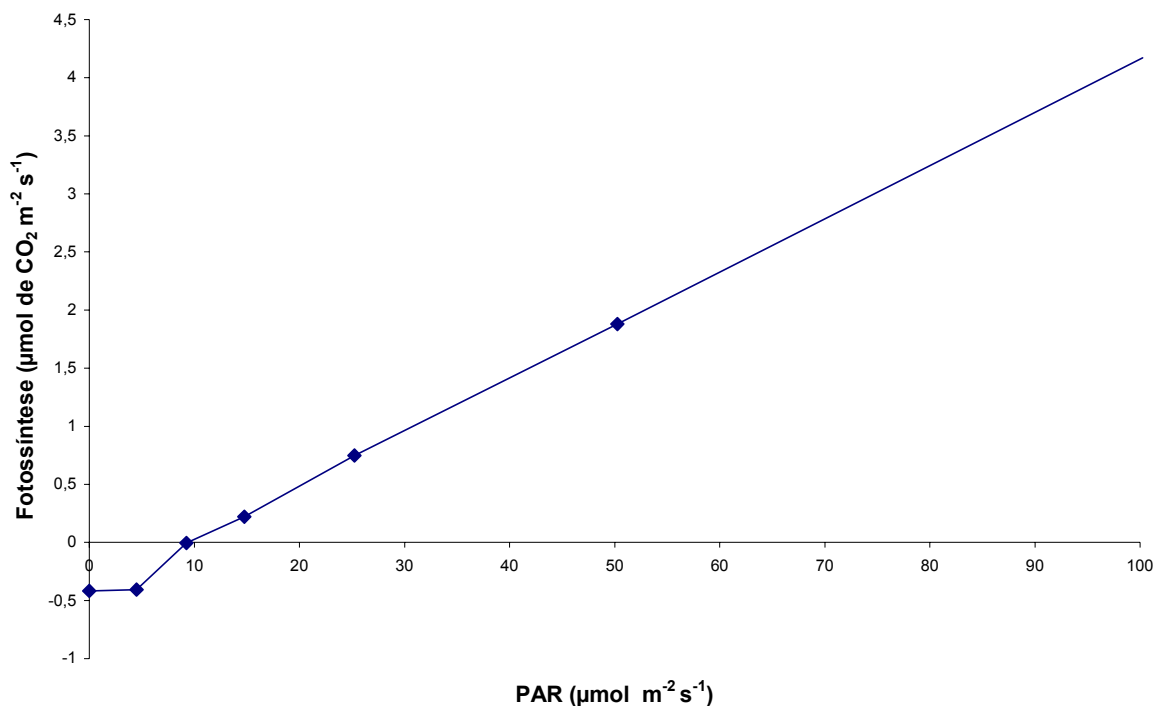


Figura 20 - Ponto de compensação de luz de maracujazeiros sob 70% de sombreamento. Vitória da Conquista - BA, 2004

#### 4.8 Teores de clorofila *a*, clorofila *b*, clorofila total e valor SPAD

Os teores de clorofila “*a*” e total por unidade de massa diferiram entre os tratamentos (Tabela 13). Houve efeito quadrático dos níveis de sombreamento sobre os teores de clorofila por unidade de massa foliar. A clorofila “*a*” apresentou o valor máximo de  $2,19 \text{ mg g}^{-1}$  quando o nível de sombreamento atingiu 52,84% (Figura 21). Foi estimado que o teor de clorofila “*b*” chegou a  $0,95 \text{ mg g}^{-1}$  quando o nível de sombreamento alcançou 65,72% (Figura 22). A clorofila total atingiu valor máximo de  $3,38 \text{ mg g}^{-1}$  sob sombreamento de 68% (Figura 23).

Tabela 13 – Resumo da análise de variância e coeficientes de variação das características teor de clorofila “*a*” por matéria fresca (CAMF), teor de clorofila “*b*” por matéria fresca (CBMF), teor de clorofila total por matéria fresca (CTMF). Vitória da Conquista – BA, 2004.

F.V.	GL	Quadrados Médios		
		CAMF ( $\text{mg g}^{-1}$ )	CBMF ( $\text{mg g}^{-1}$ )	CTMF ( $\text{mg g}^{-1}$ )
Níveis de sombreamento	3	0,9134582**	0,1105848	1,645318**
Blocos	4	0,08453077	0,04170999	0,1409153
Resíduo	12	0,06386828	0,03904624	0,1506749
CV(%)		12,78	23,20	13,72

\*\* Significativo, a 1% de probabilidade pelo teste F.



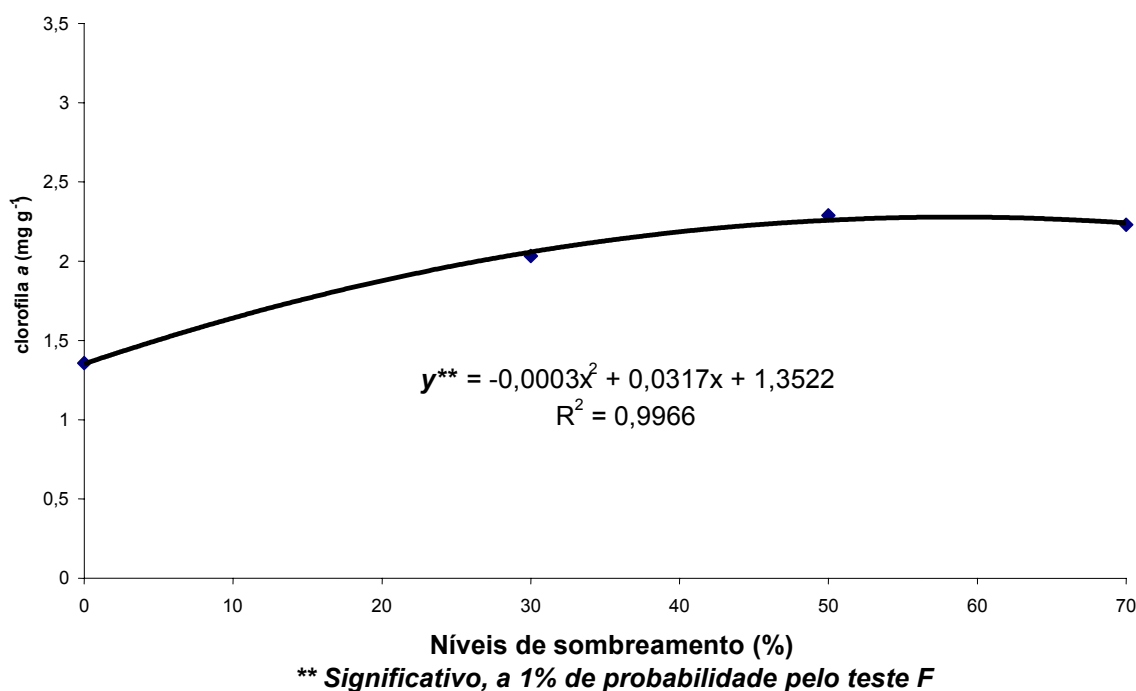


Figura 21 - Estimativa do teor de clorofila “a” por unidade de massa em maracujazeiros em função dos níveis de sombreamento. Vitória da Conquista - BA, 2004

A menor quantidade de clorofilas “a” , “b” e total em folhas de maracujazeiros a pleno sol pode ser atribuída ao fato de que a clorofila é sintetizada e degradada sob irradiação. Contudo, sob alta irradiância, a taxa de degradação ultrapassa a taxa de síntese, o que pode ter ocasionado a baixa concentração de clorofila observada no tratamento a pleno sol. Conforme relatado por Gonçalves *et al.* (2001) os maiores teores de clorofila nos níveis de 30% e 50% de sombra é atribuído ao fato de que folhas de sombra tendem a apresentar altas concentrações de clorofila por unidade de massa foliar, em comparação com folhas de sol. O maior acúmulo de clorofila em ambientes mais sombreados pode ocorrer devido a um efeito compensatório da espécie à menor quantidade de radiação disponível (Almeida *et al.*, 2004).

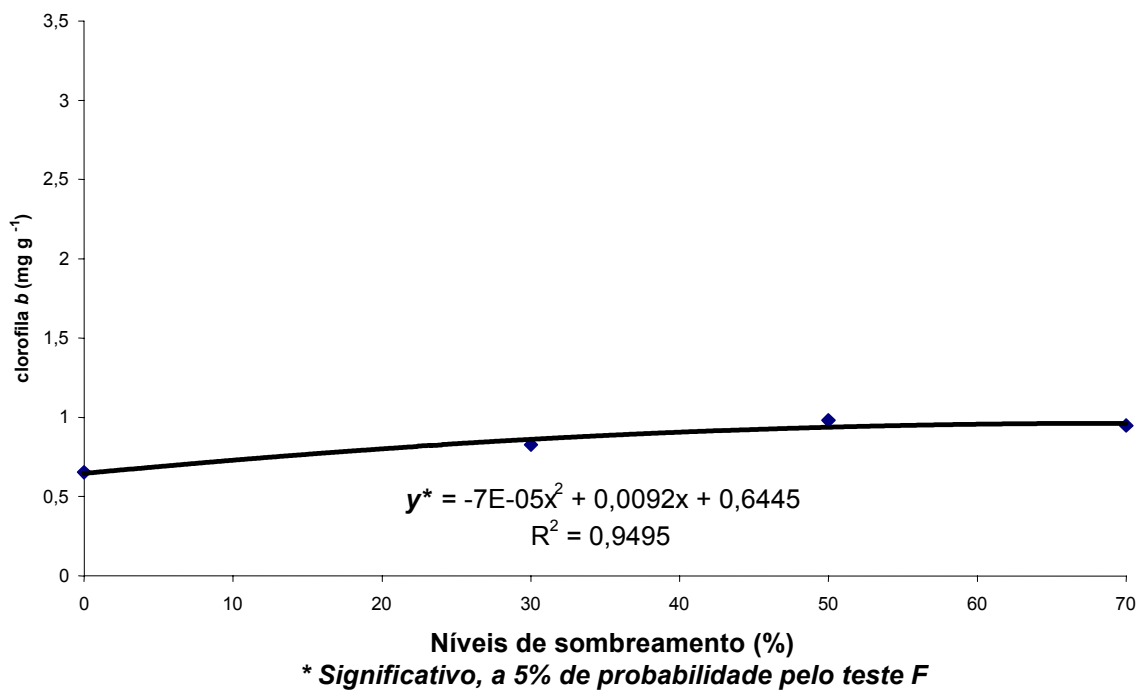


Figura 22 - Estimativa do teor de clorofila “b” por unidade de massa em maracujazeiros em função dos níveis de sombreamento. Vitória da Conquista - BA, 2004

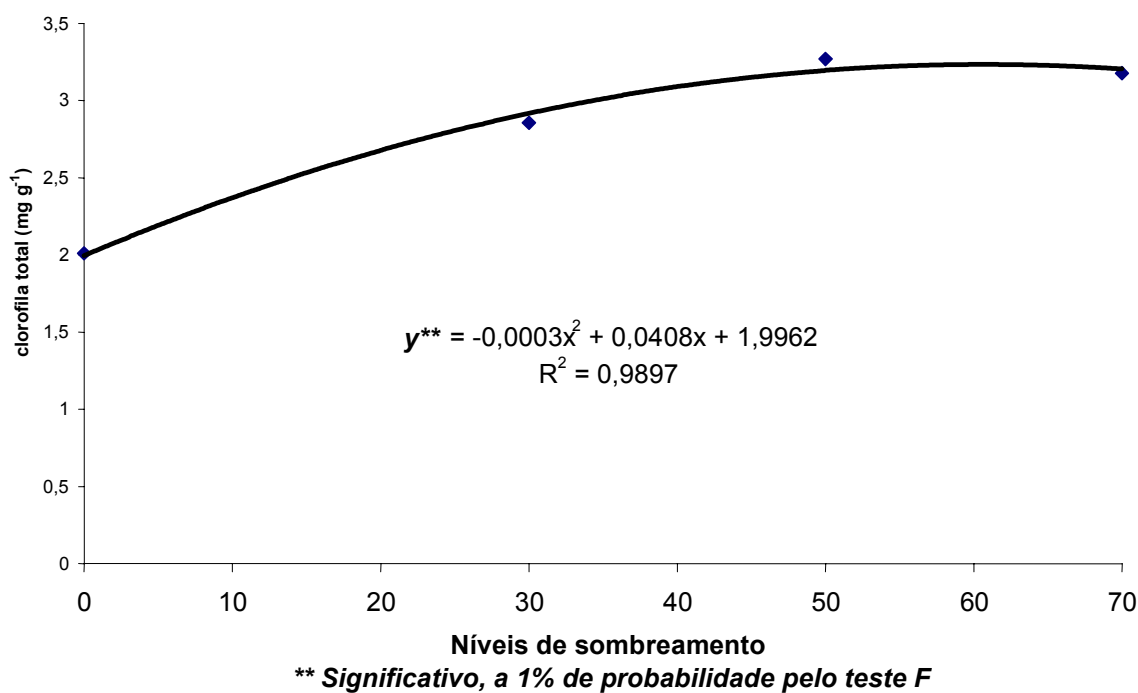


Figura 23 - Estimativa do teor de clorofila total por unidade de massa em maracujazeiros em função dos níveis de sombreamento. Vitória da Conquista - BA, 2004

O pequeno decréscimo nas concentrações de clorofila em folhas de maracujazeiros mantidas sob 70% de sombra ocorreu, provavelmente, devido à diluição do conteúdo de clorofila em face à maior expansão das folhas com o aumento do sombreamento nas plantas, conforme explicado por Souza *et al.* (1999). Estes autores verificaram diminuição significativa do teor de clorofila por unidade de massa em plantas de rabanete, à medida que se reduziu a radiação solar. Crookston *et al.* (1975) encontraram resultado semelhante, trabalhando com folhas de feijão.

A redução no teor de clorofila total por unidade de massa das folhas a pleno sol, é amplamente relatada na literatura, conforme registrado por Naves *et al.* (1994). Boardman (1977) reforça a idéia de que folhas cultivadas sob baixas intensidades de luz apresentam maiores teores de clorofila por unidade de massa. Aumentos na quantidade de clorofila total (por unidade de massa) é uma adaptação comum ao sombreamento (Lei e Lechowicz, 1997).

Quanto ao teor de clorofila “a” por unidade de área, verificou-se comportamento quadrático, conforme mostrado na Figura 24, e diferenças significativas em função dos tratamentos utilizados (Tabela 14). Estimou-se, pela equação de regressão, que a maior quantidade de clorofila “a” produzida foi de 397,92 mg m<sup>2</sup>, sob sombreamento de 35,91%. Para o teor de clorofila “b” não foi verificada diferença entre os tratamentos (Tabela 14). O teor de clorofila total também mostrou comportamento quadrático em função dos níveis de sombreamento (Figura 25). O maior teor de clorofila total por unidade de área foi de 563,15 mg m<sup>2</sup>, sob sombreamento de 34,31%. A partir deste ponto, o conteúdo de clorofila total decresce em função do sombreamento. Isto ocorre provavelmente devido à diminuição da espessura das folhas em plantas sombreadas, conforme observado por Tinoco-Ojanguren e Percy (1995).

Tabela 14 – Resumo da análise de variância e coeficientes de variação das características teor de clorofila “a” por unidade de área (CLA), teor de clorofila “b” por unidade de área (CLB) e teor de clorofila total por unidade de área (CLT). Vitória da Conquista – BA, 2004.

F.V.	GL	Quadrados Médios		
		CLA	CLB	CLT
Níveis de sombreamento	3	10192,78*	1272,229	16837,15*
Blocos	4	3441,089	1599,224	6808,399
Resíduo	12	2089,591	734,3714	3517,915
CV(%)		12,99	17,73	11,75

\*Significativo, a 5% de probabilidade pelo teste F.

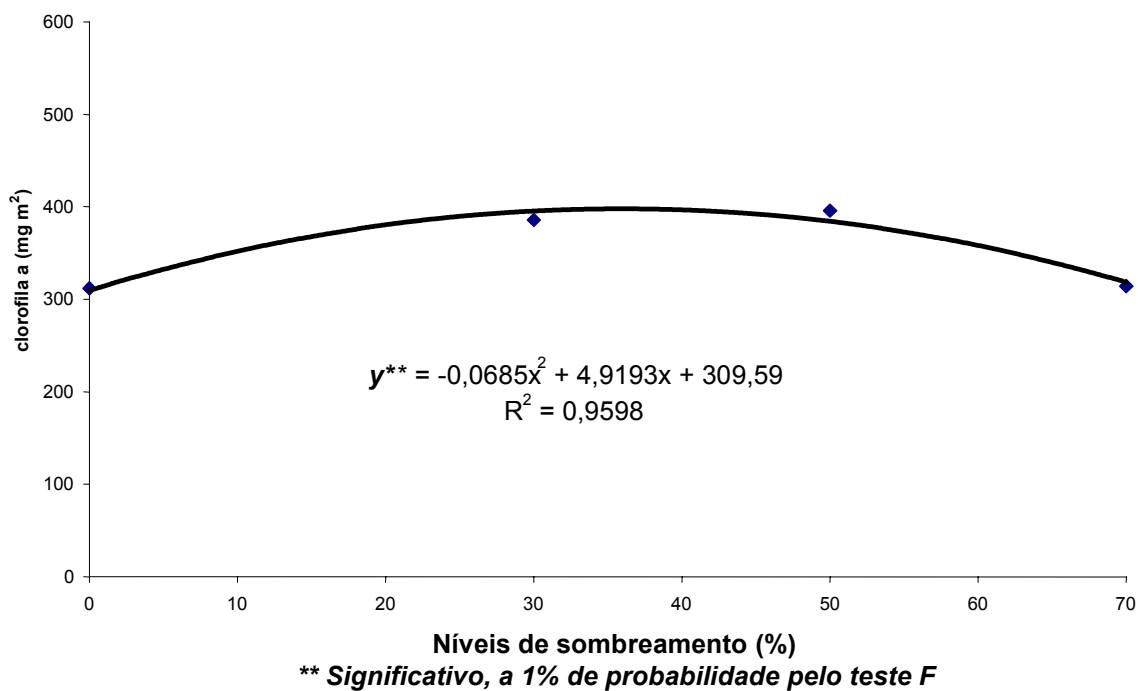


Figura 24 - Estimativa do teor de clorofila “a” por unidade de área em maracujazeiros em função dos níveis de sombreamento. Vitória da Conquista - BA, 2004

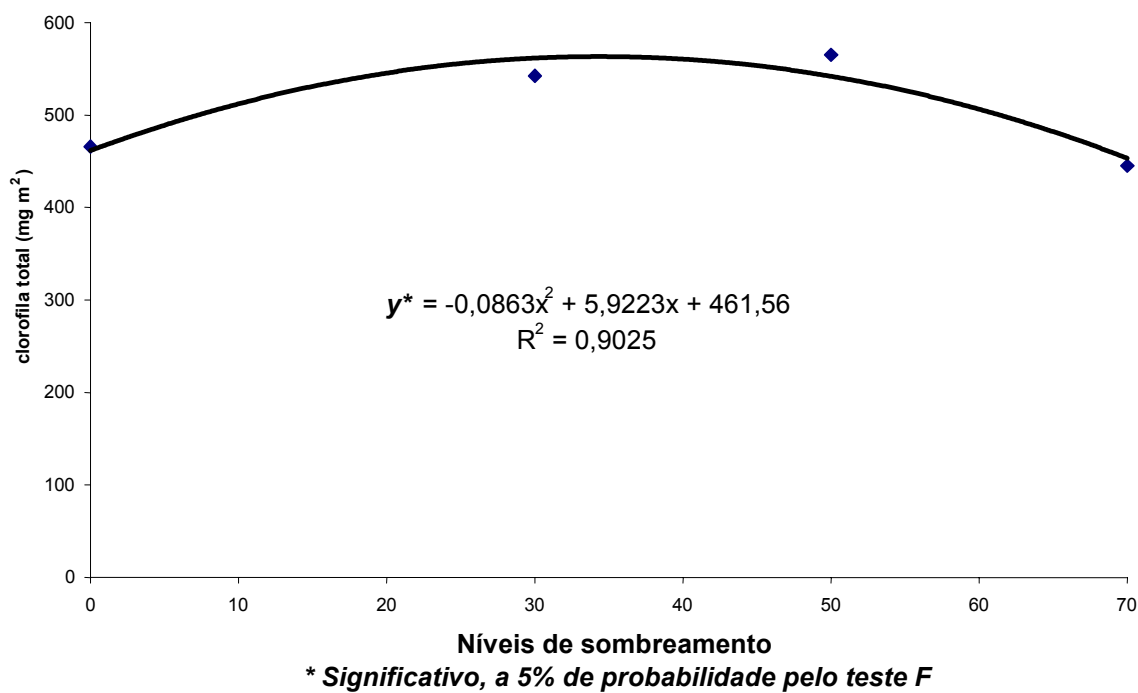


Figura 25 - Estimativa do teor de clorofila total por unidade de área em maracujazeiros em função dos níveis de sombreamento. Vitória da Conquista - BA, 2004.

O valor SPAD (“soil plant analysis development”) é proporcional ao teor relativo de clorofila presente na folha. Este valor é medido por um aparelho que permite *‘in situ’* a quantificação do teor de clorofilas totais pela medição de densidades ópticas nas folhas, sendo realizado através da emissão de dois comprimentos de ondas sobre o mesófilo foliar (Albernaz et al., 2002).

Esse valor inicialmente aumentou de acordo com a elevação do nível de sombreamento, porém, a partir do 30º dia após o início das leituras, observa-se uma discreta diminuição desse valor nos tratamentos mais sombreados e um ligeiro aumento nos tratamentos menos sombreados (Figura 26).

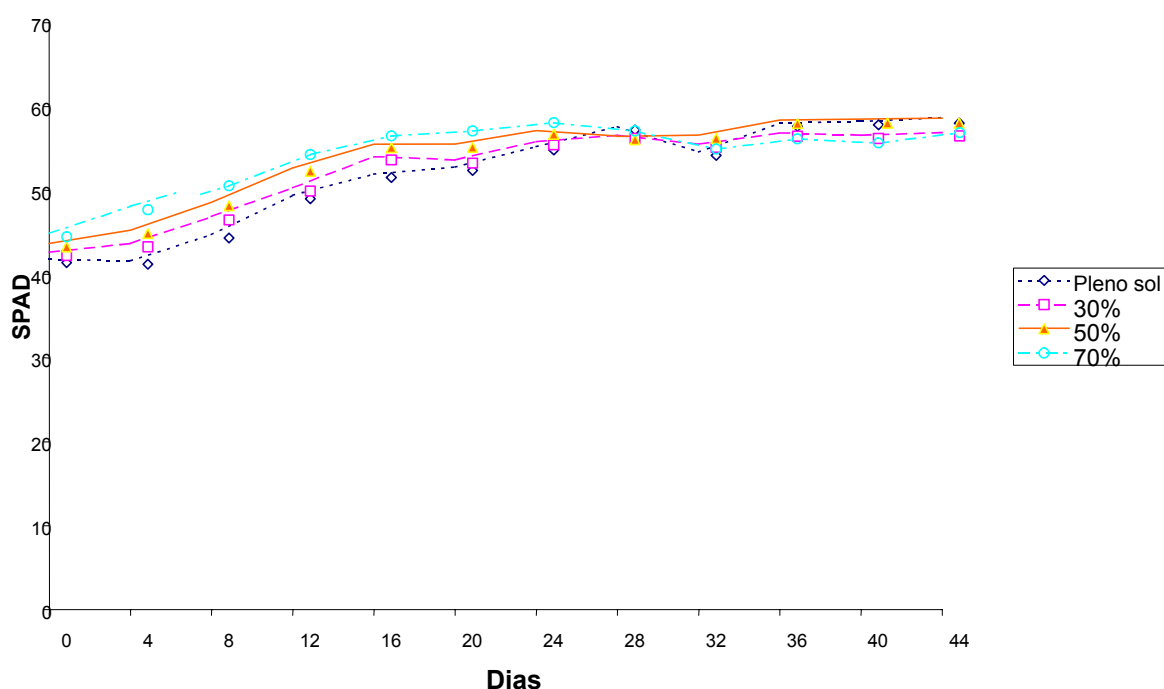


Figura 26 - Valor SPAD em maracujazeiros em função dos níveis de sombreamento. Vitória da Conquista - BA, 2004.

#### 4.9 Correlações de Pearson

O estudo das correlações evidenciou que as leituras do clorofilômetro foram análogas aos teores de clorofila total e de clorofilas “a” e “b” extraíveis da folha (Tabela 15). Com relação à análise de correlação entre teor de nitrogênio e SPAD, verificou-se correlação negativa (Tabela 15). Este resultado contraria a correlação comumente verificada, ou seja, quanto maior o valor SPAD, maior a quantidade de clorofila e de nitrogênio na folha, pois 50 a 70% do N total das folhas é integrante de enzimas, que estão associadas aos cloroplastos, segundo informações de Below (1995).

O teor de clorofila na folha é utilizado para prever o nível nutricional de nitrogênio em plantas, devido ao fato de a quantidade desse pigmento correlacionar-se positivamente com o teor de nitrogênio na planta (Booij *et al.*, 2000).

Tabela 15 - Correlações entre as características razão de área foliar (RAF), nitrogênio total por matéria seca (NT), teor de clorofila “a” por unidade de área (Cla), teor de clorofila “b” por unidade de área (Clb), clorofila total por unidade de área (Ctot), área foliar específica (AFE) e SPAD. Vitória da Conquista – BA, 2004

	<b>AFE</b>	<b>SPAD</b>
<b>RAF</b>	0,97**	-0,59**
<b>NT</b>	0,69**	-0,52**
<b>Cla</b>		0,66**
<b>Clb</b>		0,52**
<b>Ctot</b>		0,67**

\*\*Significativo, a 1% de probabilidade pelo teste t.

A correlação negativa entre leitura com clorofilômetro e teor de N na folha indicou que o nitrogênio absorvido pelas mudas de maracujá, foi provavelmente utilizado para produção de outros metabólitos e não apenas para a síntese de clorofila. Resultado semelhante foi observado por Argenta *et al.* (2001), que concluíram que a leitura realizada com o clorofilômetro não foi muito precisa em folhas de milho nos estágios iniciais de desenvolvimento para avaliação do nível de nitrogênio na planta. Como os maracujazeiros avaliados também estavam no estágio inicial de desenvolvimento, pode ter ocorrido alteração semelhante.

A maior parte do nitrogênio na folha está associado com proteínas no cloroplasto – 60% em plantas C<sub>4</sub> e até 75% em plantas C<sub>3</sub>, e essas proteínas estão sujeitas ao esgotamento e remobilização do aminoácido resultante. No maracujá, planta de metabolismo C<sub>3</sub>, esperava-se uma correlação positiva entre SPAD e nitrogênio, porém, a correlação negativa encontrada, pode ser atribuída ao uso do nitrogênio para a formação de outros compostos da planta, como é o caso de alcalóides, um dos princípios ativos do maracujazeiro e glicosídeos cianogênicos, como a cardioespermina, também constituinte do maracujá (Lorenzi e Matos, 2002). Below (1995) afirma que os

aminoácidos podem ser anabolizados dentro de uma variedade de componentes nitrogenados, como clorofila, reguladores de crescimento, alcalóides e ácidos nucleicos que estão envolvidos no crescimento e metabolismo da planta.

Fiallo *et al.* (2001), estudando a dinâmica de acúmulo mensal e diária de alcalóides em *Passiflora incarnata* L., sugeriram que o fornecimento de algum tipo de fertilização nitrogenada ao cultivo poderia aumentar a concentração de alcalóides. Este estudo corrobora a idéia de que grande parte do nitrogênio em maracujazeiros é destinada para a formação de compostos secundários, como alcalóides, em detrimento das clorofilas.

Teixeira (1995) afirmou que segundo determinações feitas, a folha do maracujá roxo possui cerca de 11,6 mg de HCN em 100g de material fresco analisado. Estes estudos demonstram que o nitrogênio no maracujazeiro pode estar sendo destinado também para a produção de compostos cianogênicos, contribuindo, assim, para a correlação negativa entre SPAD e nitrogênio.

Observa-se, ainda na Tabela 15, correlação positiva entre área foliar específica e razão de área foliar. Esta correlação é citada por Kitajima (1996), quando este afirma que uma maior área foliar específica ocasiona a elevação da razão de área foliar. Também verificou-se correlação positiva entre área foliar específica e teor de nitrogênio por unidade de massa. No experimento de Nicotra *et al.* (1997) também verificou-se essa correlação positiva. Ackerly (1996) afirma que variações na área foliar específica também explicam uma significativa porção da variação na concentração do nitrogênio foliar em todas as espécies.

#### **4.10 Altura das plantas**

Até o 24º dia de adaptação aos diferentes níveis de sombreamento não foram observadas diferenças de altura entre plantas sombreadas e a pleno sol. A partir do 28º dia esta diferença se acentuou, conforme mostrado na Tabela 16. Verificou-se que a porcentagem de crescimento em altura de maracujazeiros sombreados em comparação com a testemunha (pleno sol) foi cada vez maior (Foto 6). Entre os níveis de 30%, 50% e 70% de sombreamento não se observou grandes diferenças, porém, entre estes tratamentos e a testemunha (pleno sol) foi visível a maior altura (Figura 27).

Tabela 16 – Porcentagem de crescimento em altura de maracujazeiros sombreados em comparação plantas sob pleno sol (Testemunha). Vitória da Conquista – BA, 2004.

NÍVEIS DE SOMBREAMENTO	% DE CRESCIMENTO EM RELAÇÃO À TESTEMUNHA					
	24 dias	28 dias	32 dias	36 dias	40 dias	44 dias
0 %	100	100	100	100	100	100
30%	117,32	127,57	143,63	144,05	161,02	176,37
50%	105,63	115,71	135,65	143,69	169,03	185,35
70%	115,15	118,34	138,88	153,11	176,81	189,15

Barbosa *et al.* (1999); Paez *et al.* (2000); Campos e Uchida (2002), estudando plantas sob diferentes níveis de luminosidade verificaram respostas semelhantes às observadas neste experimento, em que as plantas sob maiores níveis de sombreamento apresentaram maior altura.

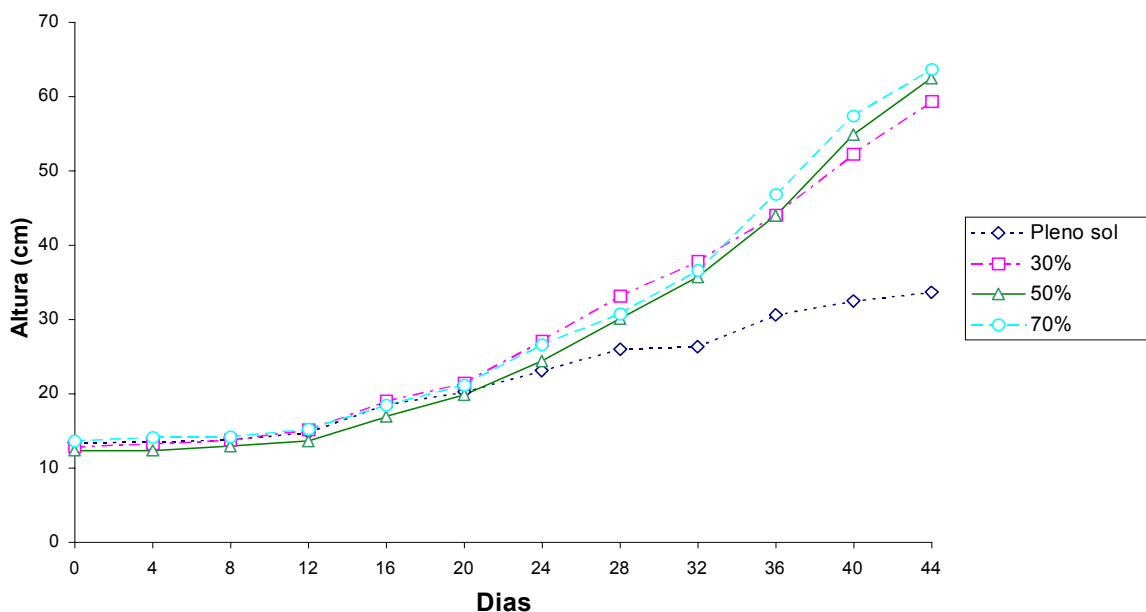


Figura 27 - Altura de maracujazeiros em função dos níveis de sombreamento. Vitória da Conquista - BA, 2004.

Ao final do experimento (44º dia) foi verificado que a diferença de altura entre plantas a pleno sol e os demais tratamentos tendeu a aumentar (Figura 27). De acordo com Morelli e Ruberti (2000), isto se justifica pela ação da auxina, substância reguladora do crescimento que controla diferentes aspectos do desenvolvimento vegetal, incluindo a divisão, a expansão e a diferenciação das células. A auxina é sintetizada em folhas jovens da parte aérea e no ápice de caules, sendo transportada para



a raiz, por meio dos vasos condutores (transporte polar). A luz é um dos estímulos para este transporte direcional. Quando ocorre restrição de incidência luminosa, a auxina é redistribuída lateralmente para a epiderme e células corticais do hipocótilo, reduzindo a intensidade desse transporte para as raízes, e produzindo o alongamento destes dois tecidos (Figura 28). Esse alongamento promove o estiolamento da planta, grandes espaços internodais no caule e reduzido número de folhas. Essa distribuição lateral de auxina pode causar um decréscimo no carreamento deste fitorregulador para a raiz, ocasionando uma redução do crescimento radicular.

O maior crescimento observado nas plantas sombreadas tem um significado ecológico, podendo refletir uma estratégia de procura da luz, conforme observado por Dias-Filho (1997).

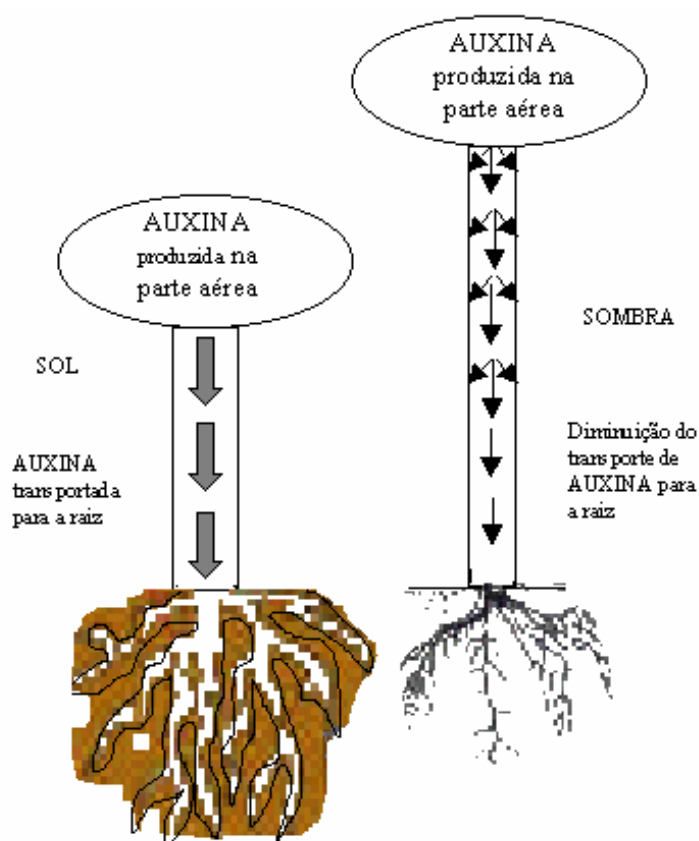


Figura 28 – Esquema do transporte de auxina em mudas desenvolvidas sob sol e sombra. Adaptado de Morelli e Ruberti (2000).

Diversos estudos corroboram estes resultados de altura verificados no maracujazeiro. Campos e Uchida (2002), em *Jacaranda copaia* Aubl. D. Don., 173 dias após a repicagem das plantas, observaram que os maiores valores referentes à altura foram observados em plantas sob 70% e 50% de sombra. Barbosa (1990) também constatou diferenças significativas de altura em mudas de *Jacaranda copaia*, após 120

dias de cultivo em viveiro; as mudas mais sombreadas foram as mais altas. Muroya *et al.* (1997) encontraram maiores valores de altura em mudas de *Calophyllum angulare* A. C. Smith, cultivadas sob 70% de sombra. Barbosa *et al.* (1999), estudando plantas de *Vochysia tucanorum* Mart., verificaram que as plântulas sob 4,8% de radiação solar (tratamento mais sombreado) eram delgadas e compridas, ocasionando um baixo valor da razão de matéria seca do caule/comprimento do caule. Estes autores verificaram que o sombreamento promoveu incremento na altura das plantas.

#### 4.11 Número de folhas

As mudas de maracujá a pleno sol apresentaram maior número de folhas por planta (Foto 7), seguidas pelas mudas sob 30% (Foto 8), 50% (Foto 9) e 70% (Foto 10) de sombra. A resposta das plantas aos diferentes níveis de sombreamento foi muito mais precoce com relação ao número de folhas do que à altura (Figura 29). Aos 16 dias após o início das leituras, apenas se verificou diferença evidente entre plantas a pleno sol e os demais tratamentos. A partir do 16º dia de aclimação, a porcentagem do número de folhas em maracujazeiros sombreados foi decrescendo em relação à testemunha (Tabela 17). Houve uma relação inversa entre nível de sombreamento e número de folhas, ou seja, quanto mais sombreada a planta, menor o número de folhas produzido. Essa diferença entre os tratamentos parece estar diretamente relacionada à restrição da luminosidade, ao final de 44 dias. Rakocevic (1997) corrobora estes resultados, ao afirmar que a baixa radiação na planta é, em diversos casos, acompanhada por redução no número de ramos e de folhas.

Tabela 17 – Porcentagem de redução do número de folhas em maracujazeiros sombreados em comparação com plantas a pleno sol (Testemunha). Vitória da Conquista – BA, 2004.

NÍVEIS SOMBRE- AMENTO	% DE NÚMERO DE FOLHAS EM RELAÇÃO À TESTEMUNHA									
	8 dias	12dias	16dias	20dias	24dias	28dias	32dias	36dias	40dias	44dias
0 %	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
30%	92,47	86,79	84,18	83,63	82,51	84,24	82,30	85,17	93,73	92,72
50%	86,02	83,05	79,19	76,54	76,14	76,42	76,13	76,17	78,70	82,04
70%	92,47	84,21	76,82	73,11	67,99	68,45	68,26	68,51	74,44	77,18

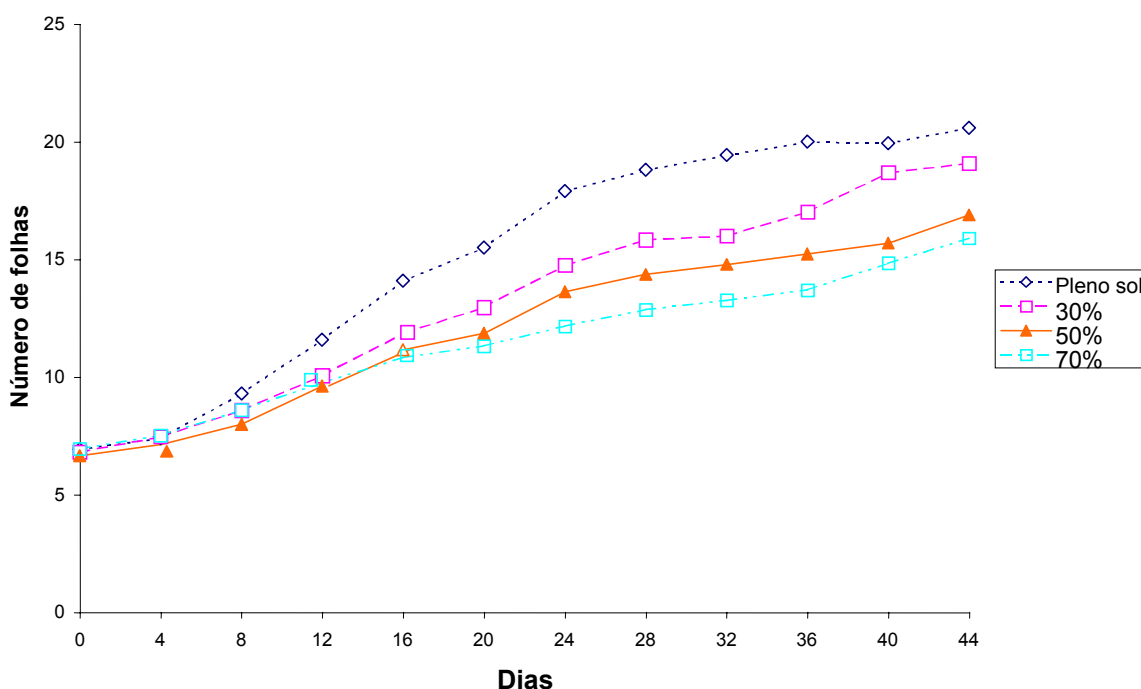


Figura 29 – Número de folhas de maracujazeiros em função dos níveis de sombreamento. Vitória da Conquista – BA, 2004.

O aumento do número de folhas nas plantas a pleno sol foi relacionado à maior disponibilidade de luz, que ocasionaria a elevação da taxa de fotossíntese (Kitajima e Augspurger, 1989) e, conseqüentemente, mais folhas seriam produzidas (Langenheim *et al.*, 1984). Além disso, nas plantas de sol a disposição das folhas de modo difuso, com muitas ramificações, permite maior exposição à luminosidade. Nas plantas de sombra a arquitetura das folhas dispostas em poucas camadas, com poucas ramificações, é uma estratégia para evitar a sobreposição das folhas e, conseqüentemente, maximizar a absorção da luz, conforme relatado por Givnish (1988).

Em diversos trabalhos foi relatado o efeito do sombreamento sobre o número de folhas. Em algumas espécies tropicais, como *Cedrela odorata*, o dobro do número de folhas foi verificado em plantas crescidas sob clareiras em comparação a outras plantas sob sombra (Pooter e Hayahida-Oliver, 2000). Santos (2003) verificou em *Cedrela fissilis* que o número de folhas foi duas vezes maior em ambiente de sol do que em ambiente de sombra. Souza *et al.* (1999) observaram que o número de folhas de plantas de rabanete não foi afetado significativamente pela redução da intensidade luminosa, diferentemente dos resultados obtidos com o maracujazeiro (Tabela 17). Porém, Hanada

(1990) obteve resposta semelhante a do maracujá, quando verificou diminuição significativa do número de folhas em rabanete com sombreamento superior a 37%.

A Figura 30 apresenta algumas características foliares de plantas crescidas sob pleno sol e sob sombra, segundo observações de Popma *et al.* (1992).

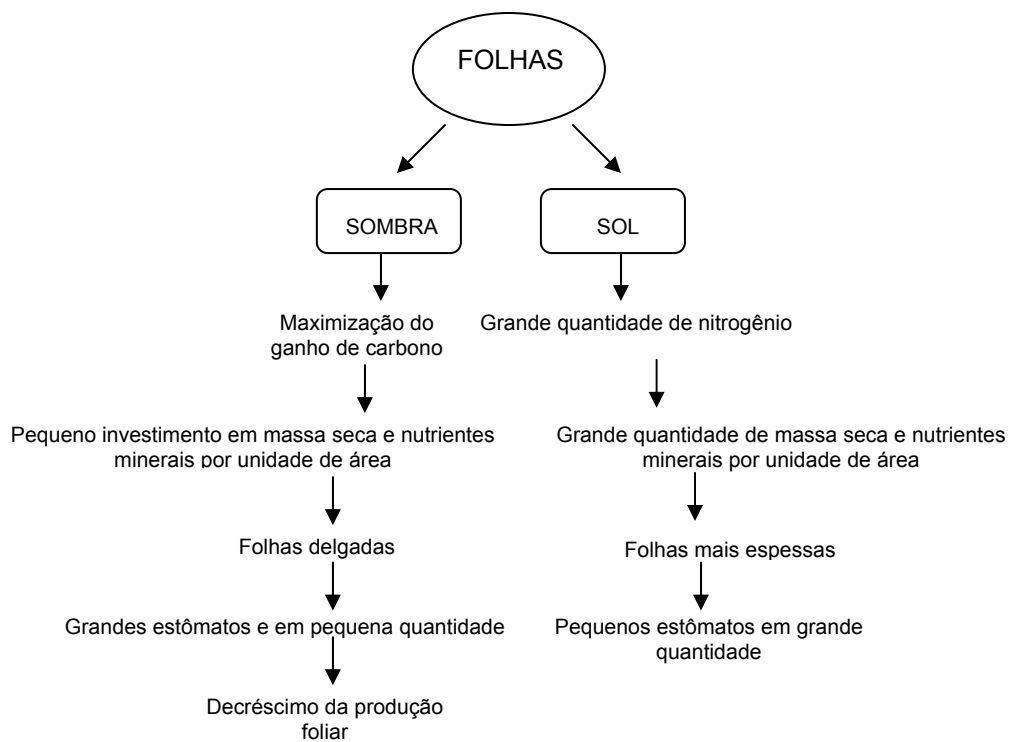


Figura 30 - Características foliares de plantas de sombra e de sol, com base em informações de Popma *et al.* (1992).

## 5. CONCLUSÕES

- A matéria seca de raiz e de folhas decresceu com o aumento dos níveis de sombreamento.
- Foram observadas adaptações morfológicas (aumento da área foliar, aumento da razão parte aérea/raiz, maior altura, menor número de folhas) e fisiológicas (maximização da taxa de fotossíntese sob baixos níveis de luminosidade, aumento do teor de nitrogênio total por unidade de massa, aumento do teor de nitrato) nas mudas de maracujazeiros submetidas a elevados níveis de sombreamento.
- Houve tendência de maior teor de clorofila total por unidade de massa sob nível de sombreamento de 68%, enquanto que por unidade de área estimou-se que os maiores teores foram alcançados sob sombreamento de 34,31%.
- As mudas sob elevados níveis de sombreamento apresentaram taxas de saturação luminosa sob menores intensidades de luz, em comparação com as plantas a pleno sol.
- Foi observada correlação negativa entre os teores de clorofila e de nitrogênio na folha do maracujazeiro.
- Observou-se tendência de aumento da altura em plantas sob maiores níveis de sombreamento.

## 6. REFERÊNCIAS

ACKERLY, D. D. Canopy structure and dynamics: Integration of growth processes in tropical pioneer trees. In: MULKEY, S. S.; CHAZDON, R. L.; SMITH, A. P. (Eds.). **Tropical Forest Plant Ecophysiology**. New York: Chapman and Hall, 1996. p. 619-653.

ALBERNAZ, D. de F.; MACHADO FILHO, J. A.; FAGUNDES, G. R.; FALCÃO, J. V.; MIRANDA, S. de P.; YAMANISHI, O. K. Avaliação dos teores de pigmentos fotossensíveis em folhas de mamoeiro e da necessidade de calibração do medidor portátil de clorofila (SPAD-502, Minolta Corp.) para diferentes genótipos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém. **Anais...** Belém: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2002.

ALMEIDA, L. P. de; ALVARENGA, A. A. de; CASTRO, E. M. de; ZANELA, S. M. ; VIEIRA, C. V. Crescimento inicial de plantas de *Cryptocaria aschersoniana* Mez. submetidas a níveis de radiação solar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 1, jan./fev. 2004.

ALMEIDA, M. M. B.; LOPES, M. de F. G.; SOUZA, P. H. M. de; NOGUEIRA, C. M. D.; MAGALHÃES, C. E. de C. Determinação de umidade, fibras, lipídios, cinzas e sílica em plantas medicinais. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, 21(2), p. 343-350, 2003.

ALONSO, J. R. **Tratado de fitomedicina: bases clínicas y farmacológicas**. Buenos Aires: ISIS Ediciones SRL, 1998.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F. da; BORTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E. L.; STRIEDER, M. L. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e de nitrogênio na folha do milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 13, n.2, 2001.

- ARNON, D. I. Cooper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenol oxidase in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, Maryland, v. 24, n. 1, p. 1-15, jan./mar., 1949.
- BARBOSA, A. R.; YAMAMOTO, K.; VALIO, I. F. M. Effect of light and temperature on germination and early growth of *Vochysia tucanorum* Mart., *Vochysiaceae*, in cerrado and forest soil under different radiation levels. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22, n.2, p. 275-280, out. 1999. Suplemento.
- BARBOSA, A. P. O crescimento de mudas de coroba (*Jacaranda copaia* Aubl. D. Don. Bignoniaceae) cultivadas sob diferentes níveis de sombreamento e espaçamento. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. **Anais...** Campos do Jordão: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1990. p. 526-534.
- BATES, L. S. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Short Communication. **Plant and Soil**. v. 39, p. 205 - 207, 1973.
- BELOW, F. E. Nitrogen metabolism and crop productivity. In: PESSARAKLI, M. (Ed.). **Handbook of plant and crop physiology**. New York: Marcel Dekker, p. 275-301, 1995.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas (Noções básicas)**. Jaboticabal: FCAV-UNESP, 1988. 41 p.
- BOARDMAN, N. K. Comparative photosynthesis of sun and shade plants. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 28, p. 355-377, 1997.
- BOOIJ, R.; VALENZUELA, J. L.; AGUILERA, C. Determination of crop nitrogen status using non-invasive methods. In: HAVERKORT, A. J.; MACKERRON, D. K. L. (Eds.). **Management of nitrogen and water in potato production**. The Netherlands: Wageningen Pers, p. 72-82, 2000.
- BOTERO, C. J. **Avaliação do desenvolvimento vegetativo e reprodutivo de cafeeiros sob níveis de sombreamento e adubação**. 2003. 52 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade federal de Viçosa, Viçosa.
- BRISKIN, D. P. Medicinal plants and phytomedicines: Linking plant biochemistry and physiology to human health. **Plant Physiology**, Illinois, v. 124, p. 507-514, out. 2000.
- BRUSCHI, M. L.; CARDOSO, M. L. C.; MILANI, H. Avaliação farmacológica de um extrato de *Passiflora edulis* variedade flavicarpa. **Revista Ciência Farmacêutica**, 23(2), p. 263-276, 2002.
- BUISSON, D.; LEE, D. W. The developmental responses of papaya leaves to simulated canopy shade. **American Journal of Botany**, v. 80, p. 947-952, 1993.
- 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, mar. 2002.
- CASTRO, L. O. de; CHEMALE, V. M. **Plantas medicinais, condimentares e aromáticas: descrição e cultivo**. Guaíba: Agropecuária, 1995. p.105-107.

CATALDO, D. A.; HAROON, M.; SCHRADER, L. E.; YOUNGS, V. L. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissues by nitration salicylic acid. **Communications in Soil Science Plat Analysis**, v. 6, n. 1, p. 71-78, 1975.

**CEPLAC-BA**. Cultivo do maracujazeiro (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.). Ilhéus: 1982.

CERVI, A. C. **Passifloraceae do Brasil. Estudo do Gênero Passiflora L., subgênero Passiflora**. 1997. Dissertação (Doutorado) - Universidade do Paraná, Curitiba.

CLAUSSEN, J. W. Acclimation abilities of three tropical rainforest seedlings to an increase in light intensity. **Forest Ecology and Management**, 80, p. 245-255, 1996.

COELHO Y. S.; SENA, M. G. C.; OLIVEIRA, S. L. de. Sistemas diversificados de produção de citros no trópico semi-árido: uma alternativa para unidades familiares. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 13., 1994, Salvador. **Resumos...** Salvador: 1994. p. 349-350.

CORRÊA, A. D.; SIQUEIRA-BATISTA, R.; QUINTAS, L. E. M. **Plantas medicinais: do cultivo à terapêutica**. Petrópolis: Vozes, 1998.

CROOKSTON, R. K.; TREHARNE, K. J.; LUDFORD, P.; OZBUN, J. L. Response of beans to shading. **Crop Science**, v. 15, n. 6, p. 412-416, 1975.

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

DUBEY, R. S.; PESSARAKLI, M. Physiological mechanisms of nitrogen absorption and assimilation in plants under stressful conditions. In: PESSARAKLI, M (Ed.). **Handbook of plant and crop physiology**. New York: Marcel Dekker, p. 275-301, 1995.

ENGEL, V. L.; POGGIANI, F. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais nativas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 3, n. 1, p. 39-45, jun. 1991.

FAHL, J. I. CARELLI, M. L. C.; VEGA, J.; MAGALHÃES, A. C. Nitrogen and irradiance levels affecting net photosynthesis and growth of young coffee plants (*Coffea arabica* L.). **Journal of Horticultural Science**, v. 69, p. 161-169, 1994.

FARIA, J. L. C.; COLAUTO, N. M.; MANICA, I.; STRONSKI, M. dos S.; APPEL, H. B. Efecto de tres dosis de N, P y K en la produccion de maracuya amarillo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) durante tres años de evaluacion en Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 26 (3), p. 311-314, mar. 1991.



FARIAS, V. C. C.; COSTA, S. S.; BATALHA, L. F. P. Análise de crescimento de mudas de cedrorana (*Cedrelinga catenae formis* (Duke) Deike) cultivadas em condições de viveiro. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 19, n. 2, p. 193-200, 1997.

FERRARI, R. A.; COLUSSI, F.; AYUB, R. A. Caracterização de subprodutos da industrialização do maracujá – aproveitamento das sementes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, abr. 2004.

FIALLO, V. R. F.; MÉNDEZ, G.; HERNÁNDEZ, C. M. L.; FERRADÁ, C. A. R.; SOLER, B. A.; GONZÁLEZ, R.; LÓPEZ, E. Dinámica de acumulación mensual y diaria de alcaloides y flavonoides en *Passiflora incarnata* L. **Revista Cubana de Plantas Medicinai**s, 3, p.105-111, 2001.

FLORE, J. A.; LAKSO, A. N. Environmental and physiological regulation of photosynthesis in fruit crops. **Horticultural Reviews**, v. 11, p.111-157, 1988.

FREITAS, R. B. de; OLIVEIRA, L. E. M. de; DELÚ FILHO, N.; SOARES, A. M. Influência de diferentes níveis de sombreamento no comportamento fisiológico de cultivares de café (*Coffea arabica* L.). **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 27, n. 4, p. 804-810, jul./ago. 2003.

GAWRONSKA, H.; DWELLE, R. B. Partitioning of photoassimilates by potato plants (*Solanum tuberosum* L.) as influence by irradiance: I. Partitioning patterns in cultivar Russet Burbank grown under high, and low irradiance. **American Potato Journal**, v. 66, n. 4, p. 201-213, 1989.

GIVNISH, T. J. Adaptation to sun and shade: a whole-plant perspective. **Australian Journal Plant Physiology**, 15, p. 63-92, 1988.

GONÇALVES, J. F. de C.; MARENCO, R. A.; VIEIRA, G. Concentration of photosynthetic pigments and chlorophyll fluorescence of mahogany and tonka bean under two light environments. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 13, n.2, p. 149-157, 2001.

GONÇALVES, L. de A. **Ontogenia dos tricomas glandulares e influência da radiação solar no desenvolvimento e no teor de óleo essencial de *Ocimum selloi* Benth. (Lamiaceae)**. 2000. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

GRONINGER, J. W.; SEILER, J. R.; PETERSON, J. A.; KREH, R. E. Growth and photosynthetic responses of four Virginia Piedmont tree species to shade. **Tree Physiology**, Victoria, v. 16, p. 773-778, 1996.

HANADA, T. Cultivation of temperature vegetables in the tropics. **Tropical Agriculture Research Series**, v. 23, p. 182-191, 1990.

HIKOSAKA, K.; SUDOH, S.; HIROSE, T. Light acquisition and use by individuals competing in dense stand of annual herb, *Xanthium canadense*. **Oecologia**, 118, p. 338-396, 1999.

HOLE, C.C.; DEARMAN, J. Partition of C<sup>14</sup> assimilate between organs and fractions of contrasting varieties of carrot during initiation of the storage root. **Journal of Experimental Botany**, v. 41, n. 228, p. 557-564, 1990.

**IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – On line.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acessado em: 30 ago. 2004

IMSANDE, J.; TOURAINE, B. N demand and the regulation of nitrate uptake. **Plant Physiology**, 105, p. 3-7, 1994.

JOYCE, P. A.; ASPINALL, D.; PALEG, L. Photosynthesis and accumulation of proline in response to water deficit. **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 19, p. 249-261, 1992.

KITAJIMA, K.; AUGSPURGER, C. K. Seed and seedling ecology of a monocarpic tropical tree, *Trachigalia versicolor*. **Ecology**, 70, p. 1102-1114, 1989.

KITAJIMA, K. Relative importance of photosynthetic traits and allocation patterns as correlates of seedling shade tolerance of 23 tropical trees. **Oecologia**, 98, p. 419-428, 1994.

KITAJIMA, K. Ecophysiology of tropical tree seedlings. In: MULKEY, S. S.; CHAZDON, R. L.; SMITH, A. P. (Eds.). **Tropical Forest Plant Ecophysiology**. New York: Chapman and Hall, 1996. p. 559-596.

KLUGE, R. A. Maracujazeiro (*Passiflora* sp.). In: CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A. (Coord.). **Ecofisiologia de fruteiras tropicais**. São Paulo: Nobel, 1998. p. 32-47.

LAMBERS, H.; POORTER, H. Inherent variation in growth rate between higher plants: a search for physiological causes and ecological consequences. **Advances in Ecological Research**, v. 23, p.187-261, 1992.

LANGENHEIM, J. H.; OSMOND, C. B.; BROOKS, A.; FERRAR, P.J. Photosynthetic responses to light in seedlings of selected Amazonian and Australian rainforest tree species. **Oecologia**, 63, p. 215-224, 1984.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Paulo: EPU, 1986. 319 p.

LEI, T. T.; LECHOWICZ, M. J. Functional responses of *Acer* species to two simulated forest gap environments: leaf-level properties and photosynthesis. **Photosynthetica**, 33, p. 277-289, 1997.

LÍCIO, P. L. Maracujá: nova técnica ajuda a aumentar a produtividade das lavouras. **O popular – On line (Suplemento do Campo)**, 31 jul. a 6 ago. 2004. Disponível em: <<http://www2.opopular.com.br/campo/31jul2004/4.htm>>. Acessado em: 31 jul. 2004.

LIMA, A. de A.; CALDAS, R. C.; BORGES, A. L.; RITZINGER, C. H. S. P.; TRINDADE, A. V.; PIRES, M. de M.; MIDDLEJ, M. M. B. C.; MATA, H. T. da C.; SOUZA, J. da S. Cultivos intercalares e controle de plantas daninhas em plantios de maracujá amarelo – II. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, dez. 2002.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. de A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. p. 371-372.

LUCAS, A. A. T. **Resposta do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims. Var. *flavicarpa* Deg) a lâminas de irrigação e doses de adubação potássica**. 2002. 88 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MAHALL, B. E.; SCHLESINGER, W. H. Effects of irradiance on growth, photosynthesis, and water use efficiency of seedlings of the Cahaparral shrub, *Ceanothus megacarpus*. **Oecologia**, v. 54, p. 291-299, 1982.

MANICA, I. **Fruticultura tropical: Maracujá**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1981. 151 p.

MANICA, I.; OLIVEIRA JR., M. E. de. Produção e exportação brasileira e mundial de maracujá. **Toda fruta**, 2004. Portal de fruticultura – Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br/>>. Acessado em: 31 ago. 2004.

MARENCO, R. A.; REIS, A. C. S. Shading as an environmental factor affecting the growth of *Ischaemum rugosum*. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 10, n. 2, p. 107-112, 1998.

MARTINEZ, C. A.; GUERRERO, C.; MORENO, U. Diurnal fluctuations of carbon exchange rate, proline content and osmotic potential in two water-stressed potato hybrids. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 7, p. 27-33, 1995.

MATOS, F. J. A. **O formulário fitoterápico do professor Dias Rocha**. 2 ed. Fortaleza: UFC, 1997.

MELETTI, L. M. M. **Maracujá: produção e comercialização no Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1995. 22p. (Boletim Técnico, 158).

MENDES, F. A. T. **Avaliação de modelos simulados de sistemas agroflorestais em pequenas propriedades cacauceiras selecionadas no município de Tomé Açu, no Estado do Pará**. Disponível em: <<http://www.unioeste.br/cursos/toledo/revistaeconomia/Mendes.PDF>>. Acessado em: 30 out. 2004.

MENZEL, C. M.; SIMPSON, D. R. Passionfruit. In: SCHAFFER, B.; ANDERSEN, P. C. **Handbook of environmental physiology of fruit crops II: Sub-tropical and tropical crops**. USA: Library of Congress, 1994. p. 225-241.

MMA (Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal). FrutiSéries 4: Maracujá amarelo. Brasília, ago. 1998.

MORAES NETO, S. P.; GONÇALVES, J. L. de M.; TAKAKI, M.; CENCI, S.; GONÇALVES, J. C. Crescimento de mudas de algumas espécies arbóreas que ocorrem na Mata Atlântica em função do nível de luminosidade. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 35-45, 2000.

MORELLI, G.; RUBERTI, I. Shade avoidance responses: driving auxin along lateral routes. **Plant Physiology**, v. 122, p. 621-626, Mar. 2000.

MURAKAMI, K. R. N.; CARVALHO, A. J. C. de; CAMPOSTRINI, E.; COSTA, S. L. da. Trocas gasosas, área foliar e pigmentos fotossintéticos em folhas de videira 'itália' em diferentes estádios de desenvolvimento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém. **Anais...** Belém: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2002.

MUROYA, K.; VARELA, V. P.; CAMPOS, M. A. A. Análise de crescimento de mudas de jacareúba (*Calophyllum angulare* A. C. Smith – *Guttiferae*) cultivadas em condições de viveiro. **Acta amazonica**, Manaus, v. 27, n.3, p. 197-212, jul. 1997.

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.

NICOTRA, A. B.; CHAZDON, R. L.; SCHLICHTING, C. D. Patterns of genotypic variation and phenotypic plasticity of light response in two tropical Piper (Piperaceae) species. **American Journal of Botany**, v. 84, n. 11, p. 1542-1552, 1997.

OLIVEIRA, L. F.; NASCIMENTO, M. R. F.; BORGES, S. V.; RIBEIRO, P. C. do N.; RUBACK, V. R. Aproveitamento alternativo da casca do maracujá-amarelo *Passiflora edulis* f. *Flavicarpa*) para produção de doce em calda. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 3, p. 259-262, 2002.

PAEZ, A.; GEBRE, G. M.; GONZALEZ, M. E.; TSCHAPLINSKI, T. J. Growth, soluble carbohydrates, and aloin concentration of *Aloe vera* plants exposed to three irradiance levels. **Environmental and Experimental Botany**, Elmsford, v. 44, p. 133-139, 2000.

PAIVA, R. Leite com maracujá. **Revista Globo Rural**, São Paulo, p. 9-15, jun. 1998.

PEREIRA, A. R.; MACHADO, E. C. **Análise quantitativa do crescimento de comunidades vegetais**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1987. 33 p. (Boletim Técnico, 114).

PERES, S. C. J. G. A.; MORAES, J. A. P. V. Determinações de potencial hídrico, condutância estomática e potencial osmótico em espécies dos estratos arbóreo, arbustivo e herbáceo de um cerrado. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, 3, p.27-37, 1991.

PONS, T. L.; JORDI, W.; KUIPER, D. Acclimation of plants to light gradients in leaf canopies: evidence for a possible role for cytokinins transported in the transpiration stream. **Journal of Experimental Botany**, v. 52, n. 360, p. 1563-1574, Jul. 2001.

POOTER, H.; HAYASHIDA-OLIVER, Y. Effects of seasonal drought on gap and understory seedlings in a Bolivian moist forest. **Journal of Tropical Ecology**, 16, p. 481-498, 2000.

POPMA, J.; BONGERS, F.; WERGER, M. J. A. Gap-dependence and leaf characteristics of trees in a tropical lowland rain forest in Mexico. **Oikos**, Copenhagen, 63, p. 207-214, 1992.

RAKOCEVIC, M. Photomorphogenetic responses in plant species of upland grasslands in Serbia. **Review of Research work at the Faculty of Agriculture**. Belgrade, v. 42, p. 111-125, 1997.

RAMOS, J. M.; DEL AMO, S. Enrichment planting in a tropical secondary forest in Veracruz, Mexico. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, 54, p. 289-304, 1992.

RHODES, D.; VERSLUES, P. E.; SHARP, R. E. Role of amino acids in abiotic stress resistance. In: SINGH, B. K. (Ed.): **Plant amino acids: biochemistry and biotechnology**. Nova York: Marcel Dekker, 1999. p. 319-356.

RIBASKI, J. Influencia del algarrobo *Prosopis juliflora* en la disponibilidad y calidad del forraje de pasto buffel *Cenchrus ciliaris* en la región semi-árida brasileira. **Revista da Associação Brasileira de Algaroba**, v. 1, n. 2, p. 171-225, 2000.

RUGGIERO, C.; OLIVEIRA, J. C.; DURIGAN, J. F. Evolução das pesquisas na cultura do maracujazeiro. **Toda Fruta**, 20 fev. 2004. Portal de fruticultura. Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br/>> Acessado em: 31 ago. 2004.

RUGGIERO, C.; SÃO JOSÉ, A. R.; VOLPE, C. A. et al. **Maracujá para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1996. 64 p. (Publicações Técnicas FRUPEX, 19).

SACCO, J. da C. Passifloráceas. In: REITZ, R. (Ed.). **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí: EMBRAPA, 1980.

SAMARAS, Y.; BRESSAN, R. A.; CSONKA, L. N.; GARCIA-RIOS, M. G.; PAINO D'URZO, M.; RHODES, D. Proline accumulation during drought and salinity. In: SMIRNOFF, N. (Ed.): "Environment and plant metabolism: flexibility and acclimation", **Bios Scientific Publishers**, Oxford, p. 161-187, 1995.

SANTOS, D. L. dos. **Aspectos fisiológicos de cedro rosa (*Cedrela fissilis* Vell) - Meliaceae**. 2003. 140 f. Tese (Doutorado) – UNESP, Rio Claro.

SCALON, S. de P. Q.; SCALON FILHO, H.; RIGONI, M. R.; VERALDO, F. Germinação e crescimento de mudas de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) sob condições de sombreamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, dez. 2001.

SCHOLANDER, P.F.; HAMMEL, H.T.; HEMINGSSEN, E.A.; BRADSTREET, E.D. Hydrostatic pressure and osmotic potentials in leaves of mangroves and some other plants. **Proceedings of the National Academy Science**, v.51, p 119-125, 1965.

**SEAGRI (Secretaria de agricultura, irrigação e Reforma Agrária)**. Cultura: Maracujá. Disponível em: <<http://www.seagri.ba.gov.br/>> Acessado em: 27 out. 2004.

SERRANO, L.; PARDOS, J. A.; PUGNAIRE, F. I.; DOMINGO, F. Absorption of radiation, photosynthesis, and biomass production in plants. In: PESSARAKLI, M. (Ed.). **Handbook of plant and crop physiology**. New York: Marcel Dekker, p. 275-301, 1995.

SILVA, A. C.; SÃO JOSÉ, A. R. Classificação botânica do maracujazeiro. In: SÃO JOSÉ, A. R. (Ed.). **Maracujá: produção e mercado**. Vitória da Conquista: DFZ/UESB, 1994. 255 p.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, 2002. 235 p.

SILVA NETO, A. T. da; REIS, F. de O.; CAMPOSTRINI, E.; OLIVEIRA, J. G. de; CAMPOS, A. C. de; FERREGUETTI, G. Em plantas de mamoeiro cultivadas sob condição de campo, a redução da taxa fotossintética foi causada pelo déficit de pressão de vapor (folha-ar) e não pela redução na eficiência fotoquímica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém. **Anais...** Belém: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2002.

SILVA, E. S. A.; FIGUÊREDO, F. J. C.; FERREIRA, C. da S.; ROCHA NETO, O. G. da. Condutância estomática e transpiração de cupuaçuzeiros cultivados ao sol e à sombra. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém. **Anais...** Belém: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2002.

SOUZA, J. R. P.; MEHL, H. O.; RODRIGUES, J. D.; PEDRAS, J. F. Sombreamento e o desenvolvimento e produção de rabanete. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 56, n. 4, out./dez. 1999.

SOUZA, J. S. I.; MELETTI, L. M. M. **Maracujá: espécies, variedades, cultivo**. Piracicaba: FEALQ, 1997. 179 p.

SOUZA, R. P.; VALIO, I. F. M. Leaf optical properties as affected by shade in saplings of six tropical tree species differing in successional status. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 15, n. 1, p. 49-54, jan./abr. 2003.

STONEMAN, G. L.; DELL, B. Growth of *Eucalyptus marginata* (Jarrah) seedlings in a greenhouse in response to shade and soil temperature. **Tree Physiology**, v. 13, p. 239-252, 1993.

STRAUSS-DEBENEDETTI, S.; BAZZAZ, F. A. Plasticity and acclimation to light in tropical *Moraceae* of different successional positions. **Oecologia**, 87, p. 377-387, 1991.

TAYLOR, C. B. Proline and water deficit: ups and downs. **Plant Cell**, 8, p. 1221-1224, 1996.

TEIXEIRA, C. G. Cultura. In: \_\_\_\_\_. **Maracujá: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. 2 ed. rev. e ampliada. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1995.

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

TINOCO-OJANGUREN, C.; PEARCY, R. W. A comparison of light quality and quantity effects on the growth and steady-state and dynamic photosynthetic characteristics of three tropical tree species. **Functional Ecology**, 9, p. 222-230, 1995.

VAN LEEUWEN, J. Planejamento de ensaios com sistemas agroflorestais. In: I CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS e I ENCONTRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NOS PAÍSES DO MERCOSUL, 1994, Porto Velho. **Anais...** Colombo: EMBRAPA, v. 2, p. 431-438, 1995.

VASCONCELOS, M. A. da S.; DUARTE FILHO, J. Ecofisiologia do maracujazeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 21, n. 206, p. 25-28, 2000.

VASCONCELLOS, M. A. da S.; DUCATTI, C.; CEREDA, E.; RODRIGUES, J. D.; BUSQUET, R. N. B. Análise qualitativa da partição de fotoassimilados em ramos de maracujazeiro doce (*Passiflora alata* Curtis). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém. **Anais...** Belém: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2002.

VENTRELLA, M. C.; MING, L. C. Produção de matéria seca e óleo essencial em folhas de erva-cidreira sob diferentes níveis de sombreamento e épocas de colheita. **Horticultura Brasileira**, v. 18, Jul. 2000. Suplemento.

WALTERS, M. B.; KRUGER, E. L.; REICH, P. B. Growth, biomass distribution and CO<sub>2</sub> exchange of northern hardwood seedlings in high and low light: relationships with successional status and shade tolerance. **Oecologia**, v. 94, p. 7-16, 1993.

# APÊNDICE







Foto 1- Visão panorâmica da área experimental



Foto 2 – Maracujazeiros a pleno sol



Foto 3 – Maracujazeiros sob 30% de sombreamento



Foto 4 – Maracujazeiros sob 50% de sombreamento





Foto 5 – Maracujazeiros sob 70% de sombreamento



Foto 6 – Comparação entre maracujazeiros desenvolvidos sob pleno sol, 30%, 50% e 70% de sombreamento (na seqüência da esquerda para a direita)



Foto 7 – Maracujazeiro desenvolvido sob pleno sol



Foto 8 – Maracujazeiro desenvolvido sob 30% de sombreamento



Foto 9 – Maracujazeiro desenvolvido sob 50% de sombreamento



Foto 10 – Maracujazeiro desenvolvido sob 70% de sombreamento

