

JOSÉ RIVANILDO DE SOUZA PINTO

**CRESCIMENTO DE PLANTAS JOVENS DE *Mimosa caesalpiniiifolia*
Benth., *Caesalpinia ferrea* Mart., *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. &
Hook., E *Handroanthus impetiginosus* Mattos. SOB
SOMBREAMENTO**

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Fitotecnia da
Universidade Federal Rural do Semi
Árido, como parte das exigências para
obtenção do título de Mestre em
Agronomia: Fitotecnia.

ORIENTADOR:

Prof^o D.Sc. JEFERSON LUIZ DALLABONA DOMBROSKI

MOSSORÓ-RN

2014

**Ficha catalográfica preparada pelo setor de classificação e catalogação da
Biblioteca “Orlando Teixeira” da UFERSA**

P659c Pinto, José Rivanildo de Souza.

Crescimento de plantas jovens de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.,
Caesalpinia ferrea Mart., *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook., e
Handroanthus impetiginosus Mattos sob sombreamento. / José
Rivanildo de Souza Pinto. -- Mossoró, 2014

164f.: il.

Orientador: Prof. D.Sc. Jeferson Luiz Dallabona Dombroski.

Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Área de Concentração:
Agricultura tropical – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Pró-
Reitoria de Pós-Graduação.

1. Plantas da Caatinga. 2. Produção de mudas. 3. Intensidade
luminosa. 4. Análise de Crescimento. I. Título.

RN/UERSA/BCOT

CDD: 582.16

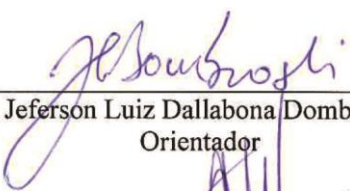
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB-15/120

JOSÉ RIVANILDO DE SOUZA PINTO

**CRESCIMENTO DE PLANTAS JOVENS DE *Mimosa caesalpinii* folia
Benth., *Caesalpinia ferrea* Mart., *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. &
Hook., E *Handroanthus impetiginosus* Mattos. SOB
SOMBREAMENTO**

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Fitotecnia da
Universidade Federal Rural do Semi
Árido, como parte das exigências para
obtenção do título de Mestre em
Agronomia: Fitotecnia.

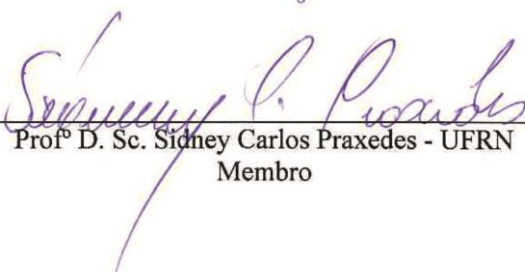
APROVADA EM: 24/02/2014



Profº D. Sc. Jeferson Luiz Dallabona Dombroski - UFRSA
Orientador



Profº D. Sc. Marco Antonio Diodato - UFRSA
Conselheiro



Profº D. Sc. Sidney Carlos Praxedes - UFRN
Membro

A Deus por ser o meu mantenedor e aos meus amados pais, Rita de Cássia de Souza Pinto e Antonio Alcivan Pinto, com todo o meu amor e gratidão, por tudo que fizeram a mim. Desejo poder ter sido merecedor de cada esforço dedicado por vocês para a concretização deste sonho.

DEDICO

A minha família, em especial a minha avó Francisca Rosenda (*in memorian*) e meu avô Francisco Otaviano (*in memorian*), meus irmãos Uberlândia, Givanildo, Josivania e minha sobrinha Eva Samara.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, pela oportunidade de tornar esse sonho realidade e por todas vitórias e conquistas alcançadas.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa.

À Universidade Federal Rural do Semi Árido (UFERSA), por meio do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, pela oportunidade de realização do curso de Mestrado.

Aos meus pais, Rita de Cássia de Souza Pinto e Antonio Alcivan Pinto, por todos os esforços empregados em minha formação como ser humano e profissional.

Aos meus queridos irmãos Uberlândia, Givanildo e Josivânia e minha sobrinha Eva por sempre me apoiarem, incentivarem e acreditarem na realização deste sonho.

A todos os meus familiares por sempre me apoiarem.

Ao professor e orientador, Dr. Jeferson Luiz Dallabonna Dombroski, por toda orientação prestada, conselhos proferidos, ensinamentos ofertados e desmedido empenho na construção desta dissertação e pela amizade estendida além das fronteiras da universidade.

Aos professores Dr. Marco Diodato e Dr. Sidney Praxedes pelas contribuições, sugestões e pela participação da banca de defesa.

A minha namorada e companheira de todas as horas Jéssica Samara que sempre foi o meu porto seguro em todos os momentos.

Ao meu grande amigo Rômulo Magno que sempre foi o meu exemplo e parceiro de muitas pesquisas e sempre me transmitiu sábios conhecimentos científicos.

Aos amigos do projeto Caatinga: Augusto Neto, Raul, Gabriela, Hermogenes Júnior, Géssica, Thiago, que sempre ajudaram desde a implantação até a finalização do experimento.

Aos companheiros da pós-graduação, especialmente José Novo, Wallace, Leidiane, Cheyla, Thiago Azevedo, Otaciana, Aridênia e Ricardo pelos estudos, conversas e horas dedicadas ao sompanheirismo.

Aos meus parceiros de residência Joellyton Góis, Alexandre, Jesuano, Maurício, Josenildo e Meseque pelo convívio e familiaridade.

Ao Raimundo (Raimundão) que sempre cuidou e dedicou tempo a cuidar do experimento.

A dona Lúcia que sempre cuidou como uma mãezona.

A todos os alunos e funcionários da UFERSA que ajudaram para que este trabalho fosse concretizado.

E a todos que, direta e indiretamente contribuíram para a concretização desta etapa importante para minha formação profissional.

Muito Obrigado!

A menos que o conhecimento da Ciência seja um degrau para a obtenção de mais altos objetivos, é sem valor. É inútil a educação que não fornece conhecimento tão duradouro como a eternidade.

Ellen G. White

RESUMO

PINTO, José Rivanildo de Souza. **Crescimento de plantas jovens de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth., *Caesalpinia ferrea* Mart., *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook., e *Handroanthus impetiginosus* Mattos. sob sombreamento.** 2014. 164f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2014.

Sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*), jucá (*Caesalpinia férrea*), craibeira (*Tabebuia aurea*) e ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus*) são espécies nativas da Caatinga indicadas para utilização em programas de reflorestamento e recuperação de áreas degradadas. O plantio na Caatinga requer uma série de cuidados que dependem do conhecimento prévio das características fisiológicas e exigências ecológicas das plantas. O estudo do crescimento de uma planta, sob diferentes condições ambientais, oferece um bom indício sobre quais as melhores condições para se cultivar determinada espécie. A disponibilidade de luz é um dos fatores que influenciam o desenvolvimento de mudas, com alterações morfológicas e fisiológicas. Este trabalho teve por objetivo analisar o crescimento de plantas jovens de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo submetidas a diferentes níveis de sombreamento, no município de Mossoró-RN. O experimento foi conduzido na Universidade Federal Rural do Semi-Árido, sob delineamento experimental de blocos completos ao acaso em arranjo fatorial 4x4 com 8 parcelas subdivididas no tempo, onde o primeiro fator corresponde a quatro espécies (sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo), o segundo fator corresponde a quatro níveis de sombreamento (0, 30, 50 e 75%) e as parcelas são as épocas de avaliação (0, 21, 42, 63, 84, 105, 126 e 147 dias após o transplantio). Foram avaliados a cada 21 dias, o comprimento da parte aérea (CPA), diâmetro do coleto (DC), massa seca do caule (MSC), folhas (MSF), parte aérea (MSPA) e área foliar (AF). Foram calculadas a razão de área foliar (RAF), área foliar específica (AFE), taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR) e taxa assimilatória líquida (TAL). Os níveis de sombreamento afetaram o crescimento inicial do sabiá, jucá e ipê-roxo, com os melhores indicadores de crescimento observados nas mudas mantidas em ambiente sob 50% de sombreamento, culminando com maiores taxas de crescimento. A diminuição da luminosidade induziu o aumento de CPA, AF, MSF e MSPA no sabiá, jucá e ipê-roxo. A craibeira apresentou plasticidade fisiológica para os níveis de sombreamento, com crescimento semelhante na condição de sombra e sol.

Palavras-chave: Plantas da Caatinga. Produção de mudas. Intensidade luminosa. Análise de Crescimento.

ABSTRACT

PINTO, José Rivanildo de Souza. **Growth of young plants of *Mimosa caesalpinifolia*, *Caesalpinia ferrea*, *Tabebuia aurea* and *Handroanthus impetiginosus* under shade.** 2014. 164f. Dissertation (Master in Agronomy: Crop science) – Universidade Federal Rural do Semi Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2014.

Sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*), jucá (*Caesalpinia ferrea*), craibeira (*Tabebuia aurea*) e ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus*) are species from the Caatinga biome, used in reforestation programmes and degraded areas recuperation. Planting in the Caatinga requires some attention to traits that depend on previous knowledge of the physiological and ecological characteristics of the plants. The study of the growth of a plant under different environmental conditions offer good hints on the best conditions to cultivate it. The disponibility of light is one of these factors that affect the development of plants, with morphological and physiological changes. This work had the objective of analysing the growth of young plants of the species indiated under differente shading levels, at the Mossoro-RN municipality. The experiment was conduced at the Universidade Federal do Semiárido (UFERSA), under a complete blocks experimental design, and a factorial scheme of 4 X 4 factors, and 8 time split plots, wher the first factor are the four species, the second factor is the four shading levels (0, 30, 50 and 70%), and the time split plots are the evaluation times (0, 21, 42, 63, 84, 105, 126 and 147 day after transplanting). It was evaluated in each time: Plant height (CPA), stem diameter (DC), stem dry mass (MSC), leaves dry mass (MSF), above ground dry mass (MSPA) and leaves area (AF). With was calculated the leaf area ratio (RAF), the specific leaf area (AFE), the absolute growth rate (TCA), the relative growth rate (TCR), and the net assimilatory rate (TAL). The shading levels affected the initial growth of *M. caesalpinifolia*, *C. ferrea*, and *H. impetiginosus*, with the best values for the growth indicators observed at 50% shade, with higher growth rates. The reduction of light disponibility induced higher values of CPA, AF, MSF and MSPA fos *M. caesalpinifolia*, *C. ferrea*, and *H. impetiginosus*. *T. aurea* presented physiological plasticity to all the shading levels, with similar growth under full sun and shade.

Keywords: Caatinga plants. Seedlings production. Shading levels. Growth analysis.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Área de instalação do experimento sobre efeito do sombreamento no crescimento de plantas jovens de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo. Mossoró/RN.UFERSA, 2013. 39
- Figura 2. Estruturas montadas para a instalação dos tratamentos de sombreamento em plantas jovens de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo. Mossoró/RN.UFERSA, 2013. 39
- Figura 3. Representação gráfica das estruturas de sombreamento montadas para plantas jovens de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo. Mossoró/RN.UFERSA, 2013. 40
- Figura 4. Representação gráfica da casualização dos blocos análise de crescimento de plantas jovens de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN.UFERSA, 2013. 43
- Figura 5. Representação gráfica da distribuição das espécies e da parcela experimental do experimento com plantas jovens de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN.UFERSA, 2013. 43
- Figura 6. Mudas de sábiá, aos 105 dias após o transplântio, em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. UFERSA, 2013. 48
- Figura 7. Comprimento da Parte Aérea (CPA) de mudas de sábiá em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013. 49
- Figura 8. Diâmetro do Coleto (DC) de mudas de sábiá em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013. 51

- Figura 9. Massa Seca das Folhas (MSF) de mudas de sábiá em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013. 53
- Figura 10. Massa Seca da Parte Aérea (MSPA) de mudas de sábiá em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013. 55
- Figura 11. Área Foliar (AF) de mudas de sábiá em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013. 56
- Figura 12. Razão de Área Foliar (RAF) de mudas de sábiá em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013. 59
- Figura 13. Área Foliar Específica (AFE) de mudas de sábiá em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013. 61
- Figura 14. Taxa de Crescimento Absoluto (TCA) de mudas de sábiá em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013. 63
- Figura 15. Taxa de Crescimento Relativo (TCR) de mudas de sábiá em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%,

dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**).
UFERSA, 2013. 65

Figura 16. Taxa Assimilatória Líquida (TAL) de mudas de sábiá em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013. 67

Figura 17. Mudas de jucá, aos 105 dias após o transplântio, em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. UFERSA, 2013. 69

Figura 18. Comprimento da Parte Aérea (CPA) de mudas de jucá em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013. 70

Figura 19. Diâmetro do Coleto (DC) de mudas de jucá em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013. 72

Figura 20. Massa Seca das Folhas (MSF) de mudas de jucá em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013. 74

Figura 21. Massa Seca da Parte Aérea (MSPA) de mudas de jucá em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013. 76

Figura 22. Área Foliar (AF) de mudas de jucá em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças

significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013. 78

Figura 23. Razão de Área Foliar (RAF) de mudas de jucá em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013. 80

Figura 24. Área Foliar Específica (AFE) de mudas de jucá em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013. 82

Figura 25. Taxa de Crescimento Absoluto (TCA) de mudas de jucá em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013. 84

Figura 26. Taxa de Crescimento Relativo (TCR) de mudas de jucá em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013. 86

Figura 27. Taxa Assimilatória Líquida (TAL) de mudas de jucá em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013. 88

Figura 28. Mudas de craibeira, aos 105 dias após o transplântio, em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. UFERSA, 2013. 90

Figura 29. Comprimento da Parte Aérea (CPA) de mudas de craibeira em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos

representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013. 91

Figura 30. Diâmetro do Coleto (DC) de mudas de craibeira em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013. 93

Figura 31. Massa Seca das Folhas (MSF) de mudas de craibeira em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013. 95

Figura 32. Massa Seca da Parte Aérea (MSPA) de mudas de craibeira em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013. 97

Figura 33. Área Foliar (AF) de mudas de craibeira em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013. 99

Figura 34. Razão de Área Foliar (RAF) de mudas de craibeira em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013. 101

Figura 35. Área Foliar Específica (AFE) de mudas de craibeira em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013. 103

- Figura 36. Taxa de Crescimento Absoluto (TCA) de mudas de craibeira em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013. 105
- Figura 37. Taxa de Crescimento Relativo (TCR) de mudas de craibeira em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013. 107
- Figura 38. Taxa Assimilatória Líquida (TAL) de mudas de craibeira em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013. 109
- Figura 39. Mudas de ipê-roxo, aos 105 dias após o transplântio, em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. UFERSA, 2013. 110
- Figura 40. Comprimento da Parte Aérea (CPA) de mudas de ipê-roxo em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013. 111
- Figura 41. Diâmetro do Coleto (DC) de mudas de ipê-roxo em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013. 113
- Figura 42. Massa Seca das Folhas (MSF) de mudas de ipê-roxo em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013. 115

- Figura 43. Massa Seca da Parte Aérea (MSPA) de mudas de ipê-roxo em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013. 117
- Figura 44. Área Foliar (AF) de mudas de ipê-roxo em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013. 119
- Figura 45. Razão de Área Foliar (RAF) de mudas de ipê-roxo em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013. 121
- Figura 46. Área Foliar Específica (AFE) de mudas de ipê-roxo em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013. 123
- Figura 47. Taxa de Crescimento Absoluto (TCA) de mudas de ipê-roxo em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013. 125
- Figura 48. Taxa de Crescimento Relativo (TCR) de mudas de ipê-roxo em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013. 127
- Figura 49. Taxa Assimilatória Líquida (TAL) de mudas de ipê-roxo em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%,

dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**).
UFERSA, 2013. 129

Figura 50. Comprimento da Parte Aérea (CPA) de mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo produzidas em diferentes níveis de sombreamento, aos 147 dias após o transplantio. Mossoró/RN. UFERSA, 2013. 131

Figura 51. Diâmetro do Coleto (DC) de mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo produzidas em diferentes níveis de sombreamento, aos 147 dias após o transplantio. Mossoró/RN. UFERSA, 2013. 134

Figura 52. Massa Seca das Folhas (MSF) de mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo produzidas em diferentes níveis de sombreamento, aos 147 dias após o transplantio. Mossoró/RN. UFERSA, 2013. 136

Figura 53. Massa Seca da Parte Aérea (MSPA) de mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo produzidas em diferentes níveis de sombreamento, aos 147 dias após o transplantio. Mossoró/RN. UFERSA, 2013. 139

Figura 54. Área Foliar (AF) de mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo produzidas em diferentes níveis de sombreamento, aos 147 dias após o transplantio. Mossoró/RN. UFERSA, 2013. 141

Figura 55. Razão de Área Foliar (RAF) de mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo produzidas em diferentes níveis de sombreamento, aos 147 dias após o transplantio. Mossoró/RN. UFERSA, 2013. 143

Figura 56. Área Foliar Específica (AFE) de mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo produzidas em diferentes níveis de sombreamento, aos 147 dias após o transplantio. Mossoró/RN. UFERSA, 2013. 146

Figura 57. Taxa de Crescimento Absoluto (TCA) de mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo produzidas em diferentes níveis de sombreamento, aos 147 dias após o transplantio. Mossoró/RN. UFERSA, 2013. 148

Figura 58. Taxa de Crescimento Relativo (TCR) de mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo produzidas em diferentes níveis de sombreamento, aos 147 dias após o transplântio. Mossoró/RN. UFERSA, 2013. 150

Figura 59. Taxa Assimilatória Líquida (TAL) de mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo produzidas em diferentes níveis de sombreamento, aos 147 dias após o transplântio. Mossoró/RN. UFERSA, 2013. 152

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Análise física do substrato utilizado nas sacolas plásticas, na produção de mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN.UFERSA, 2013.	41
Tabela 2. Análise química (macro e micronutrientes) do substrato utilizado na produção de mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN.UFERSA, 2013.	42
Tabela 3. Valores médios do comprimento da parte aérea (CPA) em mudas de sabiá produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.	50
Tabela 4. Valores médios do diâmetro do coleto (DC) em mudas de sabiá produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.	51
Tabela 5. Valores médios da massa seca das folhas (MSF) em mudas de sabiá produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.	53
Tabela 6. Valores médios da massa seca da parte aérea (MSPA) em mudas de sabiá produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.	55
Tabela 7. Valores médios da área foliar (AF) em mudas de sabiá produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.	57
Tabela 8. Valores médios da razão de área foliar (RAF) em mudas de sabiá produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.	59
Tabela 9. Valores médios da área foliar específica (AFE) em mudas de sabiá produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.	61

Tabela 10. Valores médios da taxa de crescimento absoluto (TCA) em mudas de sabiá produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.	63
Tabela 11. Valores médios da taxa de crescimento relativo (TCR) em mudas de sabiá produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.	65
Tabela 12. Valores médios da taxa assimilatória líquida (TAL) em mudas de sabiá produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.	67
Tabela 13. Valores médios do comprimento da parte aérea (CPA) em mudas de jucá produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.	70
Tabela 14. Valores médios do diâmetro do coleto (DC) em mudas de jucá produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.	72
Tabela 15. Valores médios da massa seca das folhas (MSF) em mudas de jucá produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.	74
Tabela 16. Valores médios da massa seca da parte aérea (MSPA) em mudas de jucá produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.	76
Tabela 17. Valores médios da área foliar (AF) em mudas de jucá produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.	78
Tabela 18. Valores médios da razão de área foliar (RAF) em mudas de jucá produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.	80
Tabela 19. Valores médios da área foliar específica (AFE) em mudas de jucá produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.	82

Tabela 20. Valores médios da taxa de crescimento absoluto (TCA) em mudas de jucá produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.	84
Tabela 21. Valores médios da taxa de crescimento relativo (TCR) em mudas de jucá produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.	86
Tabela 22. Valores médios da taxa assimilatória líquida (TAL) em mudas de jucá produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.	88
Tabela 23. Valores médios do comprimento da parte aérea (CPA) em mudas de craibeira produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.	91
Tabela 24. Valores médios do diâmetro do coleto (DC) em mudas de craibeira produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.	93
Tabela 25. Valores médios da massa seca das folhas (MSF) em mudas de craibeira produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.	95
Tabela 26. Valores médios da massa seca da parte aérea (MSPA) em mudas de craibeira produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.	97
Tabela 27. Valores médios da área foliar (AF) em mudas de craibeira produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.	99
Tabela 28. Valores médios da razão de área foliar (RAF) em mudas de craibeira produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.	101

Tabela 29. Valores médios da área foliar específica (AFE) em mudas de craibeira produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.	103
Tabela 30. Valores médios da taxa de crescimento absoluto (TCA) em mudas de craibeira produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.	105
Tabela 31. Valores médios da taxa de crescimento relativo (TCR) em mudas de craibeira produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.	107
Tabela 32. Valores médios da taxa assimilatória líquida (TAL) em mudas de craibeira produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.	109
Tabela 33. Valores médios do comprimento da parte aérea (CPA) em mudas de ipê-roxo produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.	112
Tabela 34. Valores médios do diâmetro do coleto (DC) em mudas de ipê-roxo produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.	114
Tabela 35. Valores médios da massa seca das folhas (MSF) em mudas de ipê-roxo produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.	116
Tabela 36. Valores médios da massa seca da parte aérea (MSPA) em mudas de ipê-roxo produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.	118
Tabela 37. Valores médios da área foliar (AF) em mudas de ipê-roxo produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.	119

Tabela 38. Valores médios da razão de área foliar (RAF) em mudas de ipê-roxo produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.	121
Tabela 39. Valores médios da área foliar específica (AFE) em mudas de ipê-roxo produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.	123
Tabela 40. Valores médios da taxa de crescimento absoluto (TCA) em mudas de ipê-roxo produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.	125
Tabela 41. Valores médios da taxa de crescimento relativo (TCR) em mudas de ipê-roxo produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.	127
Tabela 42. Valores médios da taxa assimilatória líquida (TAL) em mudas de ipê-roxo produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.	129
Tabela 43. Valores médios do comprimento da parte aérea (CPA) em mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo produzidas em diferentes níveis de sombreamento, aos 147 dias após o transplântio. Mossoró/RN. UFERSA, 2013.	132
Tabela 44. Valores médios do diâmetro do colo (DC) em mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo produzidas em diferentes níveis de sombreamento, aos 147 dias após o transplântio. Mossoró/RN. UFERSA, 2013.	134
Tabela 45. Valores médios da massa seca das folhas (MSF) em mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo produzidas em diferentes níveis de sombreamento, aos 147 dias após o transplântio. Mossoró/RN. UFERSA, 2013.	137
Tabela 46. Valores médios da massa seca da parte aérea (MSPA) em mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo produzidas em diferentes níveis de	

sombreamento, aos 147 dias após o transplântio. Mossoró/RN. UFERSA, 2013.	139
Tabela 47. Valores médios da área foliar (AF) em mudas de sabiá, jucat, craibeira e ipê-roxo produzidas em diferentes níveis de sombreamento, aos 147 dias após o transplântio. Mossoró/RN. UFERSA, 2013.	141
Tabela 48. Valores médios da razão de área foliar (RAF) em mudas de sabiá, jucat, craibeira e ipê-roxo produzidas em diferentes níveis de sombreamento, aos 147 dias após o transplântio. Mossoró/RN. UFERSA, 2013.	144
Tabela 49. Valores médios da área foliar específica (AFE) em mudas de sabiá, jucat, craibeira e ipê-roxo produzidas em diferentes níveis de sombreamento, aos 147 dias após o transplântio. Mossoró/RN. UFERSA, 2013.	146
Tabela 50. Valores médios da taxa de crescimento absoluto (TCA) em mudas de sabiá, jucat, craibeira e ipê-roxo produzidas em diferentes níveis de sombreamento, aos 147 dias após o transplântio. Mossoró/RN. UFERSA, 2013.	148
Tabela 51. Valores médios da taxa de crescimento relativo (TCR) em mudas de sabiá, jucat, craibeira e ipê-roxo produzidas em diferentes níveis de sombreamento, aos 147 dias após o transplântio. Mossoró/RN. UFERSA, 2013.	150
Tabela 52. Valores médios da taxa assimilatória líquida (TAL) em mudas de sabiá, jucat, craibeira e ipê-roxo produzidas em diferentes níveis de sombreamento, aos 147 dias após o transplântio. Mossoró/RN. UFERSA, 2013.	152

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	27
2 REFERENCIAL TEÓRICO	
2.1 CARACTERIZAÇÃO DAS ESPÉCIES	30
2.1.1 Sabiá (<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth.)	30
2.1.2 Jucá (<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart. ex Tul.)	31
2.1.3 Craibeira (<i>Tabebuia aurea</i> (Manso) Benth. & Hook.)	31
2.1.4 Ipê-roxo (<i>Handroanthus impetiginosus</i> Mattos.)	32
2.2 SOMBREAMENTO	33
2.3 ANÁLISE DO CRESCIMENTO	36
3 MATERIAL E MÉTODOS	38
3.1 LOCALIZAÇÃO E PREPARO DAS ESTRUTURAS DE SOMBREAMENTO	38
3.2 ESPÉCIES E PRODUÇÃO DE MUDAS	40
3.3 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO	41
3.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	42
3.5 VARIÁVEIS ANALISADAS	44
3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA	46
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
4.1 CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE SABIÁ	48
4.1.1 Comprimento da parte aérea em mudas de sabiá	48
4.1.2 Diâmetro do coleto em mudas de sabiá	50
4.1.3 Massa seca das folhas em mudas de sabiá	52
4.1.4 Massa seca da parte aérea em mudas de sabiá	54
4.1.5 Área foliar em mudas de sabiá	56
4.1.6 Razão de área foliar em mudas de sabiá	58
4.1.7 Área foliar específica em mudas de sabiá	60
4.1.8 Taxa de crescimento absoluto em mudas de sabiá	62
4.1.9 Taxa de crescimento relativo em mudas de sabiá	64
4.1.10 Taxa assimilatória líquida em mudas de sabiá	66

4.2 CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE JUCÁ	69
4.2.1 Comprimento da parte aérea em mudas de jucá	69
4.2.2 Diâmetro do coleto em mudas de jucá	71
4.2.3 Massa seca das folhas em mudas de jucá	73
4.2.4 Massa seca da parte aérea em mudas de jucá	75
4.2.5 Área foliar em mudas de jucá	77
4.2.6 Razão de área foliar em mudas de jucá	79
4.2.7 Área foliar específica em mudas de jucá	81
4.2.8 Taxa de crescimento absoluto em mudas de jucá	83
4.2.9 Taxa de crescimento relativo em mudas de jucá	85
4.2.10 Taxa assimilatória líquida em mudas de jucá	87
4.3 CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE CRAIBEIRA	90
4.3.1 Comprimento da parte aérea em mudas de craibeira	90
4.3.2 Diâmetro do coleto em mudas de craibeira	92
4.3.3 Massa seca das folhas em mudas de craibeira	94
4.3.4 Massa seca da parte aérea em mudas de craibeira	96
4.3.5 Área foliar em mudas de craibeira	98
4.3.6 Razão de área foliar em mudas de craibeira	100
4.3.7 Área foliar específica em mudas de craibeira	102
4.3.8 Taxa de crescimento absoluto em mudas de craibeira	104
4.3.9 Taxa de crescimento relativo em mudas de craibeira	106
4.3.10 Taxa assimilatória líquida em mudas de craibeira	108
4.4 CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DO IPÊ-ROXO	110
4.4.1 Comprimento da parte aérea em mudas de ipê-roxo	111
4.4.2 Diâmetro do coleto em mudas de ipê-roxo	113
4.4.3 Massa seca das folhas em mudas de ipê-roxo	114
4.4.4 Massa seca da parte aérea em mudas de ipê-roxo	116
4.4.5 Área foliar em mudas de ipê-roxo	118
4.4.6 Razão de área foliar em mudas de ipê-roxo	120
4.4.7 Área foliar específica em mudas de ipê-roxo	122
4.4.8 Taxa de crescimento absoluto em mudas de ipê-roxo	124

4.4.9 Taxa de crescimento relativo em mudas de ipê-roxo	126
4.4.10 Taxa assimilatória líquida em mudas de ipê-roxo	128
4.5 CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE SABIÁ, JUCÁ, CRAIBEIRA E IPÊ-ROXO AOS 147 DIAS APÓS O TRANSPLANTIO	131
4.5.1 Comprimento da parte aérea em mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo aos 147 dias após o transplantio	131
4.5.2 Diâmetro do coleto em mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo aos 147 dias após o transplantio	133
4.5.3 Massa seca das folhas em mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo aos 147 dias após o transplantio	136
4.5.4 Massa seca da parte aérea em mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo aos 147 dias após o transplantio	138
4.5.5 Área foliar em mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo aos 147 dias após o transplantio	140
4.5.6 Razão de área foliar em mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo aos 147 dias após o transplantio	143
4.5.7 Área foliar específica em mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo aos 147 dias após o transplantio	145
4.5.8 Taxa de crescimento absoluto em mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo aos 147 dias após o transplantio	147
4.5.9 Taxa de crescimento relativo em mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo aos 147 dias após o transplantio	149
4.5.10 Taxa assimilatória líquida em mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo aos 147 dias após o transplantio	151
5 CONCLUSÕES	155
REFERÊNCIAS	156

1 INTRODUÇÃO

No semiárido nordestino, o processo de degradação ambiental tem se intensificado graças ao crescimento populacional e às atividades agrícolas e industriais, o que se reflete no assoreamento e na poluição dos cursos d'água, na redução da produtividade dos solos e na perda de biodiversidade da fauna e da flora (FERNANDES & FERNANDES, 2012).

Atualmente, começam a ser vistas iniciativas de recuperação de algumas áreas. Até o ponto que se sabe, a grande maioria dessas iniciativas envolve o plantio de mudas de espécies nativas.

Nesse enfoque, a produção de mudas de espécies florestais nativas tem assumido uma grande importância. O ambiente de Caatinga oferece dificuldades particulares para programas de recuperação, devido à irregularidade de chuvas, e baixa profundidade e permeabilidade de solos. Pouco se conhece sobre as respostas fisiológicas de espécies nativas do semiárido aos diferentes fatores do ambiente, especialmente a luz (CARVALHO et al., 2006). Assim, torna-se necessário o desenvolvimento de estudos de base fisiológica, sobretudo no que diz respeito à germinação de sementes, crescimento inicial de plantas e produção de mudas, no sentido de oferecer suporte a programas de recomposição destes ambientes degradados (ALMEIDA et al., 2004).

Dentre os estudos necessários, para a obtenção de mudas vigorosas, destaca-se a necessidade da avaliação da capacidade de resposta das plantas a diferentes condições ambientais. Um dos fatores que tem que ser melhor compreendido é a resposta à luz, pois a mesma é responsável pelos mecanismos fisiológicos de crescimento e desenvolvimento das plantas. A classificação atual das espécies em pioneiras ou climácicas em função da resposta à luz foi feita para ambientes sub tropicais e temperados, e pode não ser adequada no caso da Caatinga, em virtude das

altas temperaturas. Em ambiente temperado a sombra fornece basicamente restrição de luminosidade, com perda na produção de ATPs, mas em ambiente tropical, a redução de dois ou três graus centígrados na temperatura pode promover uma redução importante da fotorrespiração, com tal economia de ATPs ao ponto de compensar a perda de luminosidade. Há poucos estudos que apoiem essa hipótese.

Pode-se avaliar a magnitude da necessidade de luz de uma espécie por meio de sombreamento artificial, no viveiro, o que confere uniformidade de iluminação e permite isolar e quantificar o efeito da luz (PORTELA et al., 2001). O uso de telas para simulação de sombreamento tem sido adotado por diversos autores, em estudos de determinação das exigências luminosas, pelas mais diferentes espécies, na fase inicial de desenvolvimento (LENHARD et al., 2013).

A disponibilidade de luz (sombreamento) é um dos fatores que influenciam o desenvolvimento de mudas em fase de viveiro, visto que a luz exerce papel de destaque sobre todos os estágios do desenvolvimento vegetal (SILVA et al., 2007). Segundo Scalón et al. (2003) os diferentes graus de luminosidade causam, em geral, mudanças morfológicas e fisiológicas na planta, sendo que o grau de adaptação é ditado por características particulares de cada espécie em interação com seu meio.

Frequentemente, a análise de crescimento é utilizada para predizer o grau de tolerância das diferentes espécies às mudanças na quantidade de radiação recebida, valendo-se de vários parâmetros para avaliação das respostas das plântulas em relação à intensidade luminosa (BENINCASA, 2003). Além disso é uma ferramenta que possibilita a estimativa das taxas de crescimento da planta, quantificando este balanço em determinado momento ou intervalo de tempo de interesse, sendo bastante valiosa no entendimento das adaptações da planta sob diferentes condições de manejo (OLIVEIRA et al., 2006). Dessa forma, a análise de crescimento em plantas apresenta-se como uma técnica importante para integrar informações morfofisiológicas e inferir prováveis respostas dos vegetais às mudanças ambientais. Além disso, alguns componentes de aptidão biológica, como sobrevivência, habilidade competitiva e

rendimento reprodutivo estão relacionados ao tamanho e crescimento das plantas (OLIVEIRA & ANDRADE e PEREZ, 2012).

Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o crescimento e desenvolvimento inicial de plantas jovens de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo, submetidas à diferentes níveis de sombreamento, no município de Mossoró-RN.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CARACTERIZAÇÃO DAS ESPÉCIES

2.1.1 Sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.)

Conhecida vulgarmente por sabiá, cebiá, unha-de-gato e sansão-do-campo, cujos nomes comuns advêm, respectivamente, da semelhança da coloração da casca com a plumagem da ave do mesmo nome, e dos acúleos agressivos e resistentes principalmente nos galhos jovens, e com rápido crescimento (ALENCAR, 2006; LORENZI, 2008), é uma planta espinhenta de 5-8 m de altura, dotada de copa baixa e densa, com tronco de 20-30 cm de diâmetro, revestido por casca com ritidoma escamoso, folhas alternas espiraladas, geralmente com três pares de pinas opostas, flores brancas, dispostas em inflorescência racemosa e fruto do tipo craspédio marrom (LORENZI, 2008).

Ocorre na Caatinga, em toda a região Nordeste. Sua madeira é pesada, dura e compacta sendo empregada para fazer mourões, estacas, postes, lenha e carvão. A folhagem constitui valiosa forragem para os animais durante o período de estiagem do sertão semiárido (LORENZI, 2008).

Na região Nordeste do Brasil é amplamente cultivada para produção de madeira. É também muito empregada como cerca viva defensiva. Usado na composição de pastagens arbóreas, faixas entre plantações e enriquecimento de capoeiras, sendo suas flores melíferas. Planta tolerante à luz direta e de rápido crescimento, é ideal para reflorestamentos heterogêneos destinados à recomposição de áreas degradadas de preservação permanente. Em sistemas agroflorestais, o sabiá é recomendado em consórcio com lavouras de cultivo anual (LORENZI, 2008; MAIA, 2004).

2.1.2 Jucá (*Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul.)

Popularmente conhecida como jucá e pau-ferro, pode atingir 10-15 m, seu tronco curto é revestido por casca com ritidoma escamoso em placas finas. Suas folhas são alternas espiraladas, compostas bipinadas. Com flores amarelas, dispostas em panículas apicais e axilares. Seu fruto é do tipo vagem, muito duro, contendo poucas sementes (LORENZI, 2008).

Ocorre nos estados do Piauí, Alagoas, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, na floresta pluvial Atlântica e na Caatinga (LORENZI, 2008). É uma espécie própria da Região Nordeste, do Ceará à Bahia, na Caatinga arbórea e arbustiva (DUCKE, 1953; MAIA, 2004). No Estado do Ceará, é mais frequente nas serras do Araripe e do Apodi, parte leste, Oeste e Sul do estado (MAIA, 2004; LORENZI, 2008).

É usada para confecção de cabos de ferramentas, canzis, esteios, clavas, arcos, móveis que necessitam de dobraduras, rodas, aros, estacas, lenha e carvão. Contém grande quantidade de celulose e lignina, podendo ser utilizada para a produção de álcool combustível e coque metalúrgico (MAIA, 2004). Sua madeira é dura, rígida e muito pesada (densidade 1,22 g/cm³), sendo empregada na construção civil. É muito utilizada na arborização urbana e, por ser uma planta resistente, pode ser usada em programas de recuperação de áreas degradadas (LORENZI, 2008).

2.1.3 Craibeira (*Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook.)

Conhecida como craibeira, caraiba, paratudo-do-campo, carobeira, craiba, carnaúba-do-campo, caroba-do-campo, ipê e ipê-do-cerrado. É tida como árvore de porte regular que pode atingir até 20 m de altura. Caracteriza-se como planta de porte arbóreo, com ramos cilíndricos, folhas digitadas, com folíolos oblongos, inflorescência

em tirso, corola amarela, com frutos do tipo siliqua, com cerca de 80 sementes, achatadas e aladas. (LORENZI, 2008; SILVA & QUEIROZ, 2003).

Ocorre em comunidades complexas nas regiões Amazônica, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste, em diversas formações vegetacionais, além de ser encontrada no Pantanal de Miranda, Mato Grosso do Sul, em áreas conhecidas como paratudais, onde normalmente apenas esta espécie arbórea domina a paisagem (ALMEIDA et al., 1998; LORENZI, 2008; SOARES e OLIVEIRA, 2009).

Além da beleza cênica propiciada pela floração e composição estrutural dos paratudais, a espécie é melífera e também é considerada planta medicinal (ALMEIDA et al., 1998; LORENZI & ABREU MATOS, 2002). De acordo com Pott e Pott (1994) é um “santo remédio” do pantaneiro.

Sua madeira tem valor econômico e é utilizada para confecção de ferramentas, móveis, caixotaria, artigos esportivos, construção civil e obras externas. É muito empregada na arborização e paisagismo de jardins, ruas e parques além de ser utilizada em projetos de reflorestamento e recuperação de áreas degradadas (LORENZI, 1992; ALMEIDA et al., 1998; GENTRY, 1992; ALMEIDA et al., 1998; SILVA & QUEIROZ, 2003; BARBOSA FILHO et al., 2004; SIMAMURA et al., 2003; TIGRE, 1968; BRAGA 1976; LORENZI, 2008).

2.1.4 Ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus* Mattos.)

O ipê-roxo é conhecido também como ipê-roxo-da-mata, ipê-comum, ipê-rosa (POTT & POTT, 1994; LORENZI, 2008). Seus exemplares apresentam de 8 a 20 m de altura, podendo atingir 35 m e 150 cm de diâmetro à altura do peito (DAP) (CARVALHO, 1994). Essa espécie produz sementes aladas em grande quantidade com curto período de viabilidade em condições naturais (PIÑA RODRIGUES & PIRATELLI, 1993; LORENZI, 2008).

Pode ser encontrado com frequência em áreas de vegetação nativa nos estados do Espírito Santo, Bahia, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Rio Grande do Sul e Mato Grosso do Sul, além de outros países da América do Sul, como por exemplo, Argentina, sul da Bolívia, leste do Paraguai e Uruguai, em ambientes com precipitações pluviométricas anuais variando de 1000 mm a 1900 mm, e temperaturas de 18 a 26 °C (CARVALHO, 1994).

Sua madeira é muito procurada e de alto valor econômico. Possui elevada densidade e durabilidade, resistente e de baixa retratilidade volumétrica, sendo empregada na construção civil, como quilhas de navios, mourões, pontes e assoalhos, confecções de bengalas, além de produzir carvão de boa qualidade (PAULA & ALVES, 2007). Apresentam grande valor medicinal e ornamental, com ampla utilização na arborização urbana e na recomposição vegetal de áreas degradadas (POTT & POTT, 1994; LORENZI, 2008).

2.2 SOMBREAMENTO

Dentre os fatores ambientais controladores do desenvolvimento vegetal, destacam-se a disponibilidade de luz, água, calor, nutrientes e condições edáficas. No entanto, é a luz que apresenta efeitos mais pronunciados no crescimento da planta por participar diretamente na fotossíntese. Além disso, a luminosidade fornece sinais que regulam o desenvolvimento da planta através de receptores de luz sensíveis a diferentes intensidades. Dessa forma, modificações nos níveis de luminosidade aos quais uma espécie está adaptada podem condicionar diferentes respostas fisiológicas em suas características bioquímicas, anatômicas e de crescimento (ATROCH et al., 2001).

A radiação não é para a planta somente uma fonte de energia, mas também um estímulo, governando o condicionamento do desenvolvimento e às vezes funciona

como um fator estressante. Todos esses efeitos da radiação ocorrem por meio da absorção dos quanta de luz, a qual é mediada por um fotorreceptor altamente específico. Para que a energia luminosa produza seu efeito, depende da sua absorção por determinadas substâncias, que são os pigmentos vegetais. Os sistemas de pigmentos são moléculas que contêm um grupo cromofórico responsável pelas suas cores, sendo os principais pigmentos vegetais as clorofilas, fitocromos, carotenóides e as antocianinas (LARCHER, 2002; TAIZ & ZEIGER, 2004).

Em condições de alta ou de baixa luminosidade, mecanismos fisiológicos e bioquímicos, além de alterações morfológicas são necessários, para que a planta utilize a energia luminosa e, conseqüentemente, aumente seu ganho de carbono. A irradiância é um dos principais fatores ambientais necessários para o crescimento, distribuição e produção primária das plantas (RODRÍGUEZ-CALCERRADA et al., 2008), no entanto, a alta intensidade luminosa pode provocar graves danos ao aparato fotossintético. Visando preservar as propriedades físico-químicas e a organização funcional das membranas dos tilacóides, plantas tolerantes a alta luminosidade desenvolvem mecanismos para não inviabilizar o funcionamento celular (QUILES & LÓPEZ, 2004).

O sombreamento artificial realizado através do uso de telas do tipo “sombrite” é um método muito utilizado no estudo das necessidades luminosas das diferentes espécies em condições de viveiro, por ser uma prática capaz de isolar e quantificar o efeito da intensidade luminosa e fornecer às parcelas experimentais condições uniformes de iluminação, quando comparadas aos estudos em condições naturais. Os diferentes graus de luminosidade causam, em geral, mudanças morfológicas e fisiológicas na planta, sendo que o grau de adaptação é ditado por características particulares de cada espécie em interação com seu meio (RÊGO & POSSAMAI, 2006; SCALON et al., 2003).

O estudo da luminosidade é fundamental para a avaliação do potencial de espécies nativas em eventuais programas de revegetação, pois a disponibilidade de luz

constitui um dos fatores críticos para o seu desenvolvimento (GAJEGO et al., 2001). As espécies arbóreas variam grandemente na sua capacidade de responder a alterações na disponibilidade de luz (THOMPSON et al. 1992).

O crescimento das plantas reflete a habilidade de adaptação das espécies às condições de radiação do ambiente em que estão se desenvolvendo. Geralmente as características de crescimento são utilizadas para inferir o grau de tolerância ou intolerância das espécies à baixa disponibilidade de luz (SCALON et al., 2003). O nível de sombra de um ambiente afeta a taxa fotossintética dos vegetais do sistema, por influenciar diretamente na quantidade de luz que será absorvida pelas plantas, para realizarem a fotossíntese, interferindo no crescimento e desenvolvimento das plantas.

O ambiente de luz em que a planta cresce é de fundamental importância, pois a adaptação das plantas a este ambiente depende do ajuste do seu aparelho fotossintético, de modo que a luminosidade ambiental seja utilizada de maneira mais eficiente possível. As respostas destas adaptações serão refletidas no crescimento global da planta (ENGEL & POGGIANI, 1991).

A exposição de algumas espécies arbóreas jovens a pleno sol ocasiona aumento da temperatura foliar, diminuindo significativamente as taxas de assimilação máxima de carbono devido à diminuição da condutância estomática (FRANCK & VAAST, 2009). Por outro lado, baixas intensidades luminosas não fornecem suprimento adequado de energia, limitando também, o funcionamento da fotossíntese (GONÇALVES et al., 2001).

A resposta das espécies ao sombreamento são diferentes e foram observadas por diversos autores como Caron et al. (2010) em *Schizolobium parahyba*, Costa et al. (2011) em *Hymenaea stigonocarpa* e Dantas et al. (2009) em *Caesalpinia pyramidalis*, que observaram que as mudas não foram influenciadas pela luminosidade à qual foram submetidas. Já Daniel et al. (1994) obtiveram alta mortalidade de *Goupia glabra* produzidas a pleno sol e Oliveira & Andrade e Perez (2012) observaram maior desenvolvimento inicial em *Tabebuia aurea* sob pleno sol. Portela et al. (2001) em

Clitoria fairchildiana Howard, Carvalho et al. (2006) em *Syagrus coronata* (Mart.) Becc., Rosa et al. (2009) em *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke. e Almeida et al. (2004) em *Cryptocaria aschersoniana* Mez. observaram melhor crescimento com 30% de sombreamento. Equanto Dutra et al. (2012) em *Copaifera langsdorffii* Desf, Mota et al. (2012) em *Dipteryx alata*, Silva et al. (2007) em *Hymenaea parvifolia* e Lenhard et al. (2013) em *Caesalpinia férrea* apresentaram melhores parâmetros de crescimento quando mantidas em ambiente sob 50% de sombreamento. Melo & Cunha (2008) verificaram melhores índices em mudas de *Erythrina velutina* Wild. submetidas a 80% de sombreamento.

2.3 ANÁLISE DO CRESCIMENTO

A análise do crescimento se apresenta como uma técnica válida para estudar as bases fisiológicas da produção e, por em evidência, a influência exercida pelas variáveis ambientais, genéticas e agrônômicas. Esta técnica descreve as condições morfofisiológicas da planta em diferentes intervalos de tempo, entre duas amostragens sucessivas, e propõe-se a acompanhar a dinâmica de produção fotossintética avaliada através do acúmulo de fitomassa seca (NIEUWHOF; GARRETSEN; OEVEREN, 1991).

Frequentemente, a análise de crescimento é utilizada para predizer o grau de tolerância das diferentes espécies às mudanças na quantidade de radiação recebida, valendo-se de vários parâmetros para avaliação das respostas das plântulas em relação à intensidade luminosa (BENINCASA, 2003).

Em geral, dentro da tendência de crescimento das plantas, ocorre primeiro o crescimento vegetativo, a partir do qual se forma o aparato fotossintético, em seguida, ocorre a fase reprodutiva, seguida da senescência. Dependendo do estágio de desenvolvimento, a matéria seca acumulada é distribuída de forma diferente em cada um dos órgãos da planta (DEVLIN, 1976; CHIRINOS-TORRES et al., 1999).

O fundamento da análise do crescimento é a medida sequencial da acumulação de matéria orgânica e sua determinação é feita, normalmente, considerando a massa seca das plantas. Devido ao fato desse procedimento ser destrutivo, as plantas tomadas como amostra, a cada período de tempo, devem representar a população em estudo, a fim de que as técnicas estatísticas apropriadas possam ser utilizadas. Além das determinações da massa seca, as áreas foliares também são medidas (OLIVEIRA et al., 2006).

Várias características constituem parâmetros para avaliar as respostas de crescimento de plantas à intensidade luminosa. Dentre essas, a de uso mais freqüente é a altura da planta, visto que a capacidade em crescer rapidamente quando sombreadas é um mecanismo de adaptação das plantas, compreendendo uma valiosa estratégia para escapar do sombreamento (MORAES NETO et al., 2000). E ainda segundo Farias et al. (1997) para avaliar o comportamento das mudas de espécies florestais em relação à luz, a altura e o diâmetro de caule são usados com maior freqüência. O maior diâmetro de caule é uma característica desejável em mudas porque garante maior sustentação da muda. A produção de matéria seca, a área foliar e as relações entre a biomassa das partes aérea e radicular são variáveis também utilizadas na avaliação do crescimento das mudas quanto à luz.

A área foliar é um índice importante em estudos de crescimento vegetal, uma vez que determina o acúmulo de matéria seca, o metabolismo vegetal, a capacidade fotossintética potencial, o rendimento e a qualidade da colheita (JORGE & GONZALEZ, 1997). Para avaliar mudas florestais em diferentes intensidades luminosas a determinação da área foliar é importante porque as folhas são as principais responsáveis pela captação de energia solar e pela produção de matéria orgânica por meio da fotossíntese (OLIVEIRA et al., 2006). Quando são submetidas a diferentes condições de luminosidade as mudas apresentaram resposta diferencial em área foliar, indicando que esta característica é determinada pela condição ambiente a que a planta está submetida (LENHARD et al., 2013).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO E PREPARO DAS ESTRUTURAS DE SOMBREAMENTO

O experimento foi conduzido na horta didática II, do Departamento de Ciências Vegetais (DCV) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), em Mossoró-RN, entre maio e novembro de 2013. O município de Mossoró-RN está localizado na região semiárida do nordeste brasileiro. Possui coordenadas geográficas 5°11' de latitude sul, 37°20' de longitude W. Gr., e 18 m de altitude. O clima é quente e seco, com temperatura média anual em torno de 27,5°C, umidade relativa de 68,9%, nebulosidade média anual de 4,4 décimos e precipitação média anual de 673,9 mm (CARMO FILHO et al., 1991).

A área experimental (Figura 1) mediu 0,075 hectares, onde foram construídas estruturas (Figura 2 e Figura 3) medindo 4,50 x 2,50 x 2,00 m de comprimento, largura e altura, respectivamente, e recobertas com tela do tipo sombrite que proporcionaram sombreamento de 30, 50 e 70%.



Figura 1. Área de instalação do experimento sobre efeito do sombreamento no crescimento de plantas jovens de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo. Mossoró/RN.UFERSA, 2013.



Figura 2. Estruturas montadas para a instalação dos tratamentos de sombreamento em plantas jovens de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo. Mossoró/RN.UFERSA, 2013.

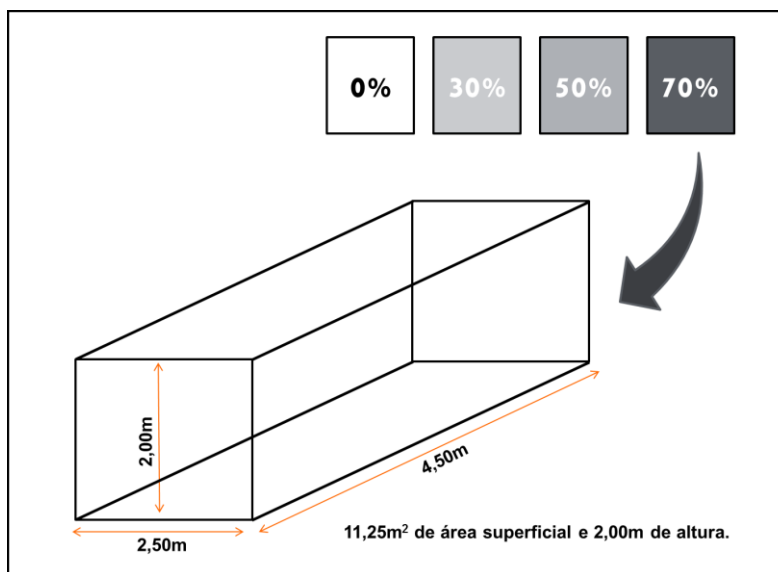


Figura 3. Representação gráfica das estruturas de sombreamento montadas para plantas jovens de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo. Mossoró/RN.UFERSA, 2013.

3.2 ESPÉCIES E PRODUÇÃO DE MUDAS

As espécies utilizadas foram o sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.), jucá (*Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul.), craibeira (*Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook.) e ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus* Mattos.). Plantas arbóreas nativas da Caatinga indicadas para programas de reflorestamento e de recuperação de áreas degradadas.

As sementes foram coletadas de várias matrizes, no campus leste da UFERSA/Mossoró-RN. Foi realizado o desponte, com auxílio de uma tesoura de poda, nas sementes de sabiá e jucá para superação da dormência. As mudas foram produzidas na casa de vegetação da Biofábrica (UFERSA), com tela sombrite de 50% de sombreamento, em bandejas de poliestireno de baixa densidade de 128 células, contendo fibra-de-coco como substrato.

3.3 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

As mudas foram transplantadas para sacolas plásticas de polietileno preto de 1,9 L, quando apresentavam três folhas verdadeiras, para o sabiá e jucá e dois pares de folhas, para a craibeira e ipê-roxo, completamente expandidas, e medindo de 3 a 5 cm (sabiá e jucá) e de 5 a 7 cm (craibeira e ipê-roxo). A análise físico-química do substrato utilizado nas sacolas plásticas pode ser encontrada na (Tabela 1 e Tabela 2).

Foi instalado um sistema de irrigação por micro-aspersão, colocando-se uma linha em cada entrutura. Cada linha possuía três microaspersores Rondo, com vazão de 51L/H, espaçados 0,9 m entre si. Foram realizadas duas irrigações diárias.

Tabela 1. Análise física do substrato utilizado nas sacolas plásticas, na produção de mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN.UFERSA, 2013.

Areia	Areia	Areia	Silte	Argila
Grossa	Fina	Total		
-----kg kg ⁻¹ -----				
0,66	0,21	0,87	0,09	0,04

Tabela 2. Análise química (macro e micronutrientes) do substrato utilizado na produção de mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN.UFERSA, 2013.

Complementos: MESSING/KAWOLF/ERLEN, 2019.										
N	MO	CE	pH	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	
----g kg ⁻¹ ----		ds m ⁻¹	(água)	-----mg dm ⁻³ -----			-----cmol _c dm ³ -----			
0,35	11,36	0,13	8,28	25,8	98,8	95	3,20	0,48	0	
(H+Al)	SB	t	CTC	V	M	PST	Cu	Fe	Mn	Zn
-----cmol _c dm ³ -----				-----%------			-----mg dm ⁻³ -----			
0	4,35	4,35	4,35	100	0	10	0,06	2,2	11,3	3,63

O controle de plantas daninhas foi realizado manualmente, com intervalos de 20 dias nas sacolas e de 45 dias nas estruturas, a partir do transplântio e se estendendo até o término do experimento.

Foram realizadas três aplicações, com intervalos de 10 dias, do inseticida Perfekthion, na dose de 1 mL do produto para um litro de água, para controle de colchonilha e do percevejo de renda, no sabiá e na craibeira, respectivamente.

3.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental adotado foi o de blocos completos casualizados, com quatro repetições (Figura 4), em esquema fatorial 4x4x8, sendo o primeiro fator as quatro espécies florestais (sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo), o segundo fator quatro níveis de sombreamento (0, 30, 50 e 70%) e o terceiro fator oito épocas de avaliação (0, 21, 42, 63, 84, 105, 126 e 147 dias após o transplântio – DAT).

Foram distribuídas 24 plantas de cada espécie em cada estrutura de sombreamento, totalizando 96 plantas em cada estrutura, agrupadas de três em três

mudas, espaçadas 0,50m, onde cada parcela experimental foi composta por uma planta útil (Figura 5).

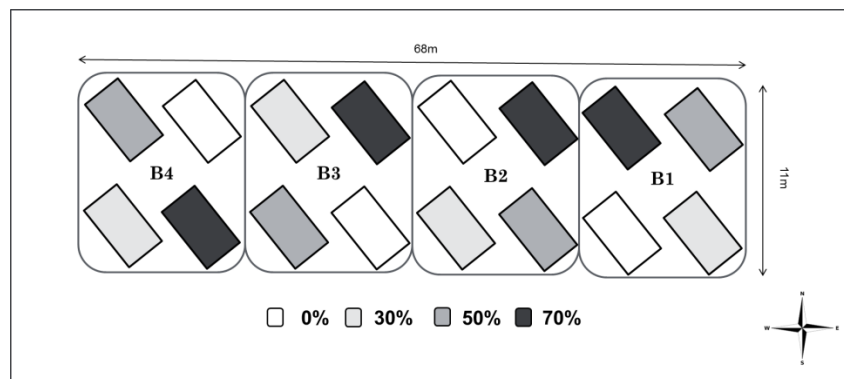


Figura 4. Representação gráfica da casualização dos blocos análise de crescimento de plantas jovens de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN.UFERSA, 2013.

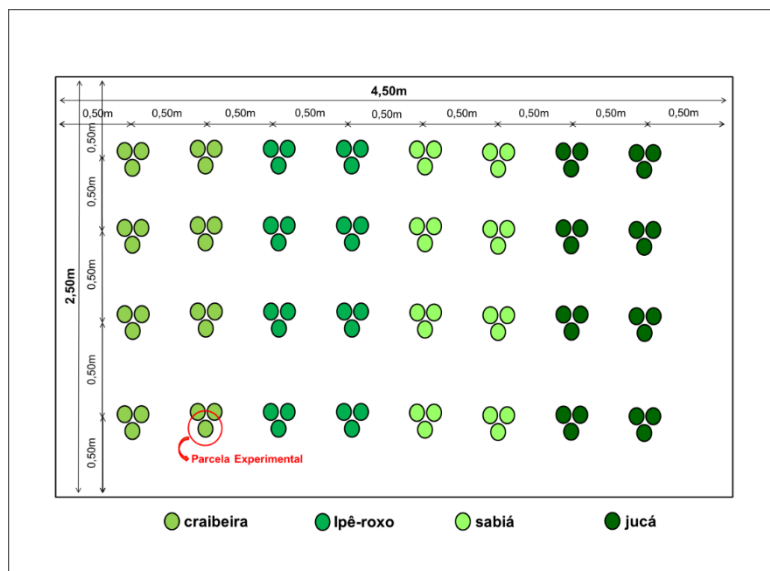


Figura 5. Representação gráfica da distribuição das espécies e da parcela experimental do experimento com plantas jovens de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN.UFERSA, 2013.

3.5 VARIÁVEIS ANALISADAS

Por ocasião do transplântio, e a cada 21 dias, foram coletadas quatro plantas por tratamento, e avaliado o comprimento da parte aérea (CPA), com auxílio de uma régua graduada de 50 cm, considerando do coleto até o ápice, e o diâmetro do coleto (DC), com o auxílio de um paquímetro digital. Logo em seguida as plantas foram fracionadas em folhas, caule e raízes e acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa com circulação forçada de ar sob temperatura de $65\pm 1^{\circ}\text{C}$, até atingir massa constante, para obtenção da massa da matéria seca das folhas (MSF, g planta^{-1}), massa da matéria seca do caule (MSC, g planta^{-1}), massa da matéria seca da raiz (MSR, g planta^{-1}) e massa da matéria seca total (MST, g planta^{-1}).

A área foliar (AF, cm^2) foi determinada pelo método do disco corrigido (LOPES et al., 2011), os valores obtidos pelo método do disco foram corrigidos por meio da multiplicação por uma constante obtida para a cultura através da análise de regressão entre os valores precisos de área de uma amostra de 10 folhas numeradas, e os valores obtidos pelo método do disco. Os valores precisos de área foram determinados após análise das imagens obtidas com auxílio de um scanner de mesa das mesmas folhas. Para a determinação das áreas por análise de imagens, foi utilizado o software ImageJ (versão 1.48n).

Com base na área foliar e nas massas secas, foram determinadas as seguintes características, conforme Benincasa (2003):

Razão de área foliar (RAF): expressa a área foliar útil para a fotossíntese, é a razão entre a área foliar (AF) e matéria seca total (MST), obtida através da equação 1:

$$\text{RAF} = \text{AF}/\text{MST} (\text{cm}^2 \text{ g}^{-1}) \quad (1)$$

Área foliar específica (AFE): relaciona a superfície (AF) com a massa seca da própria folha (MSF), conforme a equação 2.

$$AFE = AF/MSFolha \text{ (cm}^2 \text{ g}^{-1}\text{)} \quad (2)$$

Taxa de crescimento absoluto (TCA): representa a massa seca acumulada por intervalo de tempo. É a variação ou incremento entre duas amostragens. É obtida através da equação 3, onde MS1 e MS2 são as massas da matéria seca de duas amostragens sucessivas e T2 e T1 representam as épocas de amostragem, neste caso, a diferença de tempo foi fixada em 21 dias:

$$TCA = (MS2 - MS1)/(T2 - T1) \text{ (g planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}\text{)} \quad (3)$$

Taxa de crescimento relativo (TCR): a taxa de crescimento da planta é função do tamanho inicial, isto é, o aumento em gramas da massa seca, o qual é relacionado à massa seca existente no instante em que se inicia o período de observação. A TCR é dada pela equação 4, onde MS2 e MS1 são as massas secas de duas amostragens sucessivas e T2 e T1 representam as épocas de amostragem:

$$TCR = (\ln MS2 - \ln MS1)/(T2 - T1), \text{ (g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}\text{)} \quad (4)$$

Taxa assimilatória líquida (TAL): expressa a taxa de fotossíntese líquida, massa seca produzida (g), por unidade de área foliar (cm²), por unidade de tempo. A TAL é obtida através equação 5, onde MS2 e MS1 são as massas secas de duas amostragens sucessivas, T2 e T1 representam as épocas de amostragem e AF2 e AF1 representam as áreas foliares de duas amostragens sucessivas.

$$TAL = [(MS2 - MS1)/(T2 - T1)] \cdot [(\ln AF2 - \ln AF1)/(AF2 - AF1)] \\ \text{(g cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}\text{)} \quad (5)$$

3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a comparação do efeito de sombreamento dentro de cada espécie e a comparação entre as espécies, foi executada uma análise de variância em separado para cada época de avaliação, e comparados os níveis de 0 e 50%, sendo o delineamento experimental definido como fatorial 4 X 2. Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, com o auxílio do programa estatístico SISVAR versão 5.3, desenvolvido na Universidade Federal de Lavras (FERREIRA, 2010). Os resultados são apresentados nos gráficos representados por * (5%) ou ** (1%). Quando não ocorreu diferença significativa entre os tratamentos 0 e 50%, é apresentada no texto apenas a média aritmética dos quatro níveis de sombreamento.

Para a comparação entre as espécies, dentro de cada nível de sombreamento, foi escolhida uma data (147 DAT). O delineamento considerado foi de 4X4. Nesse caso, após a análise de variância, em caso de diferença significativa entre as médias, estas foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%. Os resultados são apresentados nos gráficos representados por * (5%) ou ** (1%). Quando não ocorreu diferença significativa entre as espécies, é apresentado no texto apenas a média aritmética dos quatro níveis de sombreamento. Havendo diferença significativa entre as espécies, é apresentado um quadro de médias com os resultados do teste de Tukey.

As regressões foram geradas utilizando-se o software Sigmaplot 11.0. Na escolha do modelo, levou-se em conta o quadrado médio da regressão e a significância dos coeficientes, obtida pela análise da variância das regressões. Para essa análise, foi usado o delineamento fatorial com parcelas subdivididas no tempo (4X4X8). Os modelos são apresentados em gráficos

E para comparar o comportamento das espécies aos 147 dias, as espécies foram desdobradas em cada nível de sombreamento e suas médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%.

Para analisar o comportamento das espécies com relação a todos os níveis de sombreamento (0, 30, 50 e 70%) e as épocas avaliadas, foram avaliados os comportamentos das curvas nos gráficos de acordo com as regressões geradas pelo Sigmaplot 11.0.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE SABIÁ



Figura 6. Mudanças de sábiá, aos 105 dias após o transplante, em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

4.1.1 Comprimento da parte aérea em mudas de sábiá

Não houve diferença estatística para o comprimento da parte aérea (CPA) no dia do transplante. Aos 21 dias após o transplante (DAT), observou-se diferença estatística, ao nível de 5% de probabilidade e aos 42, 63, 84, 105, 126 e 147 DAT a 1%. O CPA apresentou comportamento exponencial para todos os níveis de

sombreamento, sendo verificado maior CPA nas plantas crescidas sob sombreamento, com crescimento lento até aproximadamente aos 42 DAT, intensificando-se a partir de então (Figura 7).

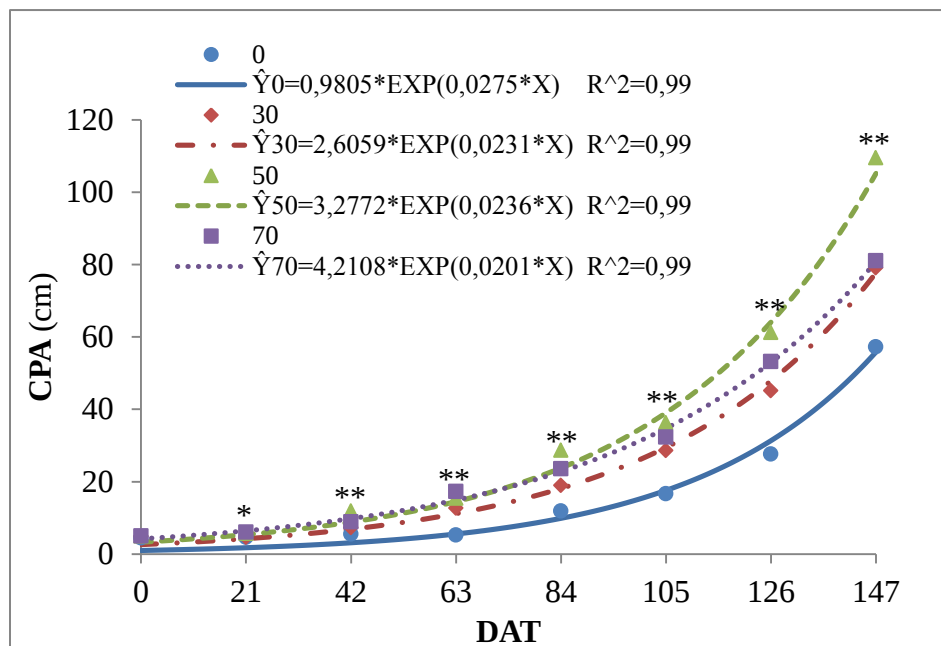


Figura 7. Comprimento da Parte Aérea (CPA) de mudas de sábiá em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013.

O CPA das mudas de sábiá sob 50% de sombreamento foi superior ao das mudas em pleno sol (0%) desde os 21 até os 147 DAT, com incremento de 24,45; 115,09; 192,95; 142,18; 117,81%; 122,08 e 91,33% aos 21, 42, 63, 84, 105, 126 e 147 DAT, respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3. Valores médios do comprimento da parte aérea (CPA) em mudas de sabiá produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Sombreamento	Dias Após o Transplântio							
	0	21	42	63	84	105	126	147
0%	4,60a	4,58b	5,50b	5,25b	11,83b	16,68b	27,58b	57,23b
50%	4,83a	5,70a	11,83a	15,38a	28,65a	36,33a	61,25a	109,50a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Os resultados obtidos por Câmara & Endres (2008) também mostraram, aos 60 dias após a emergência, que plantas de sabiá com 50 e 70% de sombreamento, apresentaram altura superior as plantas cultivadas a pleno sol.

De acordo Moraes Neto et al. (2000), a capacidade de crescer rapidamente quando sombreadas é um importante mecanismo de adaptação das plantas a condições de baixa intensidade luminosa.

A altura é um ótimo parâmetro de crescimento, pois espécies possuem diferentes padrões de respostas, de acordo com a sua capacidade adaptativa às variações na intensidade da luz (MUROYA et al., 1997).

4.1.2 Diâmetro do coleto em mudas de sabiá

Para o diâmetro do coleto (DC) houve diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade aos 21 e 84 DAT, onde aos 21 DAT o DC das mudas, sob pleno sol (0%), foi superior ao das mudas com 50% de sombreamento e aos 84 DAT as mudas sob 50% de intensidade luminosa apresentaram plantas com DC superior, com incremento de 25,27%. Aos 63 e 126 DAT verificou-se diferença estatística para o DC ao nível de 1%, com diâmetros maiores em plantas sob 50% de sombreamento, com incrementos de 70,68 e 56,76%, respectivamente (Tabela 4). Aos 0, 42, 105 e 147 DAT observaram-se valores médios de 0,93; 1,25; 4,08 e 8,56mm, respectivamente.

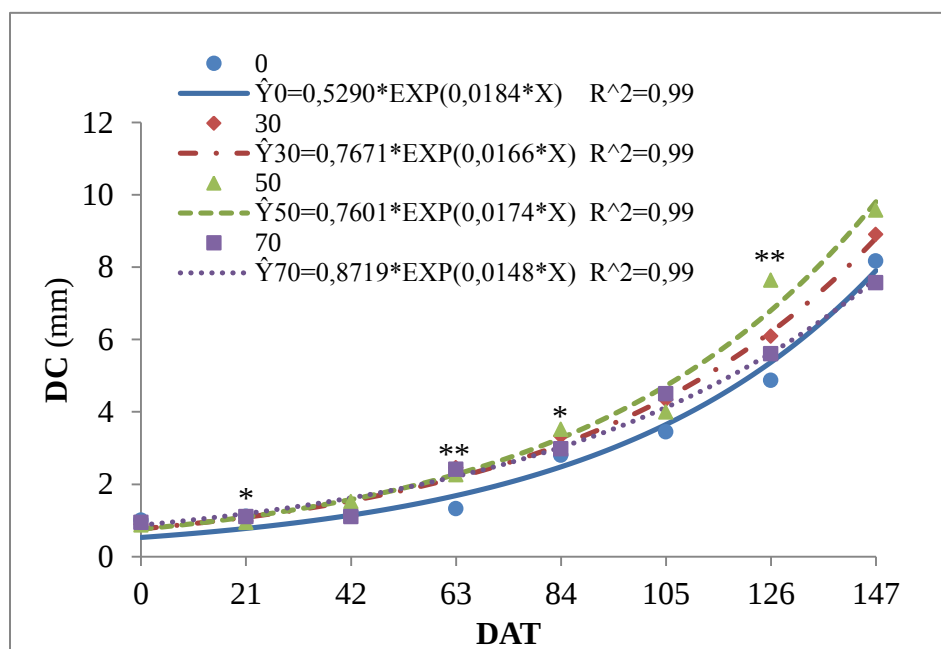


Figura 8. Diâmetro do Coleto (DC) de mudas de sábiá em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013.

Tabela 4. Valores médios do diâmetro do coleto (DC) em mudas de sábiá produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Dias Após o Transplântio								
Sombreamento	0	21	42	63	84	105	126	147
0%	1,01a	1,12a	1,23a	1,33b	2,81b	3,46a	4,88b	8,18a
50%	0,88a	0,95b	1,52a	2,27a	3,52a	4,00a	7,65a	9,58a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

O DC apresentou comportamento exponencial para os níveis de sombreamento. A partir dos 105 DAT as mudas sob 70% apresentaram uma queda na curva e aos 147 DAT verificou-se valores menores do que os observados em mudas sob pleno sol (Figura 8).

Aos 63 DAT foi observado DC igual a 1,33; 2,46; 2,27 e 2,41 para plantas mantidas com luminosidade de 0, 30, 50 e 70%, enquanto Câmara & Endres (2008) observaram, aos 62 dias após a emergência, valores médios de 3,16; 3,60, 2,60 e 2,0mm para diâmetro do colo de mudas de sabiá sob 0, 50, 70 e 92% de sombreamento, o que pode ser atribuído ao fato do experimento desses autores ter sido conduzido em condições de clima e substrato diferente (Maceió, AL).

Gonçalves et al. (2000) consideram que uma muda de boa qualidade deve apresentar diâmetro de coleto variando de 5 a 10 mm, requisitos encontrados nas mudas de sabiá produzidas sob 30, 50 e 70% aos 126 DAT e aos 147 DAT quando cultivadas a pleno sol, indicando que as plantas produzidas sob sombreamento estão aptas ao transplantio mais cedo do que as plantas produzidas a pleno sol.

4.1.3 Massa seca das folhas em mudas de sabiá

Verificou-se diferença significativa, ao nível de 1% de probabilidade, para a massa seca das folhas (MSF) dos 42 aos 147 DAT. A MSF apresentou crescimento exponencial para ambas intensidades luminosas, com pouca produção de massa foliar até os 63 DAT e intensificando-se a partir dos 84 DAT (Figura 9).

A MSF das plantas sob 50% de luminosidade foi superior à das plantas conduzidas em pleno sol, com incremento de 54,77% aos 147 DAT (Tabela 5).

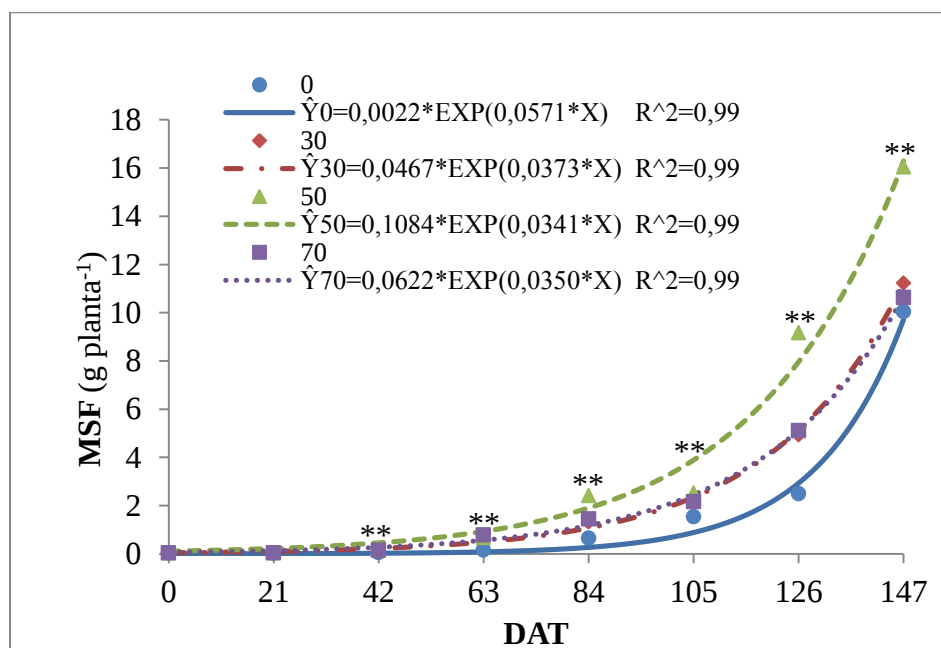


Figura 9. Massa Seca das Folhas (MSF) de mudas de sábiá em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013.

Tabela 5. Valores médios da massa seca das folhas (MSF) em mudas de sábiá produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Som	Dias Após o Transplântio							
	0	21	42	63	84	105	126	147
0%	0,0428a	0,0357a	0,0605b	0,1671b	0,6495b	1,5417b	2,5018b	10,0436b
50%	0,0397a	0,0505a	0,2276a	0,6752a	2,4229a	2,5258a	9,1668a	15,5445a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05).

Segundo Almeida et al (2004) o maior acúmulo de matéria seca foliar pode ser devido a uma compensação à menor quantidade de radiação disponível. No entanto, cabe observar que houve um crescimento maior das plantas como um todo, e não

apenas um aumento da partição de assimilados para as folhas, o que pode indicar maior eficiência fotossintética sob sombreamento.

Esses resultados corroboram com Câmara & Endres (2008) que observaram, em mudas de sabiá, maior acúmulo de massa seca nas folhas das plantas crescidas sob 50% de sombreamento, seguida por plantas cultivadas com 0, 70 e 92%.

4.1.4 Massa seca da parte aérea em mudas de sabiá

Para a massa seca da parte aérea (MSPA) foram observadas diferenças estatísticas, a 1% de probabilidade, dos 42 aos 147 DAT, com incrementos de 247,70; 328,41; 261,05; 63,63; 326,06 e 85,73%, com 50% de sombreamento comparadas a condição de pleno sol, aos 42, 63, 84, 105, 126 e 147 DAT, respectivamente (Tabela 6).

A MSPA apresentou comportamento exponencial nas épocas de avaliação para ambos os tratamentos, apresentando MSPA igual a 16,33; 22,30; 31,23 e 18,47 (g planta⁻¹) aos 147 DAT para os níveis de 0, 30, 50 e 70% de sombreamento, respectivamente (Figura 10).

Em todos os níveis de luminosidade estudados e épocas avaliadas as plantas de sabiá mantiveram o mesmo padrão de investimento em MSF e MSPA, distribuindo sua massa proporcionalmente (Figura 9 e Figura 10), comprovando que as plantas apresentaram maior acúmulo de biomassa na condição de sombreamento comparadas ao pleno sol.

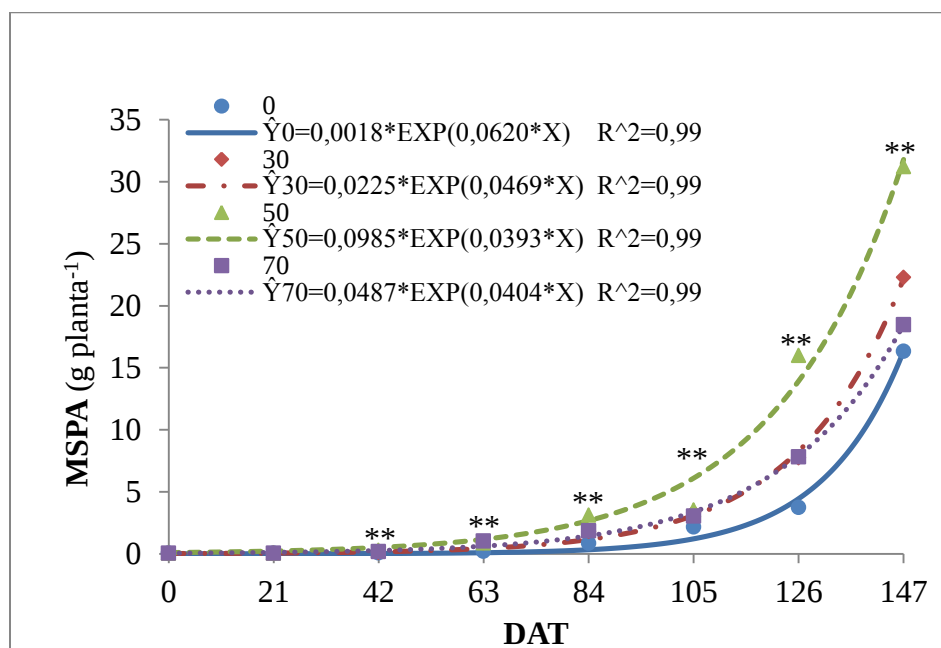


Figura 10. Massa Seca da Parte Aérea (MSPA) de mudas de sábiá em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013.

Tabela 6. Valores médios da massa seca da parte aérea (MSPA) em mudas de sábiá produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Som	Dias Após o Transplântio							
	0	21	42	63	84	105	126	147
0%	0,0534a	0,0503a	0,0803b	0,2073b	0,8684b	2,1719b	3,7543b	16,3308b
50%	0,0497a	0,0670a	0,2792a	0,8881a	3,1354a	3,5538a	15,9957a	30,7268a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Câmara & Endres (2008) também observaram maior MSPA em mudas de sábiá, em condição de 50% de sombreamento aos 62 dias após a emergência, seguidas por plantas sob 0, 70 e 92% de sombreamento.

4.1.5 Área foliar em mudas de sabiá

Analisando a área foliar (AF) nas épocas de avaliação, observou-se um comportamento exponencial para todos os níveis de luminosidade estudados, com maior intensificação para o nível de 50%, aos 105 DAT, com valores máximos de 4709,08 cm² de AF, aos 147 DAT (Figura 11).

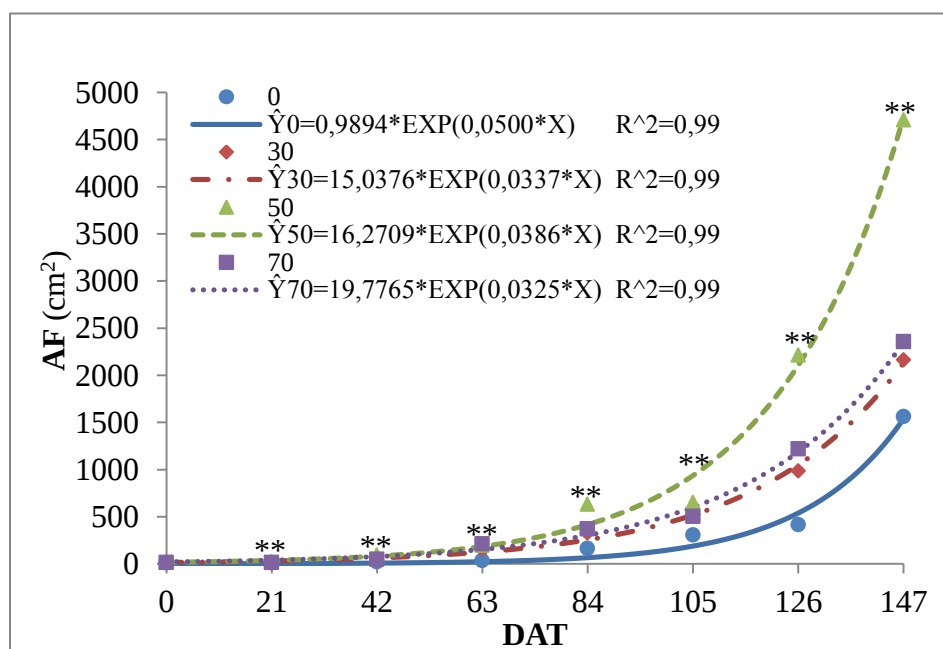


Figura 11. Área Foliar (AF) de mudas de sábiá em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013.

Observou-se diferença estatística, a 1% de probabilidade, para a AF, dos 21 aos 147 DAT. Maiores valores de área foliar (AF) foram observados sob 50% de sombreamento com acréscimos de 89,03; 315,17; 423,24; 287,62; 112,53; 433,48 e

201,28% aos 21, 42, 63, 84, 105, 126 e 147 DAT, respectivamente, em comparação a condição de pleno sol (0%) (Tabela 7).

Tabela 7. Valores médios da área foliar (AF) em mudas de sabiá produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Som	Dias Após o Transplântio							
	0	21	42	63	84	105	126	147
0%	13,34a	11,21b	22,35b	38,03b	163,94b	307,63b	415,20b	1563,24b
50%	16,63a	21,19a	92,79a	198,99a	635,47a	653,80a	2215,26a	4709,08a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Com o aumento do sombreamento, observou-se também a tendência de aumento da área foliar, com máximo em 50%, e diminuindo em 70% (Figura 11). O aumento em área foliar pode ser devido a dois fatores: se associado à manutenção ou diminuição da massa total, ele indica adaptação ao sombreamento, com investimento em área foliar para compensar a perda em eficiência fotossintética (menor TAL). Porém, ocorreu aumento de biomassa (Figura 10), e isso indica que em algumas épocas de coleta, parece que houve efeito direto do sombreamento. Esse maior crescimento em condições de maior sombreamento pode estar relacionado com a menor temperatura (e menor fotorrespiração) e/ou maior umidade relativa do ar, com menos vento. Como os dados de temperatura e umidade relativa não são apresentados no presente trabalho, essa hipótese não pode ser avançada.

O sombreamento de 70% se caracterizou como uma condição limitante para o sabiá, ocorrendo limitação tanto da área foliar (Figura 11) como da biomassa da parte aérea (Figura 10).

Quando mudas de plantas são conduzidas em condição de sombreamento aumentam sua superfície foliar para receber maior quantidade de luz solar, já que esta é

essencial para certas atividades metabólicas dos vegetais como fotossíntese e crescimento (TEIXEIRA et al., 2013).

Mudas de *Caesalpinia ferrea* também apresentaram tanto maior AF, quanto maior MST, quando submetidas a 50% de sombreamento em relação a condição de pleno sol, caracterizando a melhor condição de crescimento (LENHARD et al, 2013), no entanto, *Caesalpinia pyramidalis* e *Euterpe edulis* apresentaram maior AF e a mesma MST, quando submetidas a 50% de sombreamento em relação a condição de pleno sol, indicando compensação luminosa e não crescimento, sob sombreamento de 50% (DANTAS et al, 2009; NAKAZONO et al., 2001).

4.1.6 Razão de área foliar em mudas de sabiá

Houve diferença estatística a 5% aos 21, 42, 84, 105 e 126 DAT e a 1% aos 63 e 147 DAT para razão de área foliar (RAF). A RAF apresentou comportamento linear decrescente para ambos os tratamentos, ao longo do tempo, com média de 128,83 e 78,64 cm² g⁻¹ sob 50 e 0% de sombreamento, respectivamente aos 147 DAT (Figura 12). Os resultados demonstraram que a área foliar útil para a fotossíntese, foi reduzida com o tempo em todas as condições de luminosidade testadas.

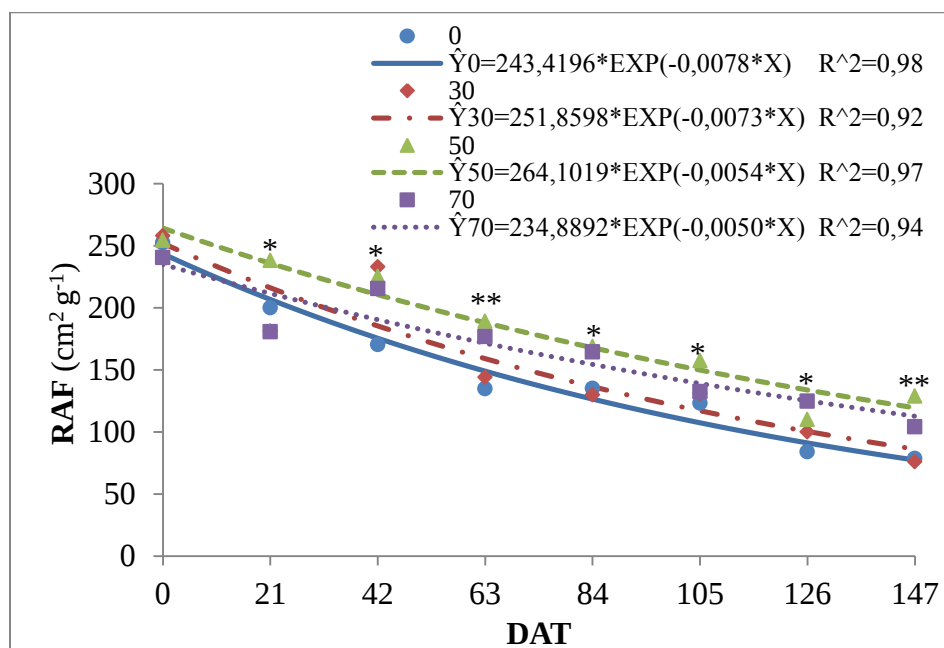


Figura 12. Razão de Área Foliar (RAF) de mudas de sábiá em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013.

Tabela 8. Valores médios da razão de área foliar (RAF) em mudas de sábiá produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Som	Dias Após o Transplântio							
	0	21	42	63	84	105	126	147
0%	252,01a	200,14b	170,45b	134,72b	135,07b	123,36b	83,97b	78,64b
50%	254,24a	238,32a	255,21a	189,16a	168,88a	157,40a	110,16a	128,83a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

As plantas sob 50% de sombreamento apresentaram acréscimos de 19,16; 49,73; 40,41; 25,03; 27,59; 31,19 e 63,82% para RAF, comparadas com a condição de pleno sol aos 21, 42, 84, 105 e 126 DAT, respectivamente (Tabela 8).

A diminuição da RAF com o tempo acontece devido o aumento da quantidade de tecidos “mortos”, no caule e raízes, e as próprias folhas velhas ficam mais pesadas. Quanto aos tratamentos de sombra, observa-se que houve um maior investimento para a produção de folhas. O “patrimônio econômico” de uma planta é a sua MST. Se ela investe uma fração maior desse recurso em área foliar, é porque ela está precisando absorver mais luz.

Os resultados indicam que a dimensão relativa do aparelho assimilador variou em função dos níveis de sombreamento, pois de acordo com Benincasa (2003) a RAF expressa a área foliar útil para a fotossíntese, sendo a relação entre a área foliar responsável pela interceptação da energia luminosa e CO₂ e a massa seca total, resultado da fotossíntese, ou seja, quanto em área é necessário para se produzir 1 g de matéria seca.

Semelhantemente, em *Hymenaea parvifolia* a RAF foi mais alta em plântulas cultivadas sob sombreamento natural, seguida por plântulas cultivadas sob 70% de sombreamento e, por último, de plântulas cultivadas sob 50% de sombreamento e pleno sol, que não diferiram entre si (SILVA et al., 2007). Em *Caesalpinia ferrea* a RAF também foi maior em plantas mantidas sob menores intensidades luminosas, reduzindo de 51,54 para 24,47 cm² g⁻¹, nas condições de 70 e 0% de sombreamento, respectivamente (LENHARD et al., 2013).

4.1.7 Área foliar específica em mudas de sabiá

Não houve efeito significativo aos 0 e 84 DAT para a área foliar específica (AFE), e as plantas apresentaram valores médios de 384,20 e 254,04 cm² g⁻¹, respectivamente. Enquanto que aos 21, 42, 63, 105, 126 e 147 DAT foi verificada diferença estatística ao nível de 1% de probabilidade, com incremento na AFE de 33,23; 10,82; 28,76; 30,65; 46,29 e 88,18%, respectivamente, para a condição de sombreamento de 50% em relação ao sol pleno (Tabela 9).

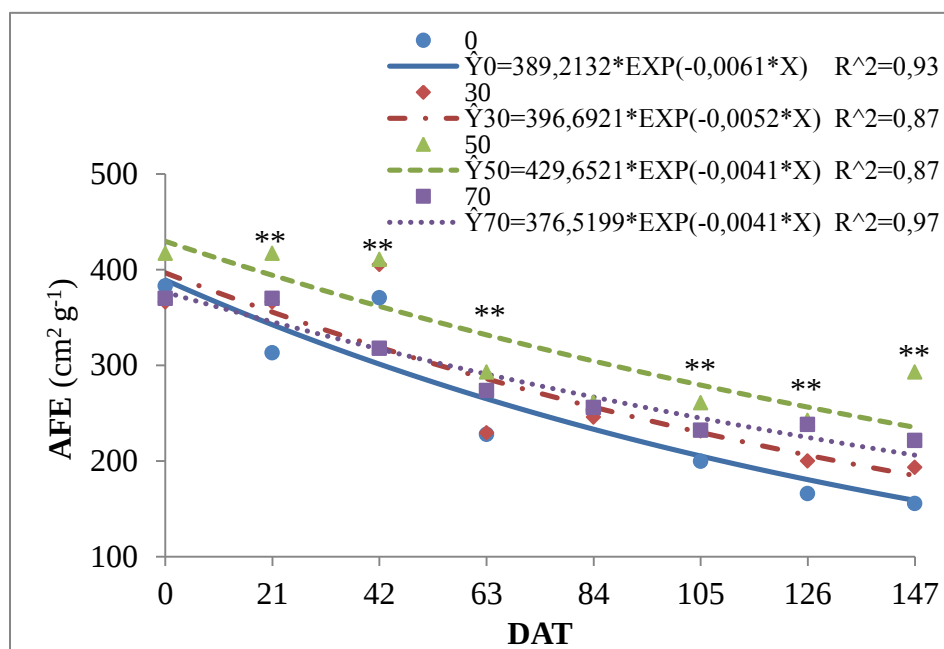


Figura 13. Área Foliar Específica (AFE) de mudas de sábiá em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013.

Tabela 9. Valores médios da área foliar específica (AFE) em mudas de sábiá produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Som	Dias Após o Transplântio							
	0	21	42	63	84	105	126	147
0%	383,61a	313,11b	370,71b	227,76b	252,82a	199,69b	165,83b	155,72b
50%	417,17a	417,17a	410,83a	293,26a	261,48a	260,90a	242,60a	293,03a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

O comportamento da AFE, em ambos tratamentos foi linear decrescente, com médias de 293,03 cm² g⁻¹, para mudas produzidas com 50% de luminosidade e 155,72 cm² g⁻¹, para condição de pleno sol, aos 147 DAT (Figura 13).

Segundo Benincasa (2003) a AFE é expressa pela razão entre a área foliar e a massa seca das folhas. A área foliar é um componente morfofisiológico e a massa, componente anatômico de uma espécie vegetal, pois está relacionado à composição interna (número e tamanho) das células do mesófilo. Infere-se daí que o inverso da AFE reflete a espessura das folhas. Ou seja, quanto maior a AFE menor a espessura das folhas, caracterizando-se como um importante indicador de sombreamento.

Os resultados mostraram maior AFE, nas mudas de sabiá, sob 50% de sombreamento, indicando uma menor espessura dessas folhas, permitindo uma passagem de maior quantidade de luz para as folhas mais baixas da planta. Em *Caesalpinia pyramidalis* também foi observada maior AFE em mudas crescidas em condição de 50% de interceptação luminosa (DANTAS et al., 2009).

4.1.8 Taxa de crescimento absoluto em mudas de sabiá

Para a taxa de crescimento absoluto (TCA) verificou-se efeito significativo aos 42, 63, 84 e 126 DAT a 1%, onde as plantas na condição de 50% sombreamento apresentaram incrementos de 357,14; 355,56; 186,41 e 606,20%, respectivamente, em relação as plantas mantidas sob pleno sol. Nas demais épocas não se constatou diferenças estatísticas entre os tratamentos, com médias de TCA igual a 0,0011; 0,0596 e 0,7547 g planta⁻¹ dia⁻¹ aos 21, 105 e 147 DAT, respectivamente (Tabela 10).

A TCA apresentou comportamento exponencial dentro dos níveis de sombreamento, com crescimento lento até os 63 DAT, intensificando a partir de então. As médias observadas aos 126 DAT foram 0,7860 e 0,1113 g planta⁻¹ dia⁻¹ para as condições de pleno sol e sombreamento de 50%, respectivamente (Figura 14).

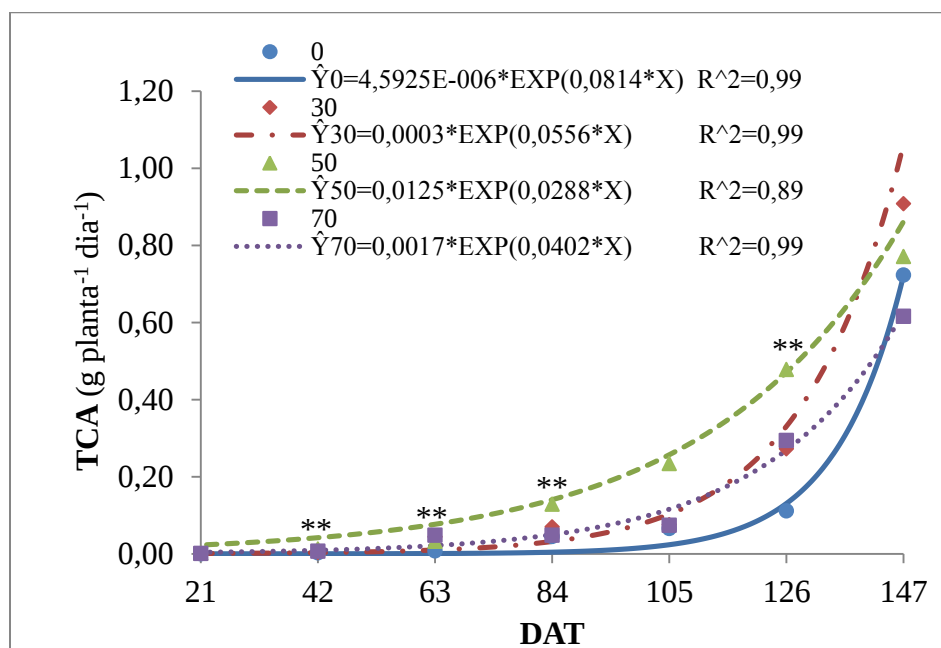


Figura 14. Taxa de Crescimento Absoluto (TCA) de mudas de sábiá em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013.

Tabela 10. Valores médios da taxa de crescimento absoluto (TCA) em mudas de sábiá produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Sombreamento	Dias Após o Transplântio						
	21	42	63	84	105	126	147
0%	0,0005a	0,0028b	0,0072b	0,0449b	0,0655a	0,1113b	0,7235a
50%	0,0018a	0,0128a	0,0328a	0,1286a	0,0233a	0,7860a	0,7713a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A taxa de crescimento absoluto pode ser usada para se ter ideia da velocidade média de crescimento ao longo do período de observação (BENINCASA, 2003).

As plantas sob sombreamento de 50% apresentam uma maior velocidade de crescimento em quase todos os períodos amostrados. Aos 147 DAT ocorre uma alteração de fase com o sombreamento, que pode ser entendido como uma mudança de adaptação da planta com o passar do tempo, onde plantas mantidas sob as menores intensidades de sombreamento, mantém maiores TCA, em relação as plantas sombreadas, que vão diminuindo a TCA.

Não houve diferenças na TCA em plantas de *Hymenaea parvifolia* mantidas a pleno sol e 50% de sombreamento, ocorrendo redução nessa variável com o aumento do sombreamento (SILVA et al., 2007). Em *Caesalpinia pyramidalis* Dantas et al. (2009) verificaram diferenças estatísticas na TCA, dos 60 aos 100 dias após a emergência, de plantas mantidas em diferentes luminosidades, observando decréscimos na TCA com o aumento do sombreamento.

4.1.9 Taxa de crescimento relativo em mudas de sabiá

Ocorreu efeito significativo aos 42, 126 e 147 DAT ao nível de 5% de probabilidade e aos 63, 84 e 105 DAT a 1%, para a taxa de crescimento relativo (TCR). Sendo que aos 21 DAT as plantas não apresentaram diferença significativa, com média de $0,0132 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$. A TCR mostrou comportamento polinomial, com crescimento até aos 63 DAT para mudas mantidas com 30 e 70% de sombreamento, decrescendo a partir de então e com crescimento até aos 84 DAT para condição de 0 e 50%, decrescendo a partir desta época. Apresentando valores médios de $0,0274 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ sob sombreamento de 50%, sendo superior à condição de pleno sol, aos 147 DAT (Figura 15).

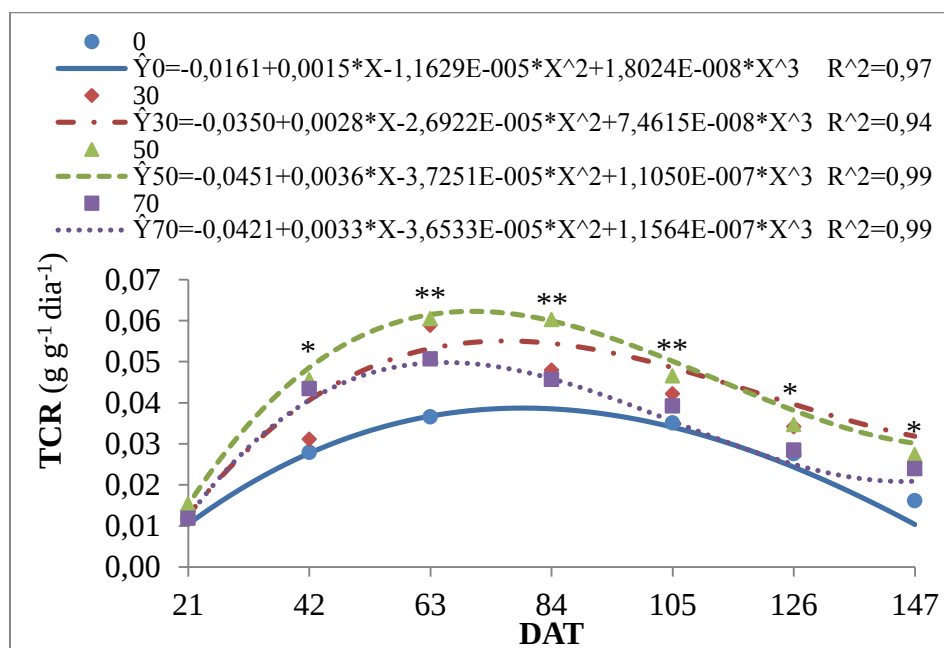


Figura 15. Taxa de Crescimento Relativo (TCR) de mudas de sábiá em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013.

Tabela 11. Valores médios da taxa de crescimento relativo (TCR) em mudas de sábiá produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Sombreamento	Dias Após o Transplântio						
	21	42	63	84	105	126	147
0%	0,0119a	0,0279b	0,0366b	0,0470b	0,0351b	0,0276b	0,0162b
50%	0,0154a	0,0456a	0,0605a	0,0603a	0,0466a	0,0348a	0,0274a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Observou-se um incremento na TCR das plantas com 50% de intensidade luminosa de 63,44; 65,30; 28,30; 32,76; 26,09 e 69,14%, respectivamente aos 42, 63, 84 105, 126 e 147 DAT, em relação as plantas mantidas em pleno sol (Tabela 11).

Benincasa (2003) ressalta que a taxa de crescimento relativo (TCR) é a medida da rapidez com que uma planta cresce quando comparada com o seu tamanho inicial.

Há uma leve redução da TCR entre os 63 e 84 DAT, prosseguindo até a última avaliação, isso pode ser devido ao fato da planta apresentar maior vigor na sua fase inicial, e tornar-se menos vigorosa com o passar do tempo. Observa-se ainda que as plantas sob sombreamento de 50% apresentam maior TCR, que associada a maior TCA, significa que as plantas sob essa condição apresentaram maior velocidade de crescimento quando comparadas à condição de pleno sol.

Dantas et al. (2009) verificaram em *Caesalpinia pyramidalis*, que apenas para TCR, entre 30 e 60 dias após emergência, as mudas apresentaram resposta às luminosidades impostas, e aquelas submetidas a 30% de sombreamento apresentaram maior TCR, diferindo significativamente das mudas submetidas ao maior sombreamento (75%).

Plantas de *Hymenaea parvifolia* mantidas a pleno sol, 50 e 70% de sombreamento apresentaram taxa de crescimento relativo da massa seca (TCR_{MS}) semelhantes, não diferindo entre si, mas apenas das plantas mantidas sob sombreamento natural (SILVA et al., 2007).

4.1.10 Taxa assimilatória líquida em mudas de sabiá

Para a taxa assimilatória líquida (TAL) houve efeito significativo a 1% de probabilidade aos 63, 84, 105, 126 e 147 DAT e a 5% aos 42 DAT, com incrementos de 500; 41,49; 195; 635; 63,89 e 800%, respectivamente, nas plantas sob sombreamento de 50% quando comparadas as plantas na condição de pleno sol. Aos 21 DAT as plantas mantidas em pleno sol e sob sombreamento, não apresentaram diferença significativa na TAL, apresentando 0,0001 g cm² dia⁻¹ (Tabela 12).

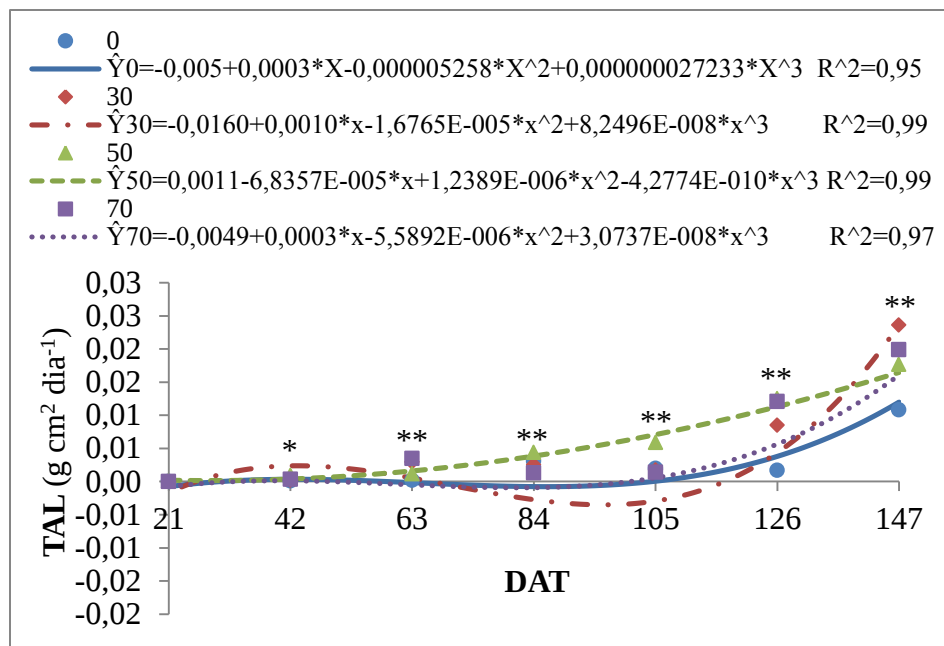


Figura 16. Taxa Assimilatória Líquida (TAL) de mudas de sábiá em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013.

Tabela 12. Valores médios da taxa assimilatória líquida (TAL) em mudas de sábiá produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Sombreamento	Dias Após o Transplante						
	21	42	63	84	105	126	147
0%	0,0001a	0,0001b	0,0002b	0,0031b	0,0020b	0,0017b	0,0108b
50%	0,0001a	0,0009a	0,0012a	0,0044a	0,0059a	0,0125a	0,0177a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A TAL apresentou comportamento polinomial ao longo do tempo, para os níveis de sombreamento, e aos 147 DAT observou-se média de $0,0108 \text{ g cm}^2 \text{ dia}^{-1}$, nas

plantas sob pleno sol e $0,0177 \text{ g cm}^2 \text{ dia}^{-1}$ nas plantas sob 50% de sombreamento (Figura 16).

A TAL expressa a taxa de fotossíntese líquida, em termos de matéria seca produzida por unidade de área foliar. Dessa forma, a TAL indica a eficiência das folhas para produção de biomassa (BENINCASA, 2003).

A TAL, as taxas de crescimento (TCA e TCR), AF e RAF foram maiores em plantas sob 50% de sombreamento, propiciando maior produção de biomassa (MSF e MSPA), sugerindo ser essa a condição mais favorável para produção dessas plantas.

Não houve diferenças na TAL das mudas de *Caesalpinia pyramidalis* em condições de 0, 30, 50 e 75% de sombreamento (DANTAS et al., 2009). Em *Hymenaea parvifolia* a TAL obtida para o tratamento de 70% de sombreamento se mostrou reduzida em relação a pleno sol e 50% de sombreamento, mas não apresentando diferenças nas taxas de crescimento devido a compensação pelo aumento da RAF (SILVA et al., 2007).

4.2 CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE JUCÁ

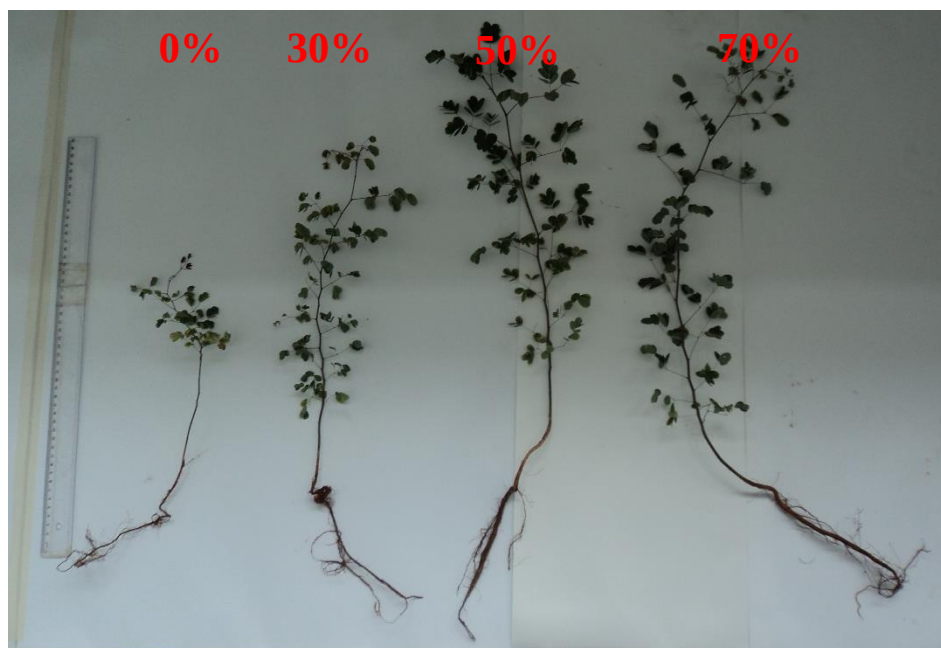


Figura 17. Mudras de jucá, aos 105 dias após o transplântio, em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

4.2.1 Comprimento da parte aérea em mudras de jucá

O sombreamento afetou o comprimento da parte aérea (CPA) dos 42 aos 147 dias após o transplântio (DAT). Com incrementos de 23,51; 42,45; 65,05; 104,65; 56,09 e 174,57% para mudras de jucá em condição de 50% de sombreamento em relação ao pleno sol, aos 42, 63, 84, 105, 126 e 147 DAT, respectivamente. No dia do transplântio e aos 21 DAT não foi verificada diferença estatística para os tratamentos, com valores médios para CPA de 10,54 e 10,88 cm, respectivamente (Tabela 13).

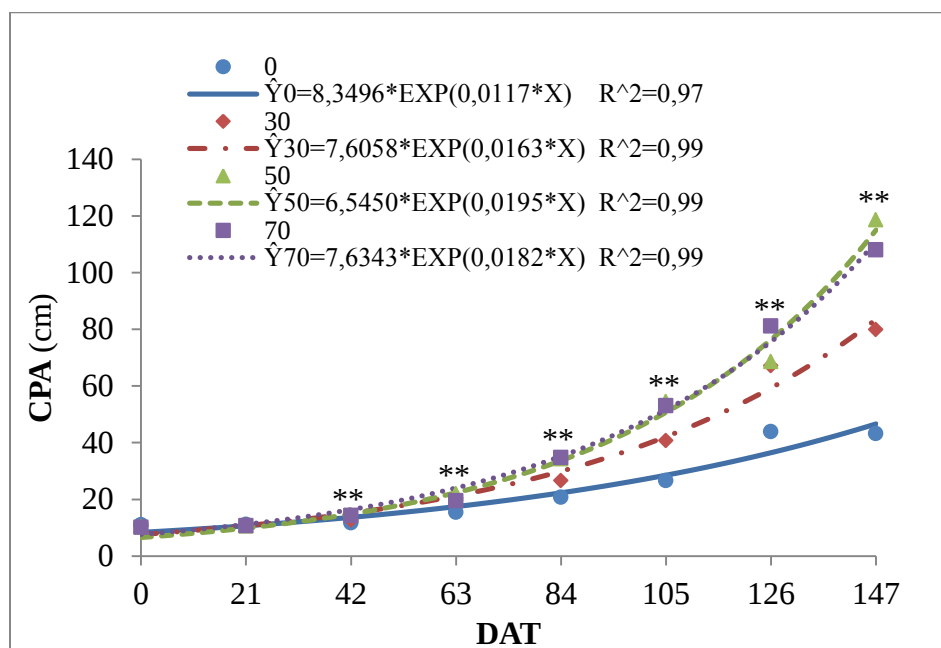


Figura 18. Comprimento da Parte Aérea (CPA) de mudas de jucá em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013.

Tabela 13. Valores médios do comprimento da parte aérea (CPA) em mudas de jucá produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Sombreamento	Dias Após o Transplântio							
	0	21	42	63	84	105	126	147
0%	11,13a	11,20a	11,78b	15,50b	20,80b	26,68b	44,00b	43,25b
50%	10,40a	10,63a	14,55a	22,08a	34,33a	54,60a	68,68a	118,75a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

O CPA apresentou comportamento exponencial para os sombreamentos estudados, com crescimento lento até os 63 DAT, intensificando a partir de então,

apresentando valores médios de 118,75 cm na condição de 50% e 43,25 cm em pleno sol, aos 147 DAT (Figura 18).

O alongamento da parte aérea pode ser um indicador de estiolamento, visto que as plantas, quando são mantidas sob baixa luminosidade, alongam as células dos tecidos vegetais em direção a maiores intensidades luminosas, sem aumentar a massa. As plantas de jucá mantidas sob sombreamento apresentaram maior comprimento da parte aérea, caracterizando, porém, uma situação de crescimento e não de estiolamento, pois as plantas exibiram também maior peso de massa seca.

Melo & Cunha (2008) consideram que a altura da parte aérea apresenta comportamento inversamente proporcional aos níveis de luminosidade recebidos pelas plantas, e o rápido desenvolvimento em altura obtido pelas mudas sombreadas deve-se à busca de luminosidade, sendo este comportamento comum em áreas florestais, onde há competitividade entre as espécies.

Esses resultados corroboram com os obtidos por Lenhard et al. (2013), que verificaram maior altura das plantas de *Caesalpinia ferrea* sob 50% de sombreamento, aos 180 DAT, enquanto, a pleno sol, as plantas apresentaram menor porte. Santos et al. (2013) também obtiveram maior desenvolvimento em altura das mudas de *Caesalpinia ferrea* no ambiente com 50% de luminosidade em relação ao sol pleno.

Já os resultados encontrados por Lima et al. (2008) foram diferentes para a mesma espécie, onde as maiores alturas de mudas foram verificadas a pleno sol e as menores, sob sombreamento, no entanto este trabalho foi conduzido no Amapá, com condições climáticas diferentes da nossa região, apresentando clima tropical superúmido, que pode ter favorecido o maior crescimento das plantas sob pleno sol.

4.2.2 Diâmetro do coleto em mudas de jucá

O DC mostrou comportamento exponencial para os níveis de sombreamento, com crescimento lento até os 63 DAT, e aumentando a partir de então, apresentando

5,45 mm, na condição de 50% de interceptação luminosa e 3,29 mm sob pleno sol, aos 147 DAT (Figura 19).

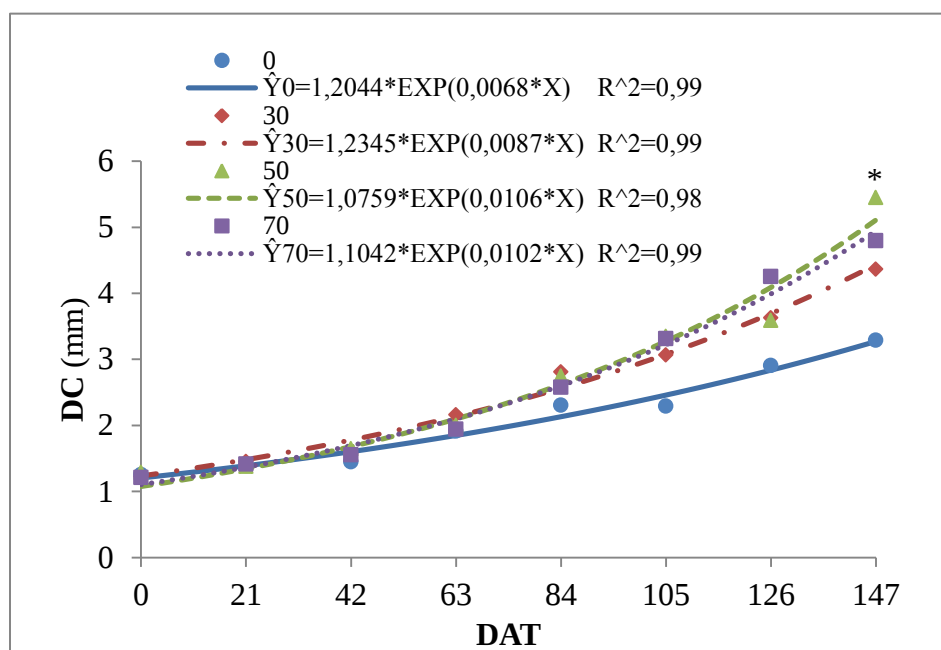


Figura 19. Diâmetro do Coleto (DC) de mudas de jucá em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013.

Tabela 14. Valores médios do diâmetro do coleto (DC) em mudas de jucá produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Dias Após o Transplântio								
Sombreamento	0	21	42	63	84	105	126	147
0%	1,26a	1,39a	1,45a	1,91a	2,31a	2,29a	2,91a	3,29b
50%	1,29a	1,38a	1,65a	2,00a	2,75a	3,35a	3,59a	5,45a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Só houve efeito significativo para o DC aos 147 DAT, onde mudas de jucá crescidas sob 50% de sombreamento apresentaram aumento de 65,65% comparadas as plantas produzidas em pleno sol. Aos 0, 21, 42, 63, 84, 105 e 126 DAT não houve diferença estatística entre os tratamentos, e as médias para DC foram 1,24; 1,41; 1,56; 2,01; 2,61; 3,01 e 3,60 mm, respectivamente (Tabela 14).

Resultados semelhantes foram obtidos por Lenhard et al. (2013), que constataram que o sombreamento induziu aumento no diâmetro do colo das mudas de *Caesalpinia ferrea*, apresentando diferença significativa entre os tratamentos. Entretanto, esta diferença foi estatisticamente maior para as mudas cultivadas sob 50% de sombreamento, quando comparadas com as cultivadas sob 0% e 70% de sombreamento.

Santos et al. (2013), nas mesmas condições experimentais deste trabalho, não detectou diferença estatística significativa para o diâmetro do coleto de mudas de jucá (*Caesalpinia ferrea*) entre os ambientes de 0 e 50% de sombreamento, aos 60 DAT, corroborando com os resultados alcançados neste ensaio para o mesmo espaço de tempo.

Resultados diferentes foram registrados por Lima et al. (2008), também em *Caesalpinia ferrea*, que verificaram que o diâmetro do colo variou com o sombreamento, havendo tendência de redução com o aumento do sombreamento. Segundo Kozlowski (1962), no entanto, o aumento do sombreamento diminui a fotossíntese e, conseqüentemente, a produção de fotoassimilados e reguladores de crescimento, causando redução no diâmetro do caule.

4.2.3 Massa seca das folhas em mudas de jucá

Ao longo do tempo a MSF apresentou comportamento exponencial para ambos níveis de luminosidade, sendo observado um crescimento lento até os 63 DAT,

aumentando a partir de então, obtendo-se valor máximo de 5,9326 g planta⁻¹, na condição de 50% de intensidade luminosa, aos 147 DAT (Figura 20).

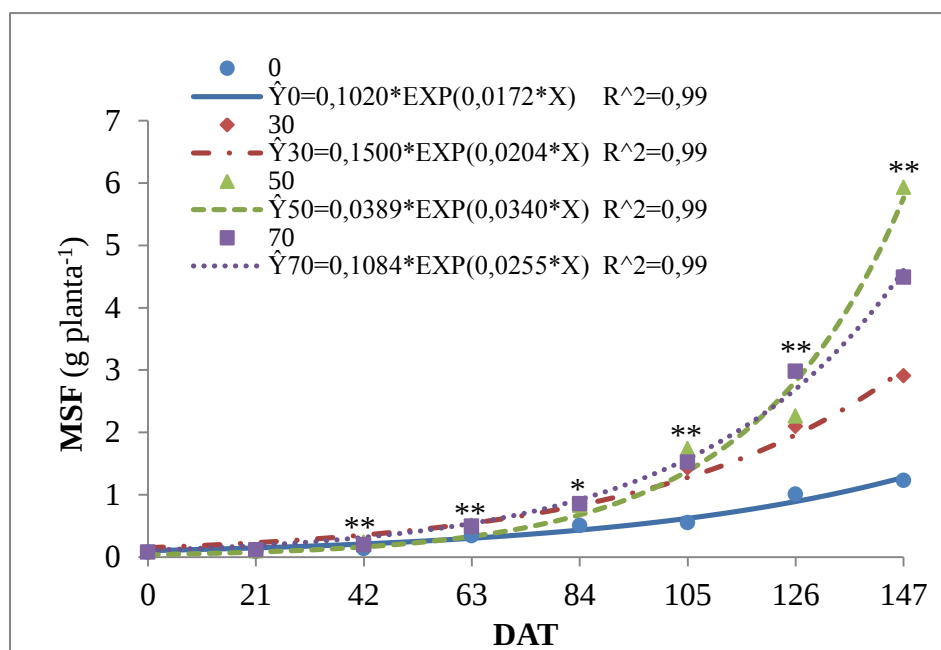


Figura 20. Massa Seca das Folhas (MSF) de mudas de jucá em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013.

Tabela 15. Valores médios da massa seca das folhas (MSF) em mudas de jucá produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Som	Dias Após o Transplântio							
	0	21	42	63	84	105	126	147
0%	0,0779a	0,0861a	0,1337b	0,3412b	0,5048b	0,5485b	1,0087b	1,2273b
50%	0,0864a	0,0963a	0,2343a	0,5111a	0,8266a	1,7361a	2,2587a	5,9326a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Houve diferença estatística para a massa seca das folhas (MSF), dos 42 aos 147 DAT. Nas mudas sob 50% de sombreamento ocorreu um incremento na MSF de 75,24; 49,79; 63,75; 216,52; 123,92 e 383,39% aos 42, 63, 84, 105, 126 e 147 DAT, respectivamente, em relação a condição de pleno sol. No dia do transplante das mudas e aos 21 dias após, a MSF foi 0,0801 e 0,0962g, respectivamente, não sendo observadas diferenças entre os tratamentos (Tabela 15).

As folhas são a parte mais importante no processo fotossintético, sendo responsáveis diretamente pela interceptação de luz e CO₂ usados na produção de fotoassimilados, sendo assim o maior investidor no crescimento da planta. Na condição de sombreamento, um maior investimento em folhas garante à planta um maior retorno em crescimento, o que foi observado neste ensaio.

Corroborando com Lenhard et al. (2013) que também verificaram maior acúmulo de massa seca foliar em plantas de *Caesalpinia ferrea* sob 50% de sombreamento, aos 180 dias após o transplante das mudas, Almeida et al. (2004) encontraram maior acúmulo de matéria seca foliar nas plantas de *Cryptocaria aschersoniana* cultivadas em 30 e 50% de sombreamento.

4.2.4 Massa seca da parte aérea em mudas de jucá

Verificou-se diferença estatística, a 1% de probabilidade, para a massa seca da parte aérea (MSPA) dos 42 aos 147 DAT. Plantas sob 50% de sombreamento apresentaram incrementos de 43,50; 38,01; 73,46; 249,64; 113,27 e 401,04% para MSPA, aos 42, 63, 84, 105, 126 e 147 DAT, respectivamente, em relação a condição de pleno sol (Tabela 16).

Os níveis de sombreamento, ao longo das épocas de avaliação, apresentaram crescimento exponencial para a MSPA, com valor máximo de 14,0811g, nas plantas com 50% de sombreamento, aos 147 DAT (Figura 21).

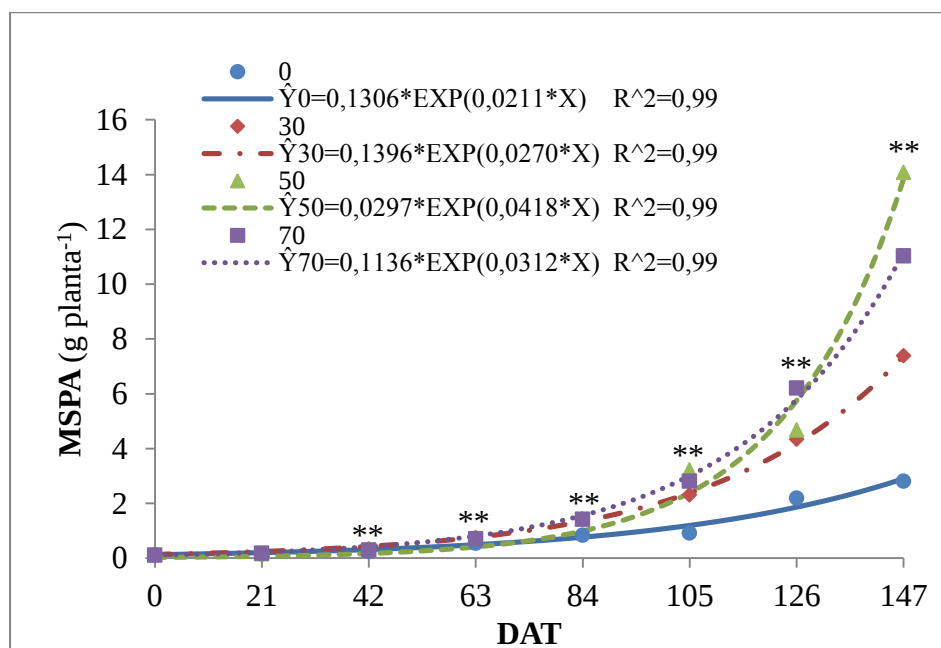


Figura 21. Massa Seca da Parte Aérea (MSPA) de mudas de jucá em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013.

Tabela 16. Valores médios da massa seca da parte aérea (MSPA) em mudas de jucá produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Som	Dias Após o Transplântio							
	0	21	42	63	84	105	126	147
0%	0,1140a	0,1561a	0,2416b	0,5451b	0,8377b	0,9231b	2,1956b	2,8104b
50%	0,1236a	0,1592a	0,3467a	0,7523a	1,4531a	3,2275a	4,6826a	14,0811a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Os resultados estão de acordo com Santos et al. (2013), Lenhard et al. (2013) e Lima et al. (2008) que também encontraram maior massa seca da parte aérea em *Caesalpinia ferrea* sob 50% de sombreamento.

As plantas sob 50% de sombreamento apresentaram tanto maior investimento em massa foliar, como em parte aérea, refletindo maior crescimento, já as plantas sob pleno sol apresentaram menores características de crescimento (menor CPA, MSF e MSPA) sugerindo essa condição como estressante ao seu desenvolvimento inicial, o que pode ser associado as altas temperaturas e baixa umidade relativa da região.

4.2.5 Área foliar em mudas de jucá

Para a área foliar (AF) houve efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade, aos 84 DAT e a 1% aos 42, 63, 105, 126 e 147 DAT. Aos 0 e 21 DAT não foi verificada diferença entre os tratamentos, observando-se AF de 41,64 e 49,36 cm², respectivamente. A AF de plantas mantidas no sombreamento de 50% foi superior em 56,90; 80,89; 67,86; 208,30; 174,57 e 336,74% comparada a condição de pleno sol, aos 42, 63, 84, 105, 126 e 147 DAT, respectivamente (Tabela 17).

Houve comportamento exponencial ao longo do tempo para AF, com maiores médias na condição de 50% de sombreamento, resultando em 1356,20 cm², aos 147 DAT (Figura 22).

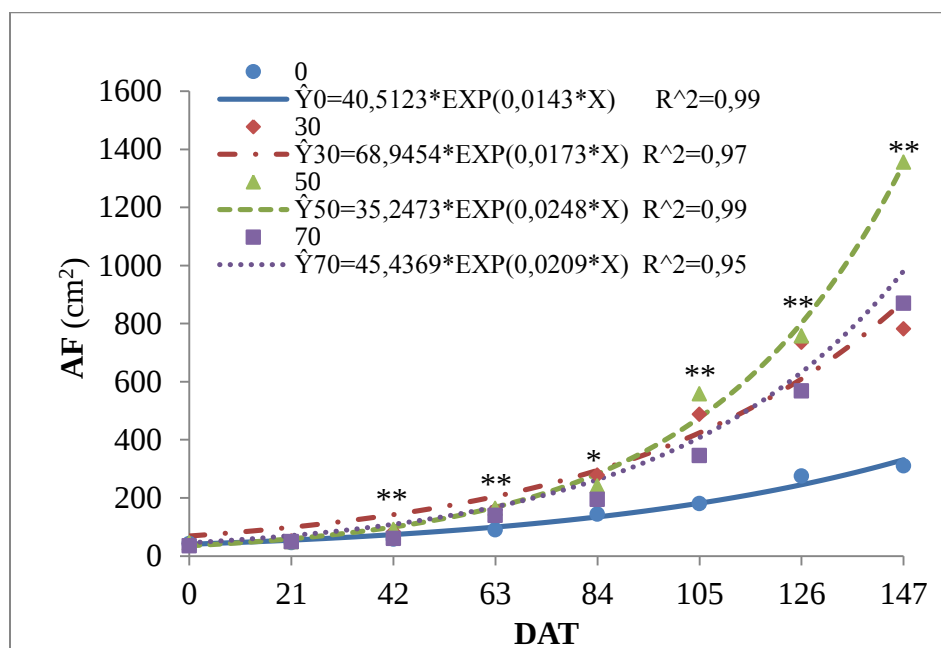


Figura 22. Área Foliar (AF) de mudas de jucá em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013.

Tabela 17. Valores médios da área foliar (AF) em mudas de jucá produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Som	Dias Após o Transplântio							
	0	21	42	63	84	105	126	147
0%	42,78a	46,20a	58,15b	90,58b	144,01b	181,12b	275,88b	310,48b
50%	44,88a	50,12a	91,24a	163,85a	241,73a	558,40a	757,49a	1356,20a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

O maior investimento em área foliar, sem aumento de biomassa é um clássico exemplo de fuga da sombra. O que não foi identificado nos resultados, pois provavelmente houve um maior investimento na expansão do limbo foliar das plantas

mantidas sob sombreamento, para compensar assim a menor interceptação luminosa, que também culminou com maior produção de biomassa.

A área foliar pode ser considerada como um índice de produtividade, dada a importância dos órgãos fotossintetizantes na produção biológica da planta (SCALON et al., 2003). A expansão da folha sob baixa luminosidade é uma resposta frequentemente relatada e indica uma maneira da planta compensar ou imprimir melhor aproveitamento à baixa luminosidade (LIMA et al., 2008).

Os resultados apresentados assemelham-se aos de Santos et al. (2013), que também constataram maior área foliar em plantas de jucá produzidas em ambiente de 50% de interceptação da luz. E Lenhard et al. (2013) também observaram maior área foliar nas plantas crescidas sob 50% de sombreamento, aos 180 DAT.

Já os resultados encontrados por Lima et al. (2008), para mesma espécie, mostram que as mudas submetidas ao sombreamento apresentaram menores áreas foliares quando comparadas com as mudas cultivadas a pleno sol.

4.2.6 Razão de área foliar em mudas de jucá

Houve efeito significativo para a razão de área foliar (RAF), ao nível de 5% de probabilidade, aos 42 e 126 DAT, com aumento de 21,30 e 30,99%, respectivamente, para a condição de 50% de sombreamento em relação ao pleno sol. Nas demais épocas não houve efeito significativo, observando-se médias de 296,00; 187,14; 124,89; 94,92; 112,71 e 66,29 cm² g⁻¹, aos 0, 21, 63, 84, 105 e 147 DAT, respectivamente, para RAF (Tabela 18).

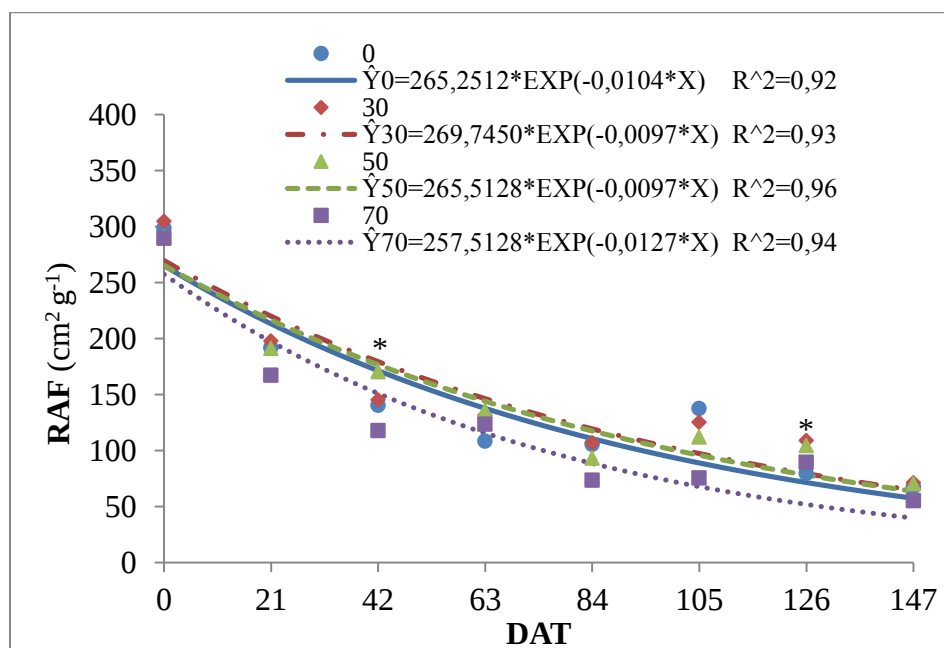


Figura 23. Razão de Área Foliar (RAF) de mudas de jucá em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013.

Tabela 18. Valores médios da razão de área foliar (RAF) em mudas de jucá produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Som	Dias Após o Transplante							
	0	21	42	63	84	105	126	147
0%	298,62a	191,96a	140,51b	108,49a	105,53a	137,64a	79,74b	67,66a
50%	290,81a	191,32a	170,44a	135,54a	93,35a	112,18a	104,45a	70,54a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A RAF mostrou comportamento exponencial decrescente com o tempo, para ambos os níveis de sombreamento, apresentando $104,45 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$ na condição de 50% de sombreamento, sendo superior a condição de pleno sol, aos 126 DAT (Figura 23).

Segundo Benincasa (2003), a razão de área foliar (RAF) é a relação entre a área foliar responsável pela interceptação da luz e a massa seca total, resultado da fotossíntese. Os menores valores de RAF em plantas com a mesma taxa de crescimento absoluto, portanto, indicam maior eficiência das folhas em produção de biomassa (DANTAS et al., 2009).

Lima et al. (2008) observaram, em mudas de *Caesalpinia ferrea*, que valores da razão de área foliar tenderam a aumentar com a redução da luminosidade, não havendo diferenças na razão de área foliar entre mudas sob sombreamento de 50 e 70%, sendo superiores a condição de pleno sol. Já Lenhard et al. (2013) verificaram que a RAF das plantas de *Caesalpinia ferrea*, mantidas sob 70% de sombreamento apresentou valores mais elevados que a dos demais tratamentos.

4.2.7 Área foliar específica em mudas de jucá

Para a área foliar específica (AFE) foi observada diferença significativa a 1% de probabilidade, aos 63, 84, 126 e 147 DAT, com incrementos de 33,13; 25,32; 35,28 e 42,18%, respectivamente, para as plantas condicionadas a 50% de sombreamento em relação a condição de pleno sol. Aos 0, 21, 42 e 105 DAT, não houve diferença estatística e as médias analisadas foram 546,40; 448,65; 379,38 e 224,80 cm² g⁻¹ (Figura 24 e Tabela 19).

Ao longo do tempo a AFE indicou comportamento exponencial decrescente para os níveis de sombreamento, resultando em 154,09 cm² g⁻¹ para a condição de pleno sol e 219,09 cm² g⁻¹ para 50% de intensidade luminosa, aos 147 DAT.

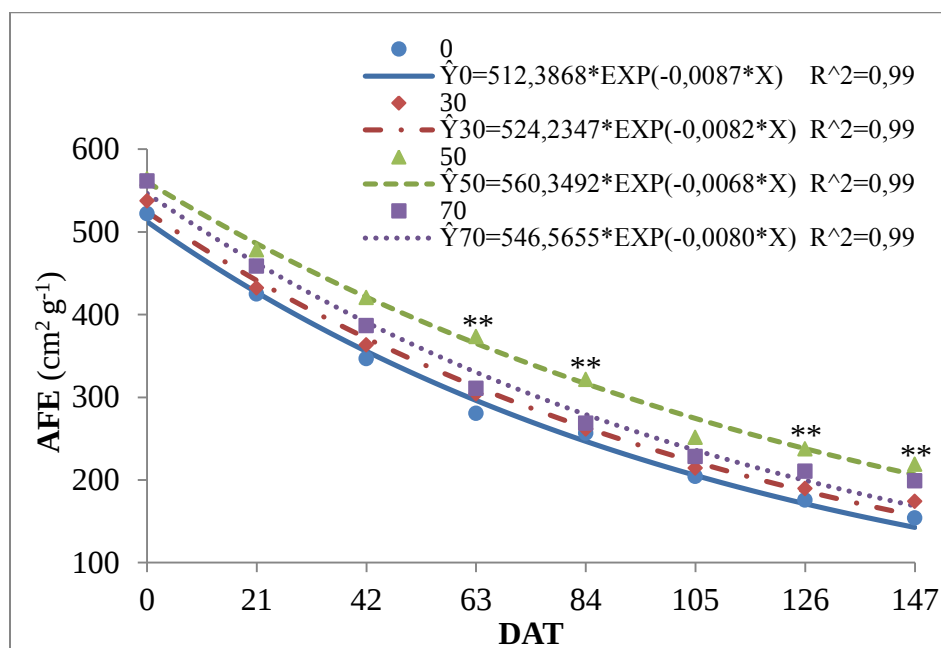


Figura 24. Área Foliar Específica (AFE) de mudas de jucá em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013.

Tabela 19. Valores médios da área foliar específica (AFE) em mudas de jucá produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Som	Dias Após o Transplântio							
	0	21	42	63	84	105	126	147
0%	522,01a	425,02a	346,72a	280,74b	256,71b	204,54a	175,76b	154,09b
50%	564,54a	478,54a	420,72a	373,74a	321,71a	251,55a	237,76a	219,09a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A área foliar específica (AFE) é expressa pela razão entre a área foliar e a massa seca das folhas. A área foliar é um componente morfofisiológico e a massa, componente anatômico de uma espécie vegetal, pois está relacionado à composição

interna (número e tamanho) das células do mesófilo. Infere-se daí que o inverso da AFE reflete a espessura das folhas (BENINCASA, 2003).

Ferreira (1996) relatou que decréscimos na AFE indicam aumento na espessura da folha, resultante do aumento do tamanho e do número de células nas plantas.

Foi observada maior AFE em plantas sob sombreamento, indicando que as plantas sob essa condição apresentaram folhas mais finas, o que é causado por um menor acúmulo relativo de massa nas folhas, talvez indicando uma menor capacidade produtiva dessas folhas (menor TAL), ou simplesmente uma adaptação para melhorar o aproveitamento da luz sob menores níveis de luminosidade, com folhas mais finas e maior área.

Os resultados corroboram com Lima et al. (2008), que observaram em *Caesalpinia ferrea* maior AFE em plantas submetidas a sombreamento natural, seguida da condição de 50 e 70% de sombreamento, que não diferiram entre si, mas foram superior a condição de pleno sol.

4.2.8 Taxa de crescimento absoluto em mudas de jucá

Houve efeito significativo, a 1% de probabilidade, para a taxa de crescimento absoluto (TCA), aos 84 e 105 DAT, e a 5% aos 147 DAT, onde a condição de 50% de sombreamento foi 164,52; 365,71 e 489,74%, respectivamente, superior a condição de pleno sol. Aos 21, 42, 63 e 126 DAT não foi detectada diferença estatística, com médias de 0,0057; 0,0118; 0,0282 e 0,1547 g planta⁻¹ dia⁻¹, respectivamente (Tabela 20).

Com o passar do tempo os níveis de sombreamento mostraram comportamento exponencial, apresentando velocidade de crescimento lento até 84 DAT e intensificando-se a partir de então (Figura 25), com médias de 0,0604 e 0,3562 g planta⁻¹ dia⁻¹, para as plantas nas condições de pleno sol e 50% de sombreamento, respectivamente, aos 147 DAT.

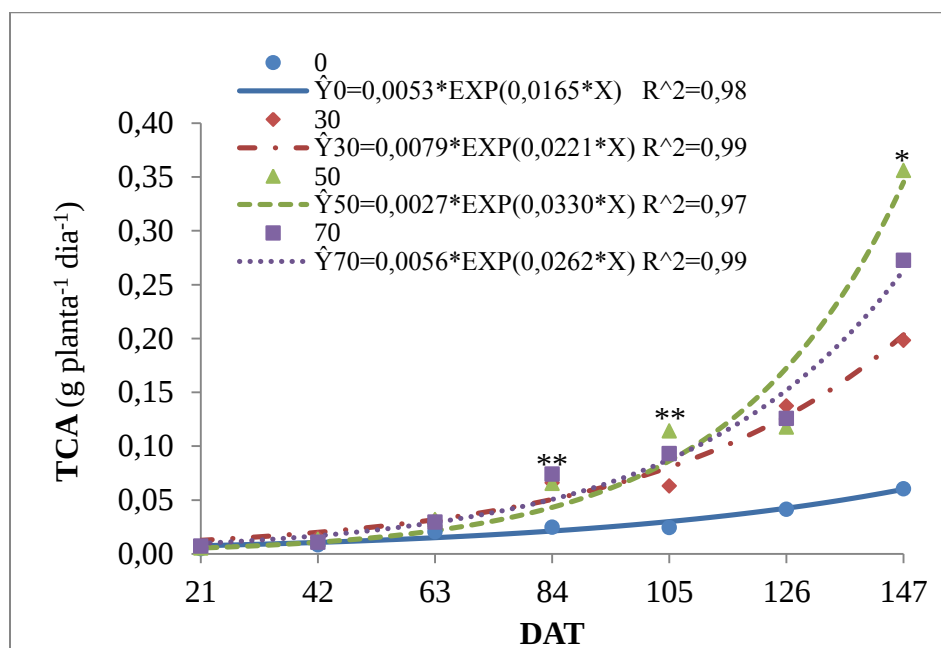


Figura 25. Taxa de Crescimento Absoluto (TCA) de mudas de jucatã em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013.

Tabela 20. Valores médios da taxa de crescimento absoluto (TCA) em mudas de jucatã produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Sombreamento	Dias Após o Transplântio						
	21	42	63	84	105	126	147
0%	0,0047a	0,0083a	0,0206a	0,0248b	0,0245b	0,1041a	0,0604b
50%	0,0053a	0,0134a	0,0320a	0,0656a	0,1141a	0,1177a	0,3562a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

De acordo com Benincasa (2003) a TCA é a indicadora da velocidade média de crescimento, ao longo do período de observação. De acordo com os resultados

podemos observar que as plantas sob sombreamento apresentaram maior velocidade de crescimento entre uma época e outra a partir dos 84 DAT, e mesmo com o passar do tempo as plantas sob pleno sol não apresentaram adaptabilidade a esta condição pois as mesmas apresentaram baixas taxas de crescimento absoluto até os 147 DAT.

A TCA em mudas de *Caesalpinia ferrea* foi mais alta em mudas submetidas a pleno sol, seguida de mudas mantidas a 70 e 50% de sombreamento, não diferindo entre si, mas, diferindo das taxas observadas em mudas submetidas ao sombreamento natural (LIMA et al., 2008).

4.2.9 Taxa de crescimento relativo em mudas de jucá

Não constatou-se efeito significativo dos sombreamentos para a taxa de crescimento relativo (TCR) nas épocas avaliadas, com valores médios de 0,0265; 0,0334; 0,0356; 0,0347; 0,0317; 0,0310 e 0,0276 g g⁻¹ dia⁻¹, respectivamente aos 21, 42, 63, 84, 105, 126 e 147 DAT (Tabela 21). A TCR mostrou comportamento polinomial ao longo do tempo (Figura 26).

A taxa de crescimento relativo (TCR) é a medida da rapidez com que uma planta cresce quando comparada com o seu tamanho inicial (BENINCASA, 2003), ou seja, as plantas sob pleno sol apresentaram velocidade de crescimento semelhante às mantidas com sombreamento quando comparadas inicialmente.

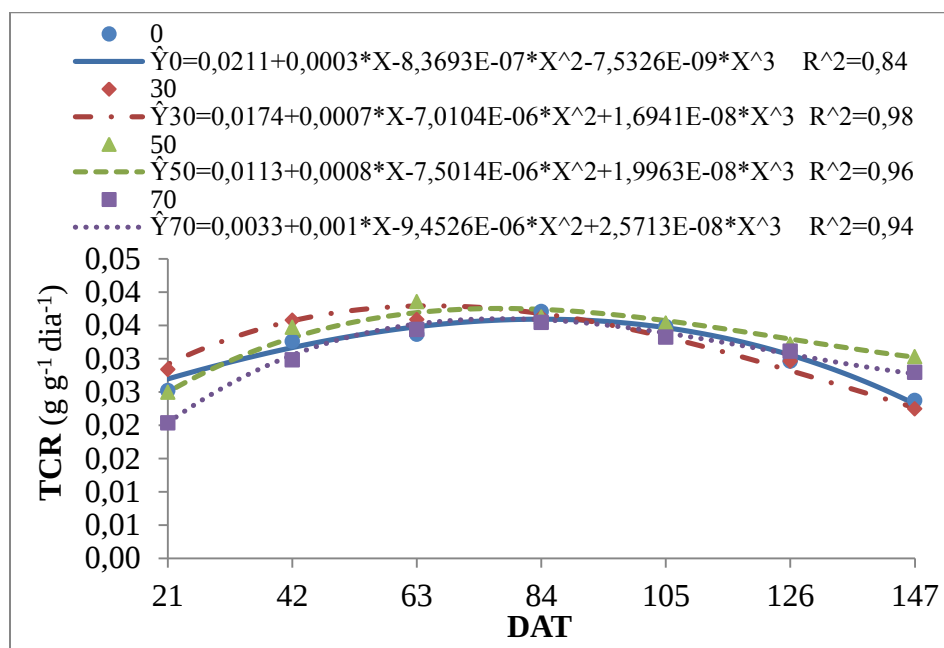


Figura 26. Taxa de Crescimento Relativo (TCR) de mudas de jucá em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013.

Tabela 21. Valores médios da taxa de crescimento relativo (TCR) em mudas de jucá produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Sombreamento	Dias Após o Transplântio						
	21	42	63	84	105	126	147
0%	0,0252a	0,0326a	0,0337a	0,0371a	0,0348a	0,0296a	0,0237a
50%	0,0250a	0,0347a	0,0386a	0,0362a	0,0354a	0,0322a	0,0303a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Resultados diferentes foram comprovados por Lima et al. (2008), em *Caesalpinia ferrea*, que observaram que a TCR foi mais alta em mudas submetidas a pleno sol, seguido de mudas mantidas a 70 e 50% de sombreamento, não diferindo

entre si, mas, diferindo das taxas observadas em mudas submetidas ao sombreamento natural.

Lenhard et al. (2013) verificaram que, em *Caesalpinia ferrea*, em plantas cultivadas a pleno sol, a TCR manteve-se baixa e constante, até os 150 DAT, enquanto, sob 70% e 50% de sombreamento, teve um incremento de, aproximadamente, 166 e 206%, respectivamente, demonstrando que o aumento do sombreamento, associado a outros fatores associados (umidade, temperatura, etc), teve efeito positivo na taxa de acúmulo da matéria seca.

4.2.10 Taxa assimilatória líquida em mudas de jucá

Para taxa assimilatória líquida (TAL), só foi verificado efeito significativo aos 105 DAT, com acréscimo de 107,69%, para plantas mantidas sob sombreamento de 50% em relação a condição de pleno sol. Nas demais épocas de avaliação não foi verificada diferença estatística para a TAL. As médias observadas, foram 0,0001; 0,0002; 0,0009; 0,0012; 0,0048 e 0,0043, respectivamente aos 21, 42, 63, 84, 126 e 147 DAT (Tabela 22).

Ao longo do tempo a TAL apresentou comportamento exponencial, com maior intensidade a partir dos 63 DAT, com médias de 0,0013 e 0,0027 g cm² dia⁻¹, para a condição de pleno sol e sombreamento de 50%, aos 105 DAT (Figura 27).

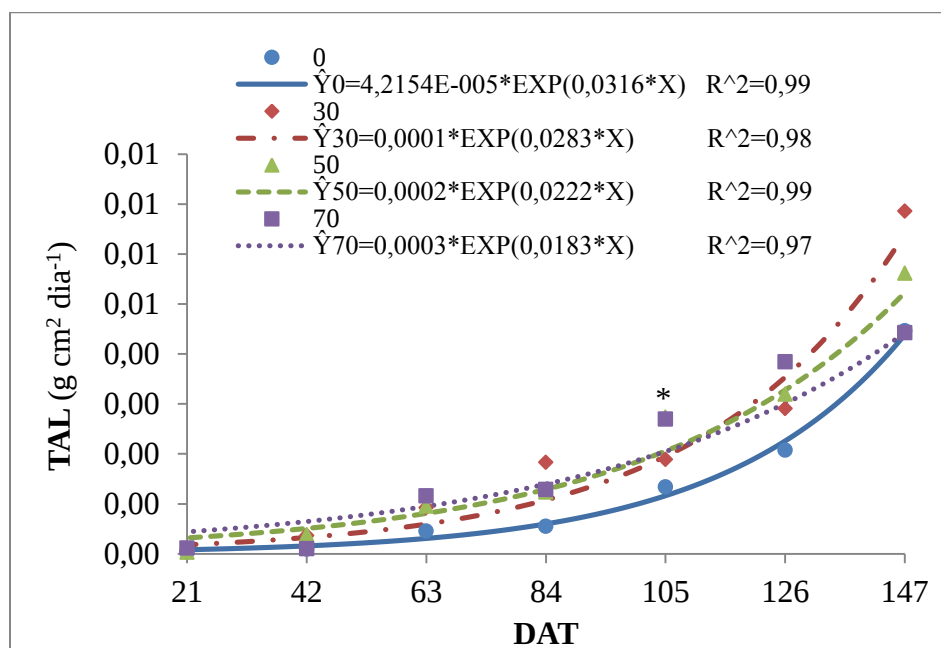


Figura 27. Taxa Assimilatória Líquida (TAL) de mudas de jucá em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013.

Tabela 22. Valores médios da taxa assimilatória líquida (TAL) em mudas de jucá produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Sombreamento	Dias Após o Transplântio						
	21	42	63	84	105	126	147
0%	0,0001a	0,0001a	0,0005a	0,0006a	0,0013b	0,0021a	0,0045a
50%	0,0001a	0,0004a	0,0010a	0,0012a	0,0027a	0,0032a	0,0056a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Nota-se uma tendência de menor assimilação de carbono nas plantas submetidas ao tratamento de pleno sol, o que significaria que houve uma limitação significativa na assimilação líquida de CO₂ por unidade de área nesta condição. Mas

mesmo que tenha ocorrido manutenção da TAL, quando associada a menor área foliar, provoca menores taxas de crescimento, ou seja, plantas com menor acúmulo de biomassa, inferindo assim, que esta condição não é a ideal para o crescimento das mudas dessa espécie.

O fato das plantas não terem mostrado altas taxas de crescimento, na condição de sol pleno, talvez possa ser atribuído a altas taxas fotorrespiratórias das plantas nessa condição, devido às elevadas temperaturas características do local a que as mesmas estão submetidas.

Lima et al. (2008) encontraram resposta diferente para a espécie em estudo, em que a TAL foi mais alta em plantas submetidas a pleno sol, seguido de mudas mantidas a 70 e 50% de sombreamento, que não diferiram entre si, mas, diferindo das taxas observadas em mudas submetidas ao sombreamento natural. O que pode ser atribuído ao fato do estudo, realizado pelos autores, ter sido conduzido nas condições climáticas do estado do Amapá.

Para a TAL, Lenhard et al. (2013) não conseguiram identificar diferenças entre níveis de sombreamento, para *Caesalpinia ferrea*, e Scalon et al. (2003), em *Bombacopsis glabra*.

4.3 CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE CRAIBEIRA

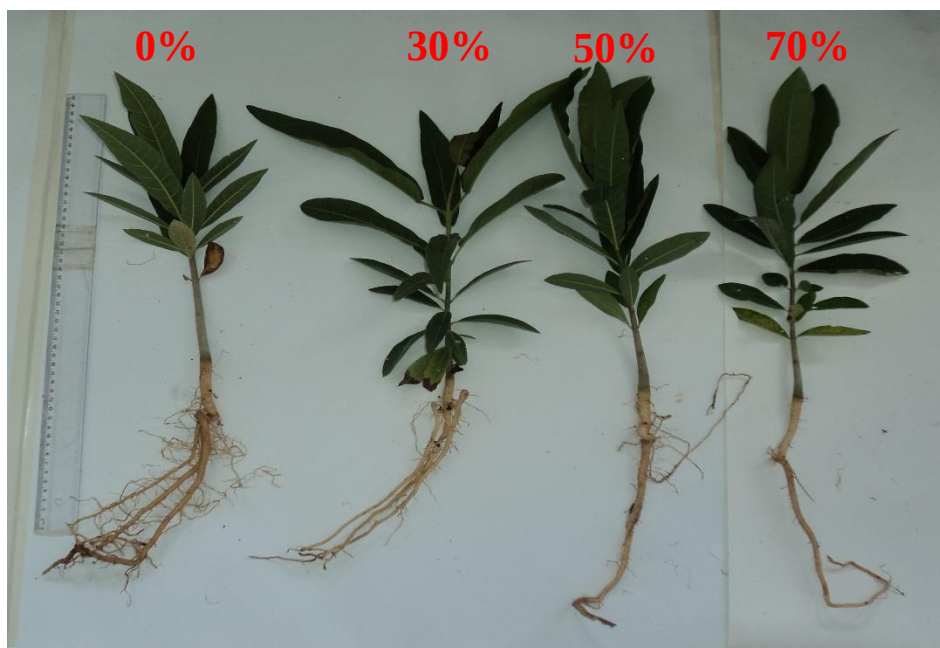


Figura 28. Mudras de craibeira, aos 105 dias após o transplântio, em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

4.3.1 Comprimento da parte aérea em mudras de craibeira

Verificou-se efeito significativo a 1% de probabilidade, aos 21, 42, 126 e 147 DAT e a 5% aos 63 DAT, para o comprimento da parte aérea (CPA), com valores 18,00; 20,28; 21,59; 56,13 e 27,95% superiores para mudras mantidas sob 50% de sombreamento em relação ao pleno sol, aos 21, 42, 63, 126 e 147 DAT, respectivamente. Aos 0, 84 e 105 DAT não foram apresentadas diferenças e as respectivas médias obtidas foram 9,33; 18,39 e 24,62 cm (Tabela 23).

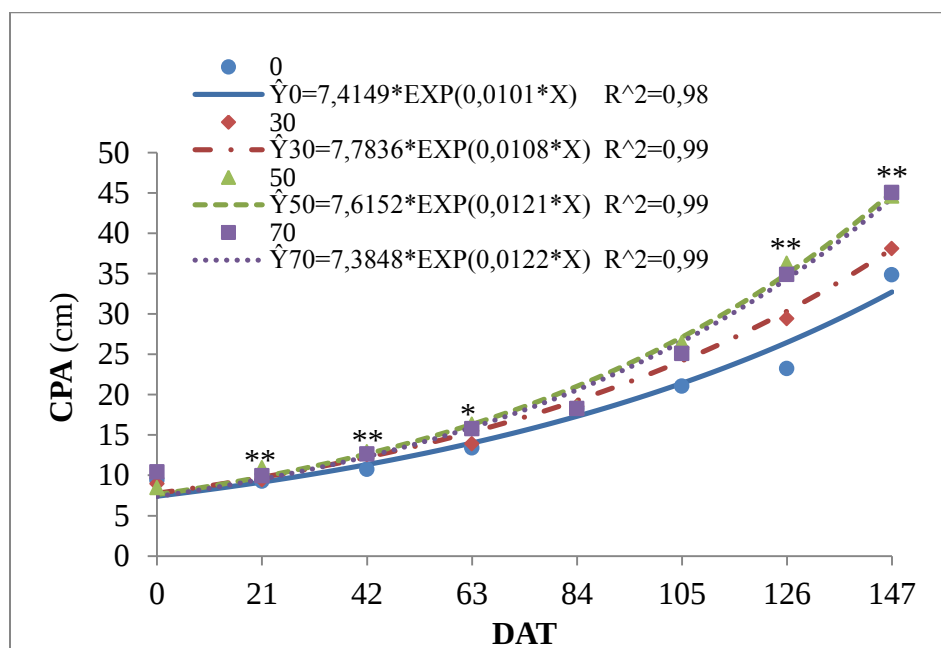


Figura 29. Comprimento da Parte Aérea (CPA) de mudas de craibeira em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013.

Tabela 23. Valores médios do comprimento da parte aérea (CPA) em mudas de craibeira produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Sombreamento	Dias Após o Transplântio							
	0	21	42	63	84	105	126	147
0%	9,42a	9,28b	10,75b	13,43b	18,30a	21,08a	23,25b	34,88b
50%	8,75a	10,95a	12,93a	16,33a	18,43a	26,45a	36,30a	44,63a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

O CPA apresentou padrão exponencial em todas as intensidades luminosas ao longo do tempo, com média de 44,63 cm, em plantas mantidas sob 50%, e 34,88 cm ao pleno sol, aos 147 DAT (Figura 29).

De acordo com Larcher (2004) ocorre um ajuste das taxas metabólicas, com maior alocação de carbono para o caule quando a planta é submetida a uma intensidade luminosa menor do que o necessário ao seu melhor crescimento.

As plantas sob sombreamento apresentaram maior comprimento da parte aérea, no entanto, não aumentaram, em mesma proporção, a sua massa (Figura 32), o que nos leva a considerar que a condição de sombreamento é limitante para a craibeira, indicando típico comportamento de fuga de sombra, e não crescimento.

Resultados diferentes foram encontrados em *Tabebuia aurea*, por Oliveira & Andrade e Perez (2012), que observaram que plantas crescidas sob a maior intensidade luminosa (100% de luminosidade) apresentaram os maiores valores médios de comprimento, atingindo o máximo de 52,7 cm de altura e também maior massa sob essa condição, em comparação a condição de 30 e 45% de sombreamento.

Em estudos realizados com jatobá (*Hymenaea courbaril*), fedegoso (*Senna macranthera*) e moreira (*Maclura tinctoria*), sob 0%, 30% e 50% de sombreamento, Almeida et al. (2005) verificaram maiores alturas sob 50% de interceptação da radiação solar.

4.3.2 Diâmetro do coleto em mudas de craibeira

Para o diâmetro do coleto (DC), só foi identificado efeito significativo aos 126 DAT, sob nível de significância de 1% de probabilidade, com valores superiores para plantas mantidas sob 50% de sombreamento, apresentando diâmetro com incremento de 21,78% em relação ao sol pleno. Nas demais épocas não foram observadas diferenças entre os tratamentos estudados, com diâmetros médios de 2,48; 3,34; 4,32;

5,16; 7,25; 9,54 e 13,74 mm, aos 0, 21, 42, 63, 84, 105 e 147 DAT, respectivamente (Tabela 24).

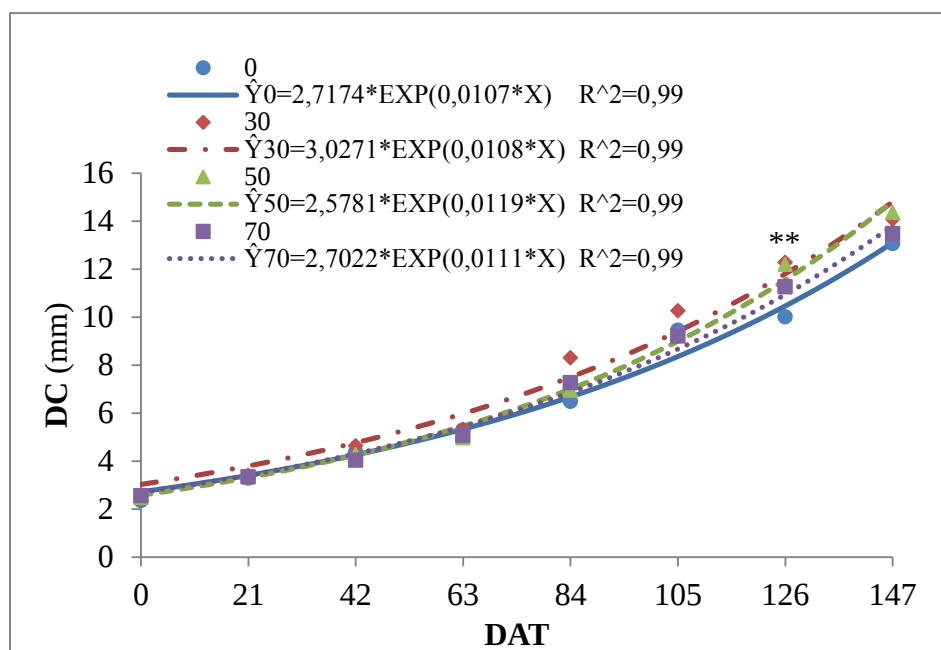


Figura 30. Diâmetro do Coleto (DC) de mudas de craibeira em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013.

Tabela 24. Valores médios do diâmetro do coleto (DC) em mudas de craibeira produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Dias Após o Transplântio								
Sombreamento	0	21	42	63	84	105	126	147
0%	2,35a	3,29a	4,36a	5,29a	6,48a	9,24a	10,01b	13,07a
50%	2,48a	3,35a	4,28a	4,97a	6,95a	9,45a	12,19a	14,35a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

O DC apresentou comportamento exponencial ao decorrer do tempo, para os níveis de sombreamento, apresentando pouco crescimento até os 63 DAT, intensificando a partir de então, chegando ao valor máximo de 12,19 mm, aos 147 DAT, na condição de 50% de luminosidade (Figura 30).

Percebe-se que há uma maior plasticidade fisiológica da craibeira, para este parâmetro e que as plantas sob sombreamento apresentam uma tendência de maior diâmetro, mas sem apresentar diferença estatística.

Santos et al. (2013) verificaram que não houve diferença estatística para o diâmetro do coleto entre os ambientes de pleno sol e sombreamento de 50% para a *Caesalpinia ferrea*. Em *Cryptocarya aschersoniana* Almeida et al. (2004) também não verificaram diferença estatística para esta característica, nas plantas sob 0, 30, 50 e 70% de sombreamento.

Em *Ochroma pyramidale*, os melhores resultados para o DC foram observados em plantas produzidas com tela termo refletora de 50% e com sombrite de 30%, aos 60 dias após o plantio, não diferindo significativamente do tratamento com tela termo refletora de 30%, mas sendo superior a condição de campo aberto (SANTOS et al., 2014).

4.3.3 Massa seca das folhas em mudas de craibeira

Houve efeito significativo a 1% de probabilidade para a massa seca das folhas (MSF) aos 63, 105 e 126 DAT. Foram observados acréscimos de 47,09% em mudas condicionadas ao pleno sol, aos 63 DAT e 20,13 e 17,47% em mudas sob 50% de sombreamento aos 105 e 126 DAT, respectivamente. Aos 0, 21, 42, 84 e 147 DAT, não foram encontradas diferença para MSF e as médias observadas foram 0,1508; 0,2122; 0,6269; 2,9662 e 14,4866 g planta⁻¹, respectivamente (Tabela 25).

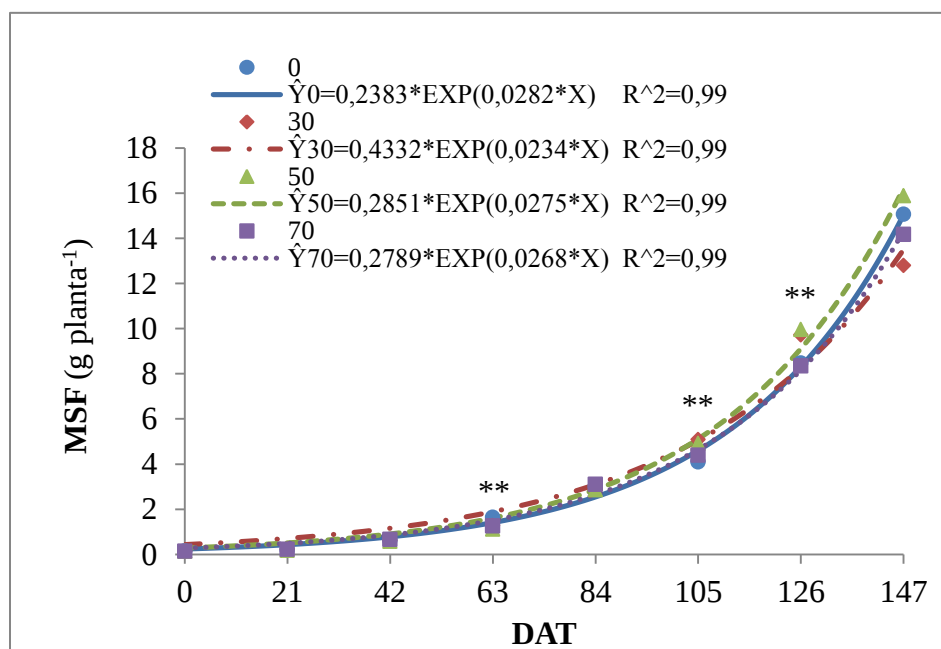


Figura 31. Massa Seca das Folhas (MSF) de mudas de craibeira em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013.

Tabela 25. Valores médios da massa seca das folhas (MSF) em mudas de craibeira produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Som	Dias Após o Transplântio							
	0	21	42	63	84	105	126	147
0%	0,1553a	0,2020a	0,6283a	1,6489a	3,0046a	4,1002b	8,4842b	15,0823a
50%	0,1491a	0,1910a	0,5904a	1,1210b	2,8655a	4,9257a	9,9665a	15,8943a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A MSF apresentou comportamento exponencial ao longo do tempo, com crescimento lento até os 63 DAT, intensificando a partir de então, com MSF máxima

para condição de 50% de interceptação luminosa, aos 126 DAT, comparada ao pleno sol (Figura 31).

Não foram observadas diferenças em muitas épocas de avaliação, para a MSF, o que também denota a idéia de plasticidade para esta característica e percebe-se ainda que aos 147 DAT as plantas não apresentam diferença significativa o que reforça a idéia que as plantas se mostraram adaptadas a todas as condições de luminosidade.

Almeida et al. (2005) não constataram diferença na massa foliar de *Maclura tinctoria* (moreira), *Senna macranthera* (fedegoso), *Hymenaea courbaril* (jatobá) em condições de 0, 30 e 50% de sombreamento, ao passo que *Acacia mangium* (acácia) apresentou maior MSF na condição de pleno sol. Já Lenhard et al. (2013) observou que a MSF de *Caesalpinia ferrea* foi superior em mudas produzidas em ambientes com 50 e 70% de sombreamento acompanhada de maior massa seca total, em relação a condição de 0%.

4.3.4 Massa seca da parte aérea em mudas de craibeira

Verificou-se efeito significativo a 1% de probabilidade aos 63 e 126 DAT e aos 42 e 105 DAT a 5%, para a massa seca da parte aérea (MSPA). Aos 42 e 63 DAT, as plantas em condição de pleno sol apresentaram valores superiores à condição de sombreamento de 50%, com incrementos de 10,73 e 30,93%, respectivamente, para MSPA e aos 105 e 126 DAT a condição de 50% foi superior com acréscimos de 14,63 e 22,64%, respectivamente. Não detectou-se diferença estatística para MSPA, aos 0, 21, 84 e 147 DAT, com respectivas médias de 0,2038; 0,3189; 4,0026 e 21,4763 g (Tabela 26).

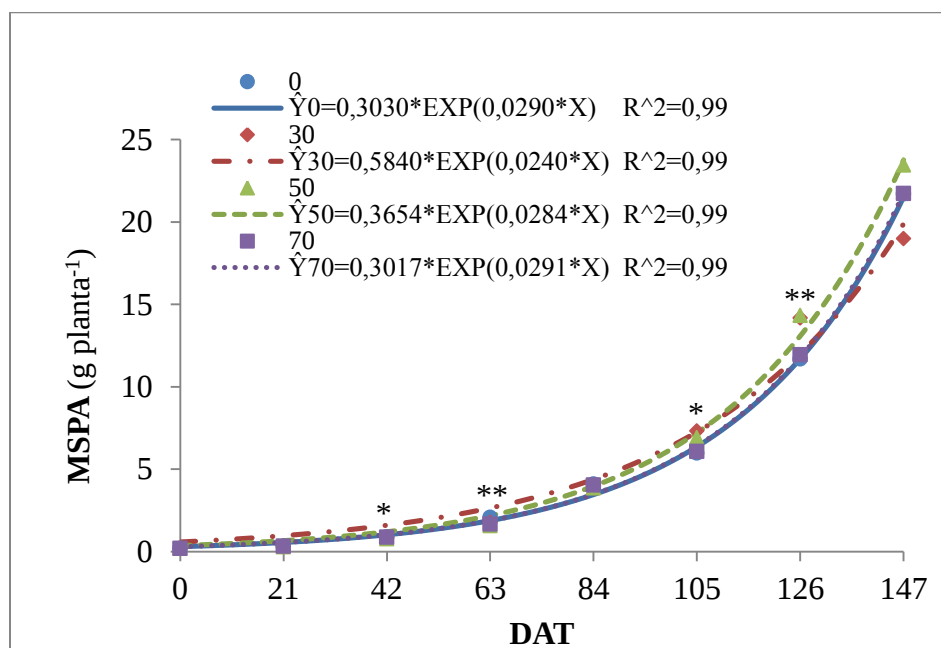


Figura 32. Massa Seca da Parte Aérea (MSPA) de mudas de craibeira em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013.

Tabela 26. Valores médios da massa seca da parte aérea (MSPA) em mudas de craibeira produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Som	Dias Após o Transplântio							
	0	21	42	63	84	105	126	147
0%	0,2103a	0,3105a	0,8732a	2,0792a	4,0944a	5,9879b	11,6877b	21,7145a
50%	0,2014a	0,2941a	0,7886b	1,5882b	3,8795a	6,9237a	14,3341a	23,4622a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A MSPA mostrou comportamento exponencial com o tempo, com crescimento lento até os 63 DAT e aumentando a partir dessa época. Aos 126 DAT a condição de 50% foi superior ao pleno sol com média de 14,3341 g (Figura 32).

Os dados mostram tendência semelhante para os diferentes níveis de sombreamento, tanto para a MSPA como para MSF e DC, mostrando plasticidade fisiológica para estas características analisadas. No entanto, as plantas apresentaram maior CPA na condição de sombreamento, o que indica uma condição de fuga de sombra, sugerindo que o sombreamento provocou uma adaptação morfológica para a manutenção da capacidade de crescimento.

A estratégia de escape ao sombreamento com uma maior alocação de carbono para o caule, quando a planta é submetida a condições de radiação inadequadas ao seu melhor crescimento, é comum. Porém, algumas espécies não estão adaptadas para crescer normalmente em ambientes mais sombreados, o que reduz suas taxas de acúmulo de matéria seca (OLIVEIRA & ANDRADE e PEREZ, 2012).

Oliveira & Andrade e Perez (2012) observaram, em *Tabebuia aurea*, que os maiores valores de peso da matéria seca da parte aérea foram obtidos quando as plantas foram cultivadas em maiores intensidades luminosas e, à medida que aumentou o tempo de cultivo, ocorreu uma maior diferença no crescimento, com menor acúmulo de carboidratos em ambientes mais sombreados.

4.3.5 Área foliar em mudas de craibeira

Ocorreu efeito significativo para a área foliar (AF), a 1% de probabilidade, aos 105, 126, 147 DAT, e a 5% aos 42 DAT, com incrementos de 64,94; 47,69; 41,32 e 12,85%, respectivamente, na condição de luminosidade de 50% em relação a condição de sol pleno. Nas demais épocas não foram constatadas diferença entre os tratamentos, com médias de 21,9361; 30,4083; 220,0518; 604,2994 cm², aos 0, 21, 63 e 84 DAT, respectivamente (Tabela 27).

O comportamento para a AF, em ambas intensidades luminosas, ao longo do tempo, foi exponencial, verificando-se pouco crescimento até os 63 DAT, se intensificando a partir desse ponto, com média superior (2497,67cm²), aos 147 DAT,

para as plantas mantidas com 50% de sombreamento em relação ao pleno sol (Figura 33).

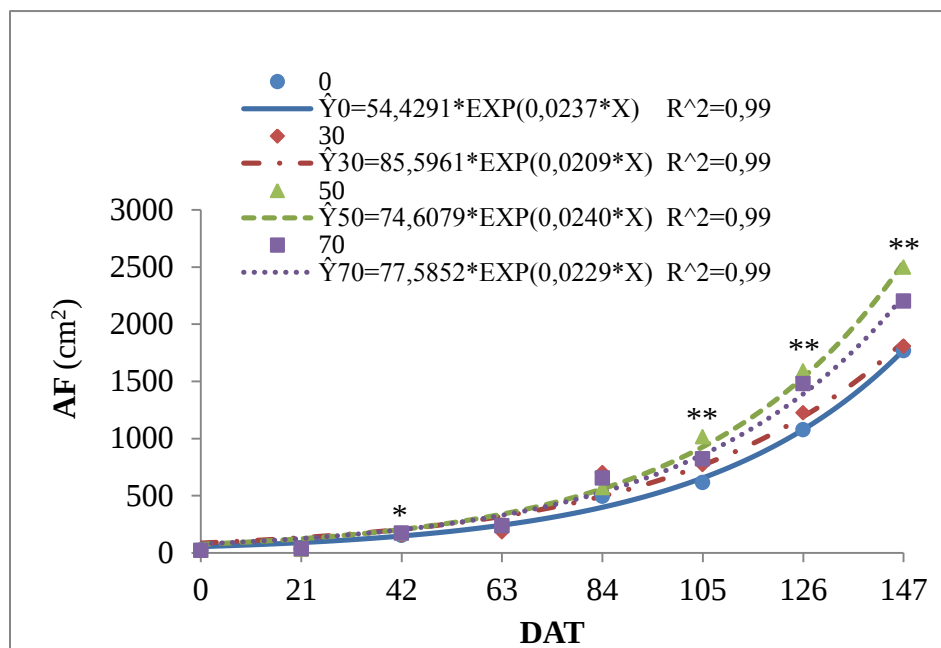


Figura 33. Área Foliar (AF) de mudas de craibeira em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013.

Tabela 27. Valores médios da área foliar (AF) em mudas de craibeira produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Som	Dias Após o Transplante							
	0	21	42	63	84	105	126	147
0%	23,73a	30,19a	151,45b	219,14a	492,22a	614,80b	1076,24b	1767,40b
50%	23,10a	29,91a	170,91a	243,91a	569,82a	1014,03a	1589,50a	2497,67a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Siebeneichlen et al. (2008) verificaram que há uma tendência maior de expansão da área foliar no ambiente com 50% de luminosidade e sombra natural do que em pleno sol. Larcher (2004) afirma que as plantas sob baixa luminosidade tendem a expandir o limbo foliar, aumentando a área de captação de luz.

O aumento em área foliar, com o sombreamento, pode refletir o investimento maior de biomassa no crescimento da superfície fotossintetizante (maior RAF), assegurando maior aproveitamento de baixas intensidades luminosas (PEDROSO & VARELA 1995), ou pode estar relacionado com a produção de folhas mais finas, com maior AFE.

Observa-se que dos 105 a 147 DAT as plantas sob sombreamento investem mais em AF, para compensar as baixas luminosidades que as plantas estão submetidas.

Resultados diferentes foram encontrados por Oliveira & Andrade e Perez (2012), que encontraram para a *Tabebuia aurea*, maior AF em indivíduos cultivados a pleno sol, possivelmente devido o clima da região em que foi realizado o trabalho, que é o tropical úmido.

4.3.6 Razão de área foliar em mudas de craibeira

Não houve efeito significativo para a razão de área foliar (RAF), nas épocas avaliadas, com médias de 81,3324; 99,9711; 131,7718; 117,4092; 103,8963; 93,6841; 82,1007 e 61,9824 cm², aos 0, 21, 42, 63, 84, 105, 126 e 147 DAT, respectivamente (Tabela 28).

A RAF apresentou comportamento polinomial, para os níveis de luminosidade estudados, com crescimento até os 42 DAT e posterior decréscimo até a última época avaliada (Figura 34).

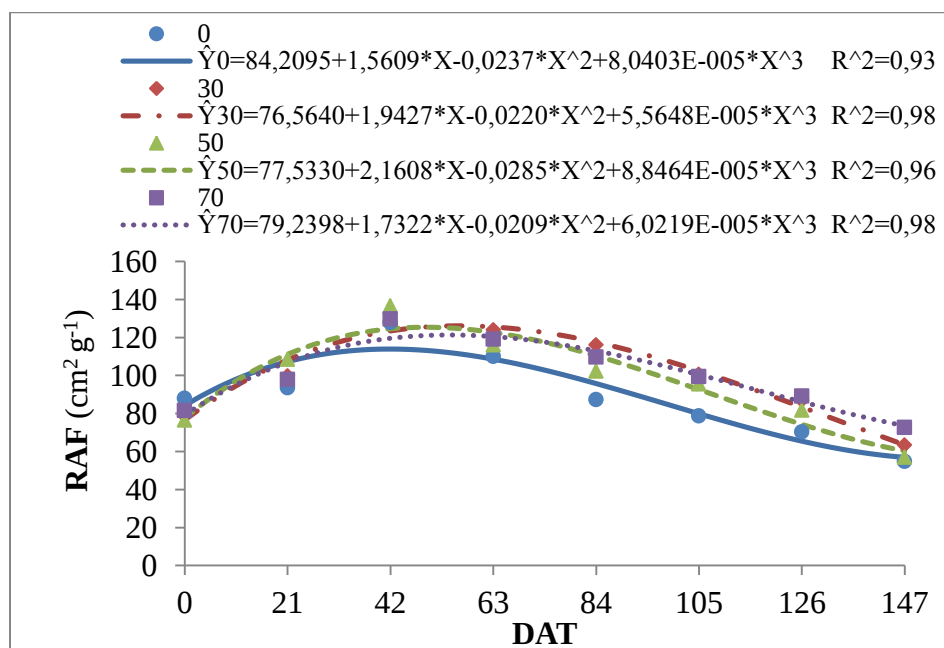


Figura 34. Razão de Área Foliar (RAF) de mudas de craibeira em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013.

Tabela 28. Valores médios da razão de área foliar (RAF) em mudas de craibeira produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Som	Dias Após o Transplântio							
	0	21	42	63	84	105	126	147
0%	88,11a	93,53a	127,89a	110,15a	87,37a	78,43a	70,31a	54,84a
50%	76,08a	108,79a	136,37a	116,94a	102,42a	95,19a	81,78a	56,48a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Segundo Benincasa (2003), a razão de área foliar (RAF) expressa a área foliar útil para a fotossíntese, sendo a relação entre a área foliar responsável pela interceptação da energia luminosa e CO_2 e a massa seca total, resultado da fotossíntese,

sendo esse um componente morfofisiológico. A RAF é o investimento da planta em produção fotossintética. O fato das plantas de craibeira não apresentarem grandes diferenças na RAF sugere que não houve necessidade de aumentar o investimento para a produção de folhas para compensar o sombreamento.

Os valores da razão de área foliar em mudas de *Caesalpinia ferrea* (LIMA et al., 2008) e *Caesalpinia pyramidalis* (DANTAS et al., 2009) tenderam a aumentar com a redução da luminosidade, para compensarem a produção de biomassa.

4.3.7 Área foliar específica em mudas de craibeira

Houve efeito significativo para a área folia específica (AFE), a 1%, aos 126 e 147 DAT e a 5% de probabilidade, aos 84 DAT, com acréscimos de 25,62; 65,17 e 21,19%, respectivamente, para mudas sob 50% de luminosidade em relação a 0%. Aos 0, 21, 42, 63 e 105 DAT não foi verificada diferença significativa, e as respectivas médias observadas foram 145,4894; 181,9368; 227,3525; 206,5016 e 166,8152 cm² g⁻¹ (Tabela 29).

Foi observado, ao longo do tempo, comportamento polinomial, para a AFE, com 125,46 cm² g⁻¹ na condição de 50% de luminosidade e 75,96 cm² g⁻¹ na condição de pleno sol, aos 147 DAT. A AFE exibiu crescimento até os 42 DAT, com redução a partir de então (Figura 35).

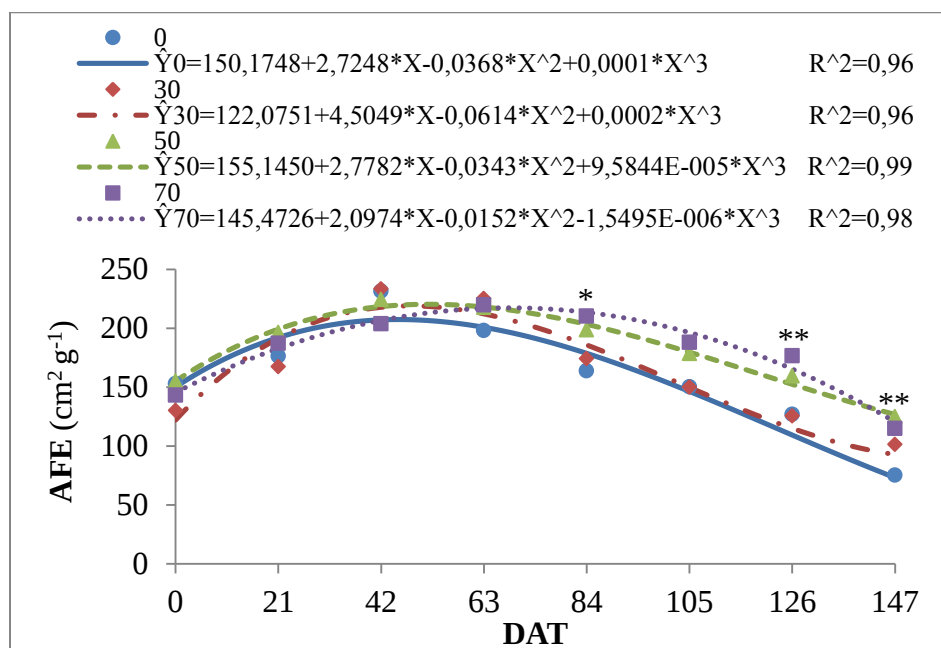


Figura 35. Área Foliar Específica (AFE) de mudas de craibeira em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013.

Tabela 29. Valores médios da área foliar específica (AFE) em mudas de craibeira produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Som	Dias Após o Transplântio							
	0	21	42	63	84	105	126	147
0%	153,06a	176,47a	231,47a	198,22a	163,97b	150,32a	126,95b	75,96b
50%	155,26a	196,47a	224,42a	217,65a	198,71a	178,46a	159,47a	125,46a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

À medida que a radiação diminui, aumentam os valores de AFE, resultado do aumento da superfície das células do mesófilo por unidade de área foliar, resultando uma alta razão superfície/volume dentre as folhas (LARCHER, 2004).

Observa-se que nas últimas avaliações as plantas submetidas ao sombreamento aumentaram a AFE, sugerindo que houve a diminuição na espessura de suas folhas, para que as mesmas permitissem uma maior incidência luminosa nas folhas localizadas na parte inferior da planta.

Oliveira & Andrade e Perez (2012) observaram maiores valores de AFE para menor intensidade luminosa, em mudas de *Tabebuia aurea* e que os maiores valores encontrados para menor luminosidade estão relacionados à maior área foliar, indicando uma menor adaptação das plantas a ambientes sombreados.

4.3.8 Taxa de crescimento absoluto em mudas de craibeira

Houve efeito significativo a 1% de probabilidade aos 126 DAT e a 5% aos 42 e 63 DAT, para a taxa de crescimento absoluto (TCA), com incremento de 23,13 e 20,50%, aos 42 e 63 DAT, respectivamente, em plantas na condição de pleno sol, comparadas ao sombreamento de 50% e aos 126 DAT, as plantas na condição de 50% de sombreamento mostraram incremento de 31,03% comparadas as plantas sob pleno sol. Nas demais épocas não foi observada diferença estatística, com médias de 0,0094; 0,1625; 0,1709; e 0,6023 g planta⁻¹ dia⁻¹ aos 21, 84, 105 e 147 DAT, respectivamente (Tabela 30).

A TCA apresentou comportamento exponencial, ao longo do tempo, para os níveis de sombreamento, sendo observados valores de 0,2958 g planta⁻¹ dia⁻¹ no pleno sol e 0,3876 g planta⁻¹ dia⁻¹ no sombrite de 50%, aos 126 DAT (Figura 36).

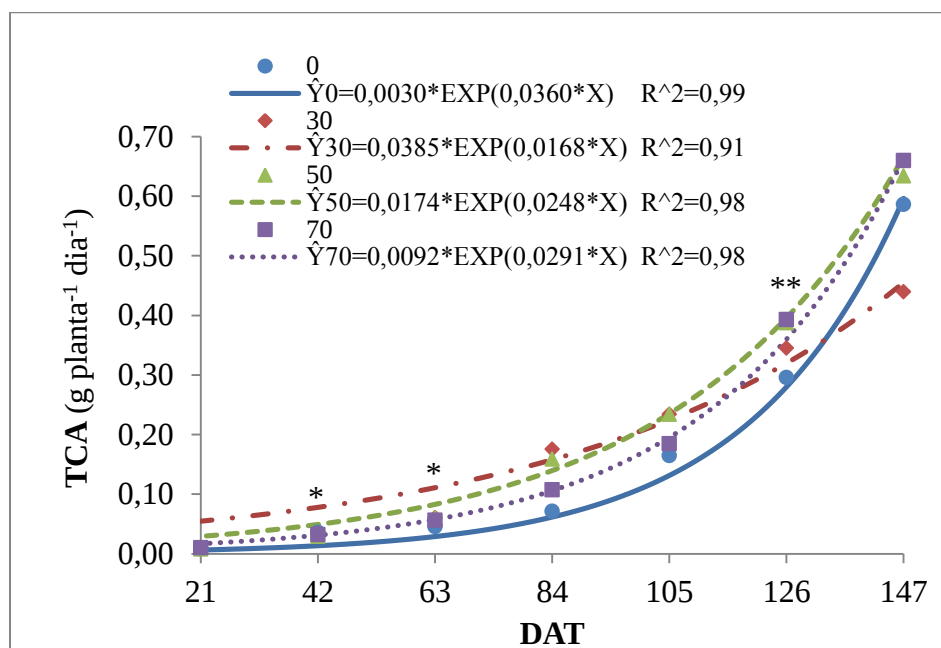


Figura 36. Taxa de Crescimento Absoluto (TCA) de mudas de craibeira em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013.

Tabela 30. Valores médios da taxa de crescimento absoluto (TCA) em mudas de craibeira produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Sombreamento	Dias Após o Transplântio						
	21	42	63	84	105	126	147
0%	0,0081a	0,0362a	0,0729a	0,1394a	0,1648a	0,2958b	0,5863a
50%	0,0081a	0,0294b	0,0605b	0,1589a	0,1745a	0,3876a	0,6338a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A taxa de crescimento absoluto (TCA) é um importante índice fisiológico usado para se ter idéia da velocidade média de crescimento ao longo do período de observação (BENINCASA, 2003).

Lima et al. (2008) verificaram redução na TCA com o aumento dos níveis de sombreamento, para a *Caesalpinia ferrea*. De igual modo, Dantas et al. (2009) também observaram que a redução da TCA foi acompanhada com o aumento do sombreamento a que as mudas de *Caesalpinia pyramidalis* estavam submetidas. Em plantas de *Hymenaea parvifolia* não houve diferenças na taxa de crescimento absoluto (TCA), quando mantidas a pleno sol (PS) e 50% de sombreamento, no entanto ocorreu redução nessa variável com o aumento do sombreamento (SILVA et al., 2007).

4.3.9 Taxa de crescimento relativo em mudas de craibeira

Não houve efeito significativo para a taxa de crescimento relativo (TCR), sendo observados valores médios de 0,0311; 0,0391; 0,0422; 0,0382; 0,0335; 0,0289 e 0,0249 g g⁻¹ dia⁻¹ aos 21, 42, 63, 84, 105, 126 e 147 DAT, respectivamente. A TCR apresentou comportamento polinomial ao longo dos períodos avaliados (Figura 37).

A TCR apresentou plasticidade fisiológica sob os diferentes regimes de sombreamento nas mudas de craibeira. Percebe-se ainda uma tendência de redução na TCR com o aumento do sombreamento, que por sua vez, é compensado através do investimento em AF, nas mudas sob menores intensidades luminosas.

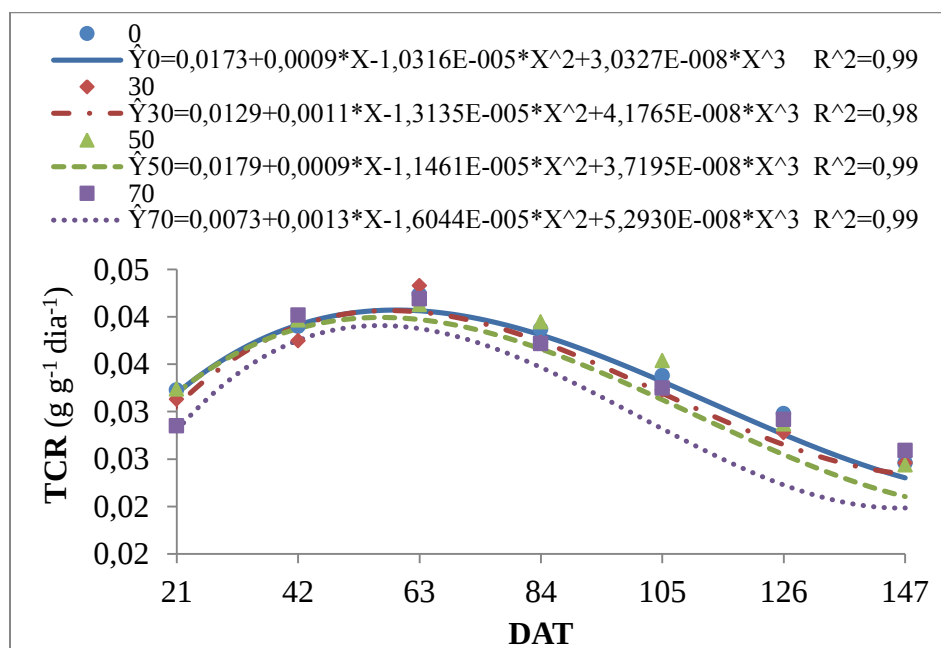


Figura 37. Taxa de Crescimento Relativo (TCR) de mudas de craibeira em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013.

Tabela 31. Valores médios da taxa de crescimento relativo (TCR) em mudas de craibeira produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Sombreamento	Dias Após o Transplântio						
	21	42	63	84	105	126	147
0%	0,0323a	0,0390a	0,0424a	0,0387a	0,0338b	0,0298a	0,0246a
50%	0,0324a	0,0397a	0,0413a	0,0395a	0,0354a	0,0287a	0,0244a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A taxa de crescimento relativo (TCR) é a medida da rapidez com que uma planta cresce quando comparada com o seu tamanho inicial (BENINCASA, 2003).

Entre 30 e 60 dias, após a emergência, as mudas de *Caesalpinia pyramidalis* apresentaram resposta aos tratamentos, e aquelas submetidas a 30% de sombreamento apresentaram maior TCR, diferindo significativamente das mudas submetidas ao maior sombreamento (75%) (DANTAS et al., 2009).

Em *caesalpinia férrea*, Lima et al. (2008) verificaram aumento da TCR quando as plantas foram submetidas a menores intensidades luminosas, com maior TCR no pleno sol ($0,0566 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$), que pode ser atribuído ao aumento da biomassa vegetal, proporcionado pelo incremento da densidade das células do mesófilo foliar.

Os resultados obtidos por Silva et al. (2007) para *Hymenaea parvifoliae* corroboram com os observados neste trabalho, onde não foi detectada diferença na TCR para as plantas mantidas a pleno sol, 50 e 70% de sombreamento.

4.3.10 Taxa assimilatória líquida em mudas de craibeira

Não houve efeito significativo para a taxa assimilatória líquida (TAL) e as médias obtidas foram 0,0006; 0,0018; 0,0025; 0,0035; 0,0047; 0,0079 e 0,0114 $\text{g cm}^2 \text{ dia}^{-1}$, respectivamente aos 21, 42, 63, 84, 105, 126 e 147 DAT (Tabela 32). Houve comportamento exponencial da TAL, para os níveis de sombreamento, ao longo do tempo (Figura 38).

Um maior sombreamento das folhas pode levar a uma maior área foliar, desta maneira reduzindo a TAL, em decorrência do autossombreamento, pois a taxa assimilatória é um parâmetro fisiológico diretamente ligado à fotossíntese (KITAJIMA, 1994; CRAWLEY, 1997; LARCHER, 2004).

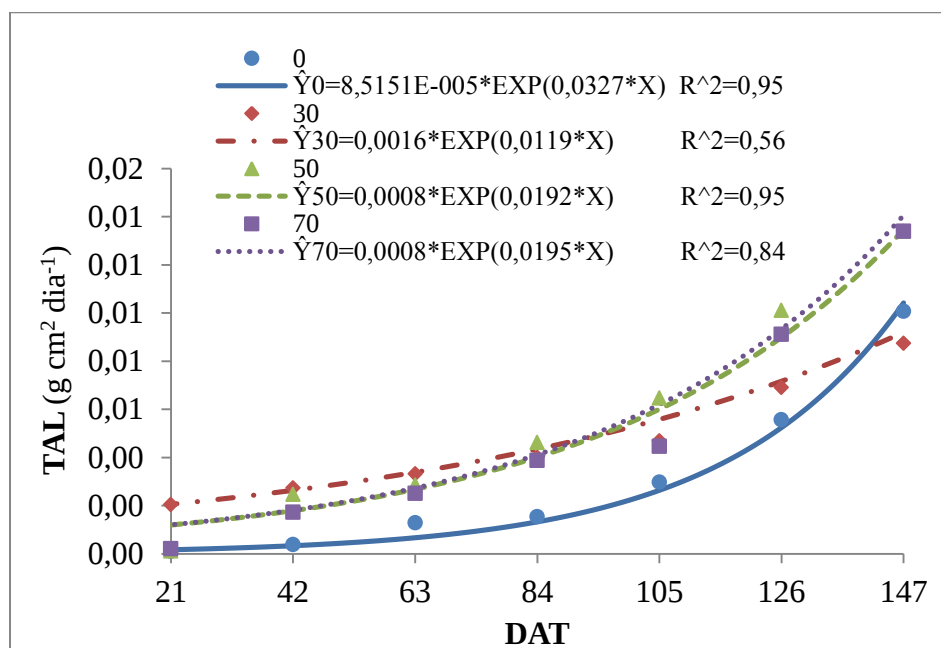


Figura 38. Taxa Assimilatória Líquida (TAL) de mudas de craibeira em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013.

Tabela 32. Valores médios da taxa assimilatória líquida (TAL) em mudas de craibeira produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Sombreamento	Dias Após o Transplântio						
	21	42	63	84	105	126	147
0%	0,0001a	0,0004a	0,0013a	0,0015a	0,0030a	0,0056a	0,0101a
50%	0,0001a	0,0025a	0,0029a	0,0046a	0,0065a	0,0101a	0,0134a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Observa-se também uma plasticidade fisiológica das mudas de craibeira sob diferentes luminosidades para a TAL. Considerando que a craibeira apresentou

plasticidade fisiológica para quase todas as variáveis analisadas, concluí-se que a planta adaptou-se às diferentes condições de luminosidade a que foi imposta.

Corroborando com Oliveira & Andrade e Perez (2012) que não observaram diferença estatística na TAL, em *Tabebuia aurea* conduzidas sob três intensidades luminosas. E Lenhard et al. (2013) também não constataram diferença na TAL de mudas de *Caesalpinia ferrea* submetidas a níveis de 0, 50 e 70% de sombreamento.

4.4 CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DO IPÊ-ROXO



Figura 39. Mudas de ipê-roxo, aos 105 dias após o transplântio, em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

4.4.1 Comprimento da parte aérea em mudas de ipê-roxo

O CPA apresentou, ao longo do tempo, comportamento exponencial, para ambos os tratamentos, com crescimento lento até os 42 DAT, intensificado a partir de então, com maiores CPA, observados aos 147 DAT, sob 50% de sombreamento em relação ao pleno sol, sendo 31,63 e 17,48 cm, respectivamente (Figura 40).

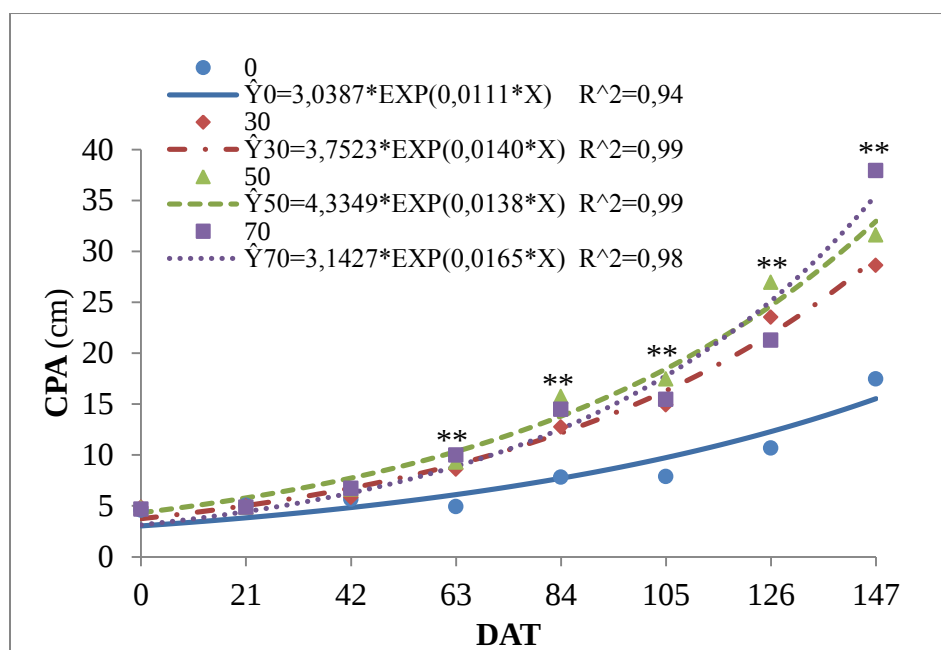


Figura 40. Comprimento da Parte Aérea (CPA) de mudas de ipê-roxo em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013.

Houve efeito significativo a 1% de probabilidade para o comprimento da parte aérea (CPA), aos 63, 84, 105, 126 e 147 dias após o transplante (DAT), com incrementos de 87,88; 101,15; 121,27; 152,15 e 80,95%, respectivamente, para mudas em condição de 50% de sombreamento comparadas ao pleno sol. Nas três avaliações

iniciais não houve diferença entre os tratamentos, com médias de 4,75; 4,96 e 6,23 cm, respectivamente (Tabela 33).

Tabela 33. Valores médios do comprimento da parte aérea (CPA) em mudas de ipê-roxo produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Sombreamento	Dias Após o Transplântio							
	0	21	42	63	84	105	126	147
0%	4,60a	5,08a	5,65a	4,95b	7,83b	7,90b	10,70b	17,48b
50%	4,83a	4,88a	6,68a	9,30a	15,75a	17,48a	26,98a	31,63a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A estratégia de escape ao sombreamento, com uma maior alocação de carbono para o caule quando a planta é submetida a condições de radiação inadequadas ao seu melhor crescimento, é comum, o que resulta em um maior alongamento da parte aérea (OLIVEIRA & ANDRADE e PEREZ, 2012). No entanto, ressalta-se que as plantas sombreadas além de apresentarem maior CPA apresentaram também maior produção de biomassa o que caracteriza-se como crescimento e não fuga ao sombreamento.

Lima et al. (2007), em estudo com andiroba (*Virola surinamensis*), Lenhard et al. (2013) com o jucá (*Cesalpinia ferrea*) e Mota et al. (2012), com baru (*Dipteryx alata*), verificaram maiores alturas de plantas sob 50% de sombreamento. No entanto, algumas espécies, como *Machaerium* sp. (BATISTON et al., 2008) e *Tabebuia aurea* (OLIVEIRA & ANDRADE e PEREZ, 2012) apresentaram menor plasticidade para este parâmetro, sem variação no porte das plantas sob diferentes níveis de sombreamento.

4.4.2 Diâmetro do coleto em mudas de ipê-roxo

O diâmetro do coleto (DC) apresentou comportamento exponencial ao decorrer do tempo, com crescimento lento até os 42 DAT, aumentando a partir de então, verificando-se diâmetro maior (12,50 mm), aos 147 DAT, para mudas submetidas a condição de 50% de luminosidade (Figura 41).

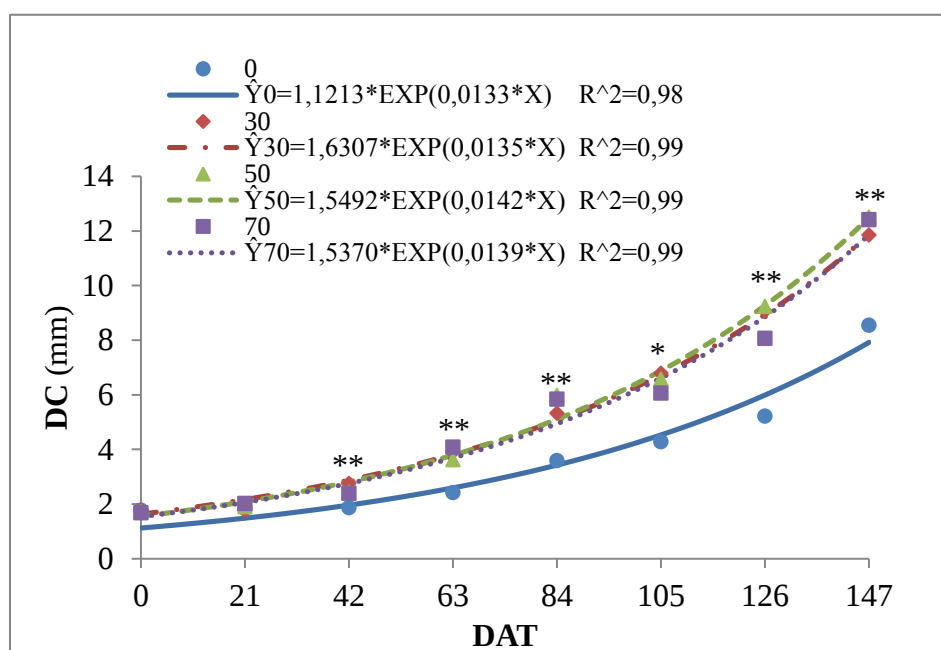


Figura 41. Diâmetro do Coleto (DC) de mudas de ipê-roxo em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013.

Para o DC foi verificado efeito significativo dos 42 aos 147 DAT, sendo a 1% de probabilidade aos 42, 63, 84, 126 e 147 DAT, respectivamente com incrementos de 30,65; 49,59; 66,57; 53,5 e 46,20% e a 5% de probabilidade aos 84 DAT com incremento de 76,82% em mudas submetidas a sombreamento de 50% em relação ao

pleno sol. No dia do transplântio e 21 dias depois, não foi identificada diferença, com média de 1,73 e 1,88 mm, respectivamente (Tabela 34).

Tabela 34. Valores médios do diâmetro do coleto (DC) em mudas de ipê-roxo produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Sombreamento	Dias Após o Transplântio							
	0	21	42	63	84	105	126	147
0%	1,77a	1,85a	1,86b	2,42b	3,59b	4,28b	5,22b	8,55b
50%	1,71a	1,90a	2,43a	3,62a	5,98a	6,57a	9,23a	12,50a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Segundo Kozlowski (1962), o aumento do sombreamento diminui a fotossíntese e, conseqüentemente, a produção de fotoassimilados, causando redução no diâmetro do caule. O que não foi observado neste trabalho, pois as plantas mantidas sob sombreamento acumularam mais massa seca total e alocaram para o caule aumentando, proporcionalmente, o DC, quando sombreadas, corroborando com Lenhard et al. (2013) que constataram que o sombreamento induziu aumento no diâmetro de colo em *Caesalpinia ferrea*, apresentando diferença significativa entre os tratamentos. Com maior diferença para as mudas cultivadas sob 50% de sombreamento, quando comparadas com as cultivadas sob 0% e 70%. Silva et al. (2007) também verificaram em *Hymenaea parvifolia* maior DC em mudas sob 50% de luminosidade.

4.4.3 Massa seca das folhas em mudas de ipê-roxo

Ao decorrer do tempo, a massa seca das folhas (MSF) apresentou comportamento exponencial, para ambas condições de luminosidade, verificando-se

pouca produção de massa foliar até os 63 DAT, intensificando a partir de então. Aos 147 DAT as plantas sob condição de 50% de intensidade luminosa, apresentaram MSF maior que as submetidas a pleno sol, com valores médios de 12,3321 e 4,7253 g, respectivamente (Figura 42).

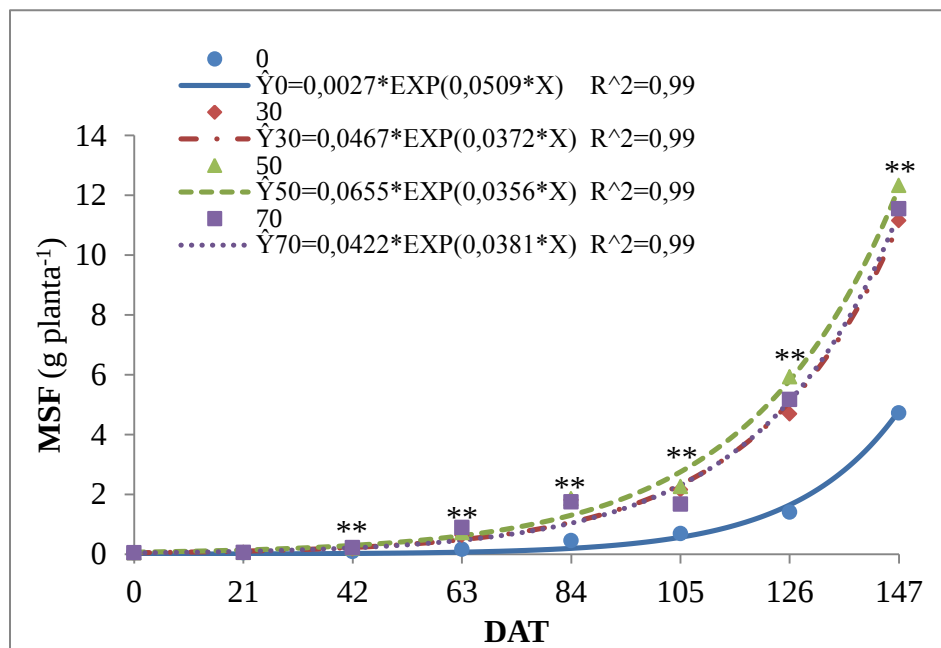


Figura 42. Massa Seca das Folhas (MSF) de mudas de ipê-roxo em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013.

A MSF apresentou efeito significativo a 1% de probabilidade, com incrementos de 142,72; 340,05; 313,56; 229,73; 322,86 e 160,98% aos 42, 63, 84, 105, 126 e 147 DAT, respectivamente, para as mudas produzidas em ambiente com 50% de sombreamento, comparadas a condição de pleno sol. Aos 0 e 21 DAT não foi identificado diferença entre os níveis de luminosidade e as plantas apresentaram MSF média de 0,0426 e 0,0511 g, respectivamente (Tabela 35).

Tabela 35. Valores médios da massa seca das folhas (MSF) em mudas de ipê-roxo produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Som	Dias Após o Transplântio							
	0	21	42	63	84	105	126	147
0%	0,0410a	0,0407a	0,0838b	0,1643b	0,4478b	0,6856b	1,4025b	4,7253b
50%	0,0447a	0,0574a	0,2034a	0,7230a	1,8519a	2,2606a	5,9306a	12,3321a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A MSF foi altamente prejudicada pelo pleno sol, isso provavelmente pode ser atribuído às altas temperaturas, associadas a baixa umidade relativa, que encontramos em nossa região, provocando aumento da fotorrespiração, consequentemente reduzindo a fotossíntese.

Semelhantemente, a massa seca foliar de mudas de pau-ferro (*Caesalpinia ferrea*) submetidas a pleno sol, apresentaram valores inferiores aos das plantas sombreadas (LENHARD et al., 2013). Câmara & Endres (2008) também comprovaram que ocorre maior acúmulo de massa nas folhas de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*) quando submetidas ao tratamento de 50% de sombreamento.

A matéria seca de folhas, bem como a massa total, de *Schizolobium parahyba* não foi influenciada pelos níveis de sombreamento, conforme resultados obtidos por Caron et al. (2010), sugerindo, ser essa espécie adaptada as diferentes condições de luminosidade que foi imposta.

4.4.4 Massa seca da parte aérea em mudas de ipê-roxo

Com o avanço do tempo os níveis de sombreamento mostraram comportamento exponencial para a massa seca da parte aérea (MSPA), ocorrendo lento acúmulo de MSPA até os 63 DAT, intensificando a partir daí. Aos 147 DAT,

observou-se média de 16,6528g, para MSPA das plantas na condição de 50% de sombreamento, sendo esta superior as mudas sob pleno sol, que apresentaram 6,1590 g (Figura 43).

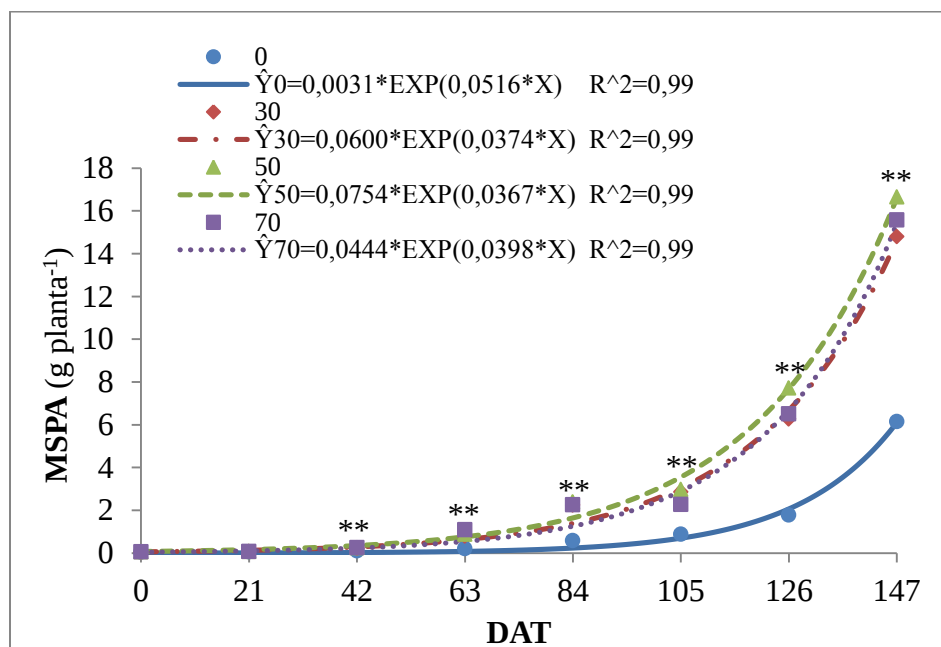


Figura 43. Massa Seca da Parte Aérea (MSPA) de mudas de ipê-roxo em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013.

Houve efeito significativo para a MSPA, ao nível de 1% de probabilidade aos 42, 63, 84, 105, 126 e 147 DAT, com acréscimos de 125,29; 326,11; 306,65; 237,23; 331,49 e 170,34%, respectivamente, para condição de 50% de luminosidade em relação a 100% de luminosidade (pleno sol). Não houve efeito significativo dos tratamentos no dia do transplântio e 21 dias depois com MSPA média de 0,0570 e 0,0701 g, respectivamente (Tabela 36).

Tabela 36. Valores médios da massa seca da parte aérea (MSPA) em mudas de ipê-roxo produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Som	Dias Após o Transplântio							
	0	21	42	63	84	105	126	147
0%	0,0554a	0,0608a	0,1111b	0,2080b	0,5897b	0,8836b	1,7910b	6,1590b
50%	0,0602a	0,0750a	0,2503a	0,8863a	2,3980a	2,9798a	7,7280a	16,6528a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

As plantas sob sombreamento acumularam mais MSPA e MSF, proporcionalmente, caracterizando maior crescimento, enquanto as plantas sob pleno sol detiveram menor acúmulo, possivelmente devido as altas taxas respiratórias (e/ou fotorrespiratórias), incitadas pelas elevadas temperaturas a que as plantas estavam sujeitas.

Mudas de *Caesalpinia ferrea* também apresentaram maior MSPA quando produzidas em ambiente com 50% de luz em relação ao ambiente de pleno sol (SANTOS et al., 2013). De maneira semelhante, Lenhard et al. (2013) verificaram maior alocação sob 50% e 70% de sombreamento. Estes resultados corroboram ainda aos encontrados para *Maclura tinctoria* (ALMEIDA et al. 2005) e *Virola surinamensis* (LIMA et al. 2007), comumente conhecidas como moreira e andiroba, respectivamente.

4.4.5 Área foliar em mudas de ipê-roxo

No dia do transplântio e aos 21 DAT, não houve efeito significativo para a área foliar (AF) e as plantas apresentaram valores médios de 14,73 e 17,95 cm², respectivamente. Foi detectado efeito significativo a 1% de probabilidade, com incrementos de 149,14; 294,09; 324,13; 354,16; 461,08 e 267,19% para mudas na

condição de 50% de sombreamento, em comparação as mantidas a ambiente sob pleno sol, aos 42, 63, 84, 105, 126 e 147 DAT, respectivamente (Tabela 37).

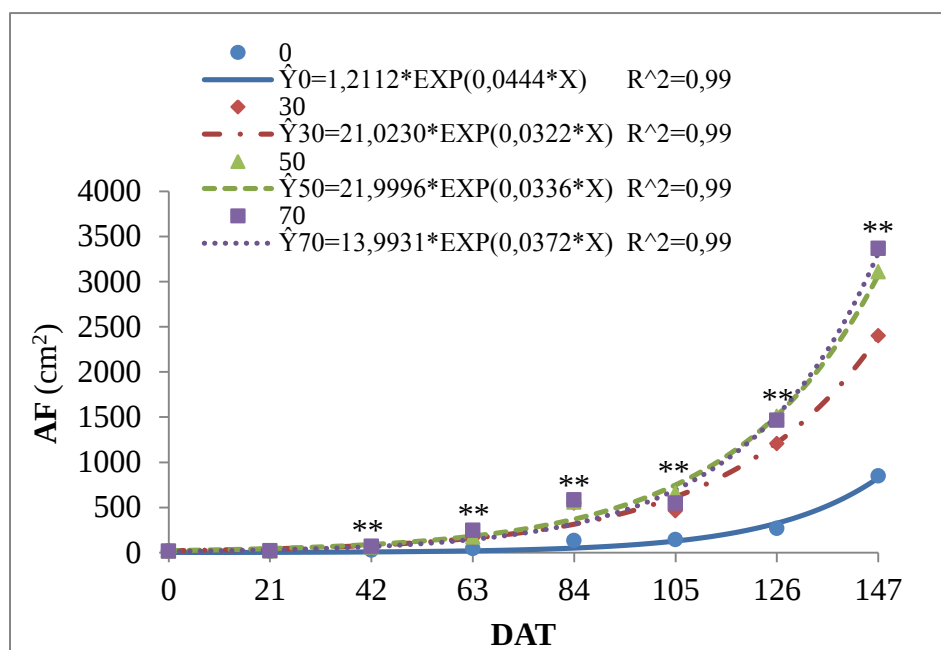


Figura 44. Área Foliar (AF) de mudas de ipê-roxo em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013.

Tabela 37. Valores médios da área foliar (AF) em mudas de ipê-roxo produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Som	Dias Após o Transplante							
	0	21	42	63	84	105	126	147
0%	14,36a	14,21a	24,46b	43,45b	131,73b	144,43b	268,25b	846,36b
50%	14,53a	19,44a	60,94a	171,23a	558,70a	655,94a	1505,10a	3107,78a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A AF mostrou comportamento exponencial ao longo do tempo, com crescimento lento até os 63 DAT, despontando a partir de então. O sombreamento de 50% proporcionou AF superior a condição de pleno sol, com médias de 3107,78 e 846,36 cm², respectivamente, aos 147 DAT (Figura 44).

A AF é uma característica que é influenciada pela condição de luminosidade a que a planta está submetida (LENHARD et al., 2013). Larcher (2004) afirma que as plantas sob baixa luminosidade tendem a expandir o limbo foliar, aumentando a área de captação de luz. A alteração deste parâmetro é um mecanismo para compensar as baixas intensidades luminosas.

Um maior investimento em AF pode ser entendido como fuga à condição de sombreamento, no entanto, quando ocorre aumento proporcional da biomassa, sugere-se que a planta apresenta crescimento e não escape a condição sombreada. E foi observado, tanto maior acúmulo em MSF e MSPA, quanto aumento na AF, denotando maior crescimento das plantas na condição de sombreamento em relação a condição plena de luminosidade.

Lenhard et al. (2013) e Santos et al. (2013) observaram em jucá (*Caesalpinia ferrea*), e Lima et al. (2007) em andiroba (*V. surinamensis*) maior AF nas plantas crescidas sob 50% de sombreamento do que quando cultivadas a pleno sol.

4.4.6 Razão de área foliar em mudas de ipê-roxo

Houve efeito significativo a 1% de probabilidade, para a razão de área foliar (RAF), aos 105, 126 e 147 DAT, e a 5% aos 21 DAT, onde as plantas conduzidas em ambiente de 50% de luminosidade, foram superiores em 36,40; 24,92; 42,23 e 17%, respectivamente, quando comparadas com a condição de pleno sol. Aos 0, 42, 63 e 84 DAT não ocorreu diferença entre os níveis de luminosidade, com valores médios de 207,78; 186,26; 160,49 e 182,83 cm² g⁻¹, respectivamente (Tabela 38).

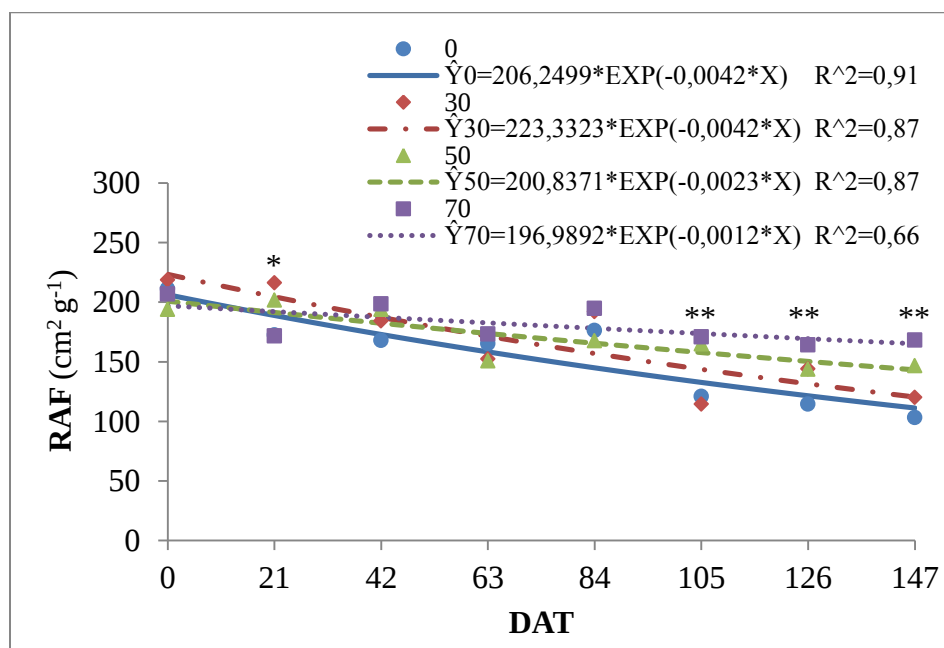


Figura 45. Razão de Área Foliar (RAF) de mudas de ipê-roxo em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013.

Tabela 38. Valores médios da razão de área foliar (RAF) em mudas de ipê-roxo produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Som	Dias Após o Transplântio							
	0	21	42	63	84	105	126	147
0%	211,30a	172,47b	168,09a	165,37a	176,22a	121,06b	114,57b	103,28b
50%	194,14a	201,79a	193,97a	150,88a	167,87a	165,12a	143,83a	146,90a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A RAF apresentou comportamento exponencial decrescente com o passar do tempo, para os níveis de sombreamento testados, observando-se valores superiores para o nível de 50% de sombreamento, de $146,90 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$, aos 147 DAT (Figura 45).

O investimento em RAF garante a planta uma maior eficiência fotossintética, devido o aumento da superfície de interceptação de luz e CO_2 , que serão usados na produção de fotoassimilados. Observa-se que as plantas sob os tratamentos de sombra apresentaram maior MSF, AF e RAF, indicando que investem assim na sua capacidade fotossintética com aumento da área foliar para superar a perda de luminosidade.

Os resultados obtidos corroboram Lima et al. (2008), em *Caesalpinia ferrea*, que verificaram que os valores da razão de área foliar tenderam a aumentar com a redução da luminosidade, não havendo diferenças na razão de área foliar entre mudas sob sombreamento de 50 e 70%. Lenhard et al., (2013) também observaram, em mudas de *Caesalpinia ferrea*, que a RAF das plantas mantidas sob 70% de sombreamento, apresentaram valores mais elevados, seguida por 50 e 0%, com diferença em todos os sombreamentos.

4.4.7 Área foliar específica em mudas de ipê-roxo

Para a área foliar específica (AFE), observou-se efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade, aos 105, 126 e 147 DAT, sendo constatado acréscimo de 37,56; 33,31 e 40,97%, respectivamente, nas plantas submetidas a 50% de sombreamento. Do dia do transplântio aos 85 DAT, não foi verificado diferença entre os tratamentos testados, com médias de 346,44; 351,93; 306,70; 288,75 e 291,43 $\text{cm}^2 \text{ g}^{-1}$, respectivamente aos 0, 21, 42, 63 e 84 DAT (Tabela 39).

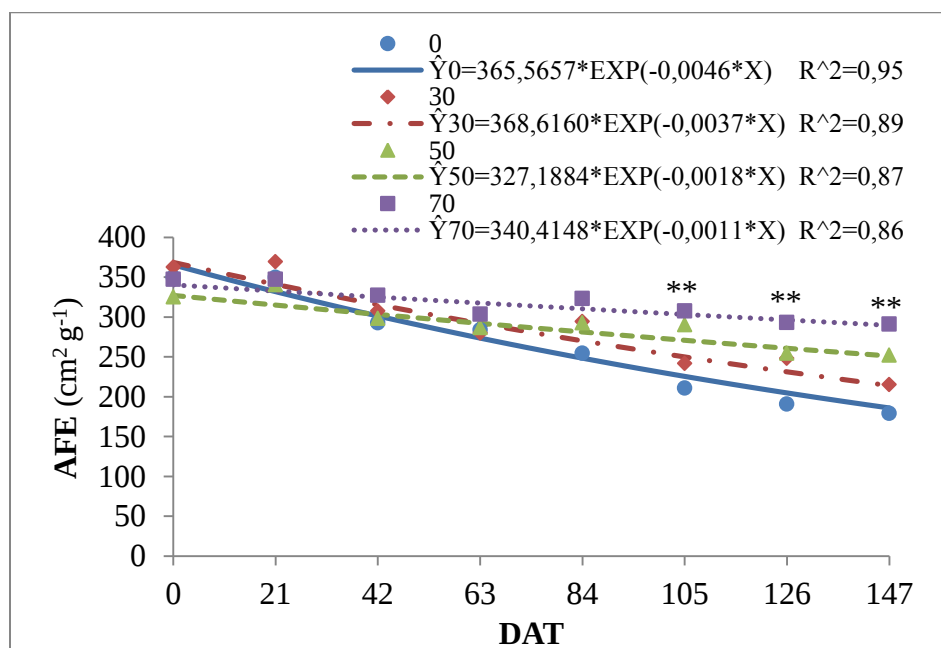


Figura 46. Área Foliar Específica (AFE) de mudas de ipê-roxo em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013.

Tabela 39. Valores médios da área foliar específica (AFE) em mudas de ipê-roxo produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Som	Dias Após o Transplântio							
	0	21	42	63	84	105	126	147
0%	350,06a	349,95a	292,93a	283,98a	254,57a	211,10b	191,03b	179,03b
50%	325,51a	340,84a	298,54a	286,95a	293,08a	290,39a	254,67a	252,38a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A AFE apresentou comportamento linear com o passar do tempo, observando-se 252,38 e 179,03 $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$, para 50 e 0% de sombreamento, respectivamente, aos 147 DAT (Figura 46).

A área foliar específica indica mudanças anatômicas ou morfológicas nas folhas, de tal maneira que o inverso da área foliar expressa diferenças na espessura foliar (BENINCASA, 2003).

As plantas sob sombreamentos apresentaram maior AFE indicando, ou redução da espessura foliar ou aumento da área, ou ambos. A produção de folhas com maior área e menor espessura é uma resposta característica de fuga da sombra.

Lima et al., (2008), constataram que a AFE aumenta em função do sombreamento, sendo encontrados maiores valores em ambientes sob maiores sombreamentos. Carvalho et al. (2006) observaram, que a área foliar específica foi significativamente maior sob condições de 30% de luz.

Oliveira & Andrade e Perez (2012) observaram maiores valores de AFE para menor intensidade luminosa em mudas de *Tabebuia aurea* e que ocorreu uma oscilação mensal nos valores encontrados. Os maiores valores encontrados para menor luminosidade estão relacionados à maior área foliar, pois o aumento deste parâmetro não é acompanhado de maneira proporcional pelo aumento do peso da matéria seca das folhas, indicando menor acúmulo de fotoassimilados nas folhas. Estes resultados também indicam uma menor adaptação a ambientes sombreados (menor plasticidade).

4.4.8 Taxa de crescimento absoluto em mudas de ipê-roxo

Para a taxa de crescimento absoluto (TCA) houve efeito significativo a 1% de probabilidade aos 63, 84, 105 e 126 DAT, e a 5% aos 42 DAT, ocorrendo incremento de 601,79; 329,75; 657,62; 475,78 e 243,33%, respectivamente, nas mudas produzidas sob sombreamento de 50% em relação a condição de pleno sol. Aos 21 e 147 DAT não foi averiguada diferença estatística e as médias de TCA foram 0,0011 e 0,4700 g planta⁻¹ dia⁻¹, respectivamente (Tabela 40).

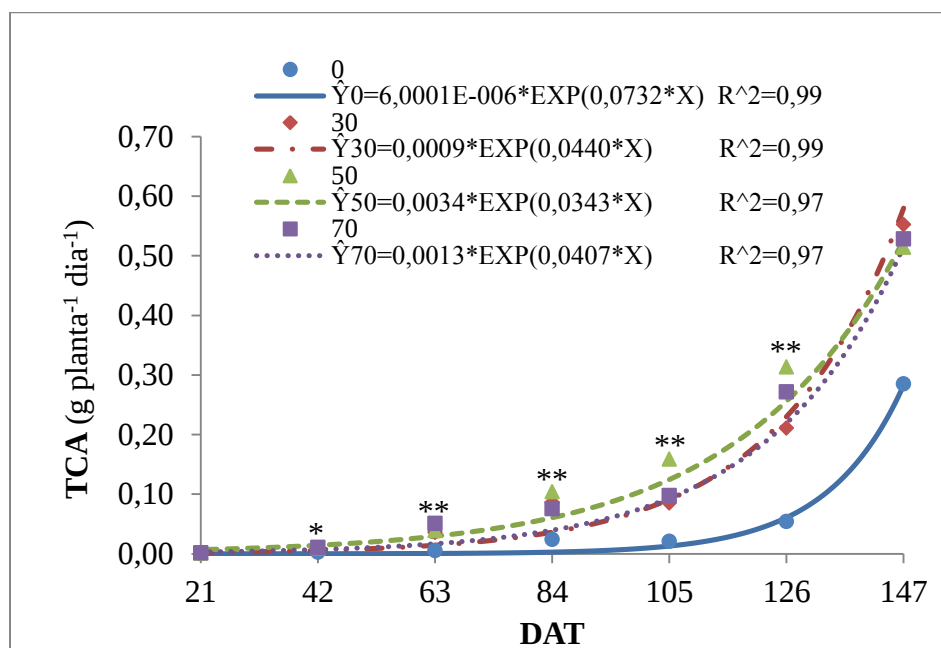


Figura 47. Taxa de Crescimento Absoluto (TCA) de mudas de ipê-roxo em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013.

Tabela 40. Valores médios da taxa de crescimento absoluto (TCA) em mudas de ipê-roxo produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Sombreamento	Dias Após o Transplântio						
	21	42	63	84	105	126	147
0%	0,0007a	0,0030b	0,0056b	0,0242b	0,0210b	0,0545b	0,2849a
50%	0,0010a	0,0103a	0,0393a	0,1040a	0,1591a	0,3138a	0,5145a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A TCA mostrou comportamento exponencial ao longo do tempo para ambos níveis de sombreamento, ocorrendo crescimento lento até os 63 DAT, e intensificando

a partir de então, sendo observado 0,3138 e 0,0545 g planta⁻¹ dia⁻¹, aos 126 DAT, para a condição de luminosidade de 50 e 100% (pleno sol), respectivamente (Figura 47).

As plantas cultivadas na condição de sombreamento apresentaram maior velocidade de crescimento nas épocas avaliadas, que foi comprovado com o maior acúmulo de biomassa (MSF e MSPA) nas plantas sob essa condição, refletindo o maior crescimento.

De forma contrária, a taxa média de crescimento absoluto em *Caesalpinia ferrea* foi mais alta em mudas submetidas a pleno sol, seguida de mudas mantidas a 70 e 50% de sombreamento (LIMA et al., 2008).

No período entre 60 e 100 dias após a emergência, as mudas de *Caesalpinia pyramidalis*, em ambiente sem sombreamento apresentaram maior TCA que as demais (DANTAS et al., 2009).

Já para a *Hymenaea parvifolia* não houve diferença na taxa de crescimento absoluto em plantas mantidas a pleno sol (PS) e 50% de sombreamento, havendo redução nessa variável com o aumento do sombreamento (SILVA et al., 2007).

4.4.9 Taxa de crescimento relativo em mudas de ipê-roxo

Houve efeito significativo a 1% de probabilidade, para a taxa de crescimento relativo (TCR), aos 63, 84, 105 e 126 DAT, com acréscimos de 33,19; 51,99; 60,93 e 70,26%, respectivamente, e aos 5% de probabilidade aos 147 DAT, com incremento de 34,15% nas plantas sob 50% de luminosidade em relação a condição de pleno sol. No dia do transplantio e 21 dias após, Não foi observado efeito significativo e as médias alcançadas foram de 0,0132 e 0,0493 g g⁻¹ dia⁻¹ (Tabela 41).

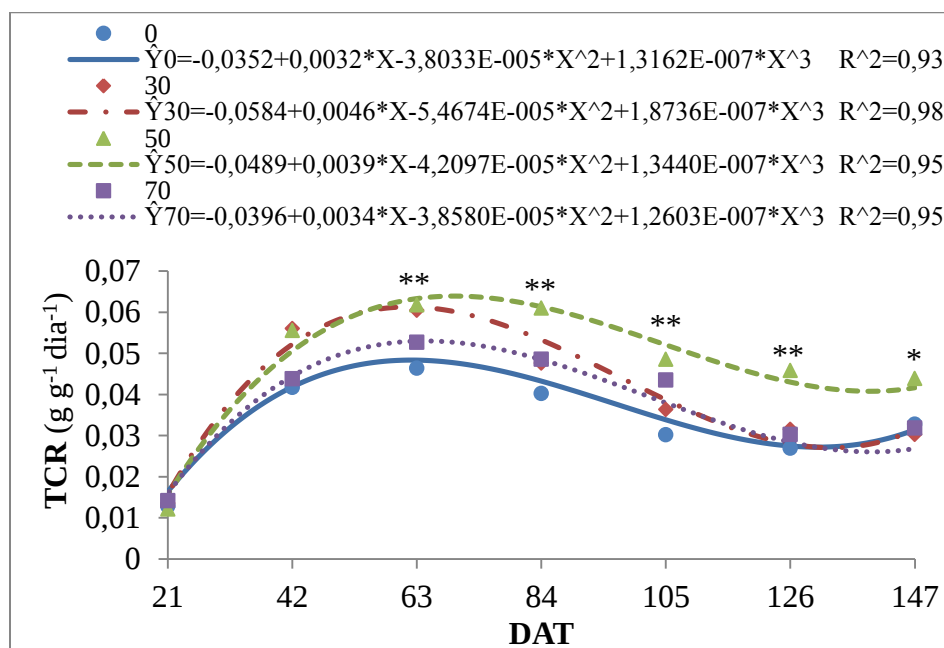


Figura 48. Taxa de Crescimento Relativo (TCR) de mudas de ipê-roxo em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013.

Tabela 41. Valores médios da taxa de crescimento relativo (TCR) em mudas de ipê-roxo produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Sombreamento	Dias Após o Transplante						
	21	42	63	84	105	126	147
0%	0,0129a	0,0417a	0,0464b	0,0402b	0,0302b	0,0269b	0,0328b
50%	0,0121a	0,0556a	0,0618a	0,0611a	0,0486a	0,0458a	0,0440a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

No decorrer do tempo, a TCR apresentou comportamento polinomial, sendo observada média de 0,0328 e 0,0440 g g⁻¹ dia⁻¹, para a condição de maior intensidade luminosa (0%) e 50% de luminosidade, respectivamente, aos 147 DAT (Figura 48).

A taxa de crescimento relativo (TCR) é a medida da rapidez com que uma planta cresce quando comparada com o seu tamanho inicial e a taxa de crescimento absoluto (TCA) é usado para se ter idéia da velocidade média de crescimento ao longo do período de observação (BENINCASA, 2003).

Verifica-se que as plantas sob sombreamento apresentaram maior crescimento entre as épocas (TCA) e maior crescimento comparado ao seu estado inicial (TCR), e as plantas sob pleno sol apresentaram valores inferiores quando comparadas ao seu estado inicial, sugerindo ser a condição de 50% de sombreamento a mais satisfatória para a produção de mudas dessa espécie.

Em *Caesalpinia ferrea* a diminuição na disponibilidade de luz teve efeito positivo na taxa de acúmulo da matéria seca das plantas (LENHARD et al., 2013). Lima et al. (2008) também observou aumento de TCR, em *Caesalpinia ferrea*, com a diminuição da luminosidade. Em andiroba (*Virola surinamensis*) as plantas sob 50% de sombreamento apresentaram maior taxa de crescimento relativo (LIMA et al. 2007).

4.4.10 Taxa assimilatória líquida em mudas de ipê-roxo

Houve efeito significativo para a taxa assimilatória líquida (TAL), aos 63, 84, 105 e 126 DAT, ao nível de 1% de probabilidade, e as plantas submetidas a sombreamento de 50% apresentaram incremento de 900; 3200, 4600 e 512,5% em relação a condição de pleno sol. Não foi verificado efeito significativo aos 21, 42 e 147 DAT e as médias apresentadas foram 0,0001; 0,0004; 0,0184 g cm² dia⁻¹, respectivamente (Tabela 42).

A TAL apresentou comportamento exponencial, ao longo do tempo, para os níveis de sombreamento, sendo observado média superior (0,0098 g cm² dia⁻¹) no ambiente com 50% de luminosidade, em relação ao pleno sol (0,0016 g cm² dia⁻¹), aos 126 DAT (Figura 49).

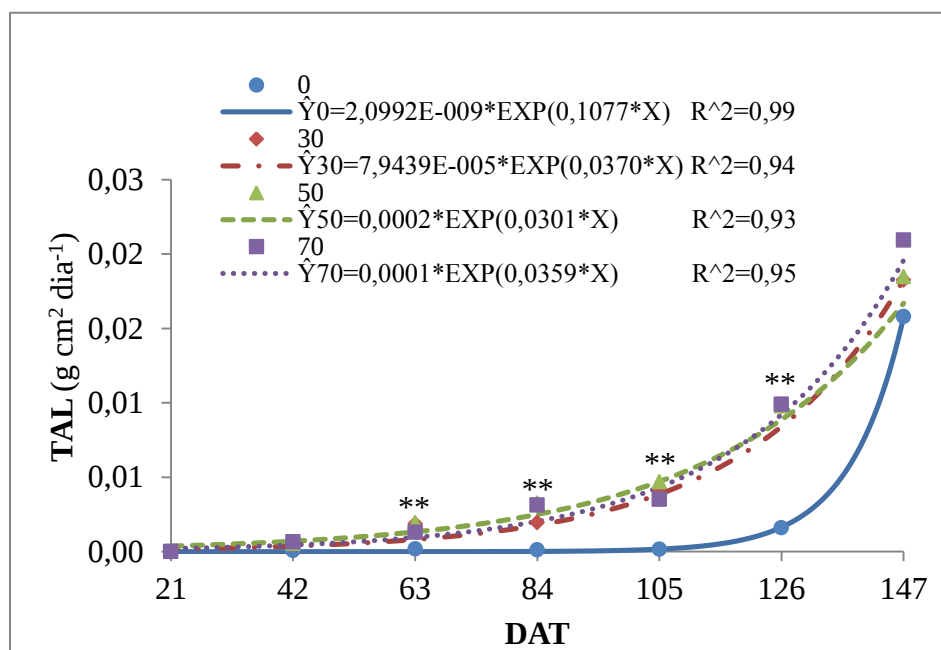


Figura 49. Taxa Assimilatória Líquida (TAL) de mudas de ipê-roxo em diferentes níveis de sombreamento. Mossoró/RN. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os tratamentos 0 e 50%, dentro de cada data de avaliação, ao nível de 5% (*) e 1% (**). UFERSA, 2013.

Tabela 42. Valores médios da taxa assimilatória líquida (TAL) em mudas de ipê-roxo produzidas em 0 e 50% de sombreamento, Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Sombreamento	Dias Após o Transplântio						
	21	42	63	84	105	126	147
0%	0,0001a	0,0001a	0,0002b	0,0001b	0,0001b	0,0016b	0,0158a
50%	0,0002a	0,0006a	0,0020a	0,0033a	0,0047a	0,0098a	0,0185a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A taxa assimilatória líquida (TAL) expressa a taxa de fotossíntese líquida, em termos de matéria seca produzida por unidade de área foliar. Dessa forma, a TAL indica a eficiência das folhas para produção de biomassa (BENINCASA, 2003).

As plantas de ipê-roxo mesmo sob menor incidência de luz foram mais eficientes na assimilação líquida de CO₂ e luz, através do aumento da RAF, proporcionado pelo aumento da AF, as plantas compensaram a baixa disponibilidade luminosa, que resultou em maior produção de biomassa.

As plantas sob pleno sol apresentaram desempenho inferior provavelmente devido a fotorrespiração provocada pelas altas temperaturas nessa condição, sugerindo que o ipê-roxo não se adaptou bem ao pleno sol. No entanto, observa-se um aumento da TAL aos 147 dias, o que pode indicar uma modificação da capacidade de adaptação, e talvez o início da recuperação do crescimento.

Sob condições de maior luminosidade, ou seja, a pleno sol, mudas de *Caesalpinia ferrea* apresentaram maior taxa assimilatória líquida, que reflete a capacidade da espécie em adequar seu aparelho fotossintético ao aumento da luminosidade (LIMA et al., 2008).

Em *Caesalpinia ferrea* (LENHARD et al., 2013), *Tabebuia aurea* (OLIVEIRA & ANDRADE e PEREZ, 2012) e *Caesalpinia pyramidalis* (DANTAS et al., 2009) não houve diferença estatística na TAL entre os níveis de sombreamento estudados.

4.5 CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE SABIÁ, JUCÁ, CRAIBEIRA E IPÊ-ROXO AOS 147 DIAS APÓS O TRANSPLANTIO

4.5.1 Comprimento da parte aérea em mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo aos 147 dias após o transplântio

Aos 147 DAT as plantas de jucá e sabiá apresentaram maior CPA do que a craibeira e o ipê-roxo. As quatro espécies mostraram comportamento polinomial quadrático para a CPA, nos diferentes níveis de luminosidade (Figura 50).

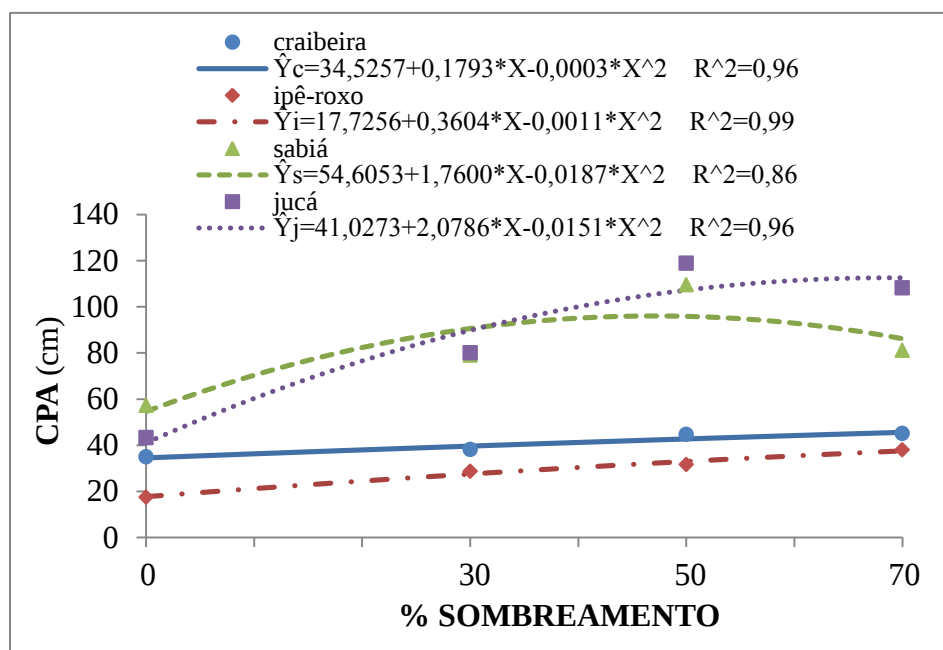


Figura 50. Comprimento da Parte Aérea (CPA) de mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo produzidas em diferentes níveis de sombreamento, aos 147 dias após o transplântio. Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Tabela 43. Valores médios do comprimento da parte aérea (CPA) em mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo produzidas em diferentes níveis de sombreamento, aos 147 dias após o transplântio. Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Sombreamento	Dias Após o Transplântio			
	sabiá	jucá	craibeira	ipê-roxo
0%	57,23a	43,25b	34,88b	17,48c
30%	79,08a	80,03a	38,13b	28,63b
50%	109,50a	118,75a	44,63b	31,63c
70%	81,05b	108,13a	45,05c	37,93c

Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

O CPA da craibeira foi o que menos variou com o sombreamento, enquanto o CPA do sabiá e jucá foram substancialmente beneficiados com o sombreamento de até 50%, reduzindo-se a partir desse ponto, o que pode ser entendido que o sombreamento de 70% limita o comprimento da parte aérea dessas espécies, já o ipê-roxo teve maior incremento de CPA (117%) com o maior nível de sombreamento (70%).

A estratégia de escape ao sombreamento com uma maior alocação de carbono para o caule, quando a planta é submetida a condições de radiação inadequadas ao seu melhor crescimento, é comum (OLIVEIRA & ANDRADE e PEREZ, 2012). Podendo acarretar crescimento, com o aumento da massa seca do caule, aumentando também a MSPA ou estiolamento quando espécies não estão adaptadas para crescer normalmente em ambientes mais sombreados.

O jucá foi quem apresentou o maior comprimento do caule (118,75 cm) sob 50% de sombreamento, o que significa um incremento de aproximadamente 174%.

Observando-se as espécies dentro de cada nível de sombreamento aos 147 DAT, verifica-se que no pleno sol as mudas de sabiá apresentaram maior CPA do que as mudas de jucá e craibeira, que não apresentaram diferença entre si, e que por sua

vez foram superior ao ipê-roxo. As plantas de sabiá apresentaram mais do triplo do CPA do que o ipê-roxo (Tabela 43).

Na condição de 30% de sombreamento não foi constatada diferença no CPA de jucá e sabiá, sendo as duas superior à craibeira e ao ipê-roxo, que não diferiram entre si pelo teste de Tukey.

Sob 50% de luminosidade o CPA foi maior no jucá e sabiá, seguido por craibeira e após por ipê-roxo. O CPA de jucá foi superior ao sabiá, seguido pela craibeira e ipê-roxo, que não diferiram entre si, na condição de 70% de sombreamento.

A altura da parte aérea apresenta comportamento inversamente proporcional aos níveis de luminosidade recebidos pelas plantas, e o rápido crescimento obtido pelas plantas sombreadas deve-se à busca de luminosidade (MELO & CUNHA, 2008).

De acordo com Larcher (2004) ocorre um ajuste das taxas metabólicas, com maior alocação de carbono para o caule quando a planta é submetida a uma intensidade luminosa menor do que o necessário ao seu melhor crescimento.

4.5.2 Diâmetro do coleto em mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo aos 147 dias após o transplântio

A craibeira apresentou os maiores DC, seguida pelo ipê-roxo, sabiá e jucá. Todas as espécies apresentaram comportamento polinomial quadrático para DC nos diferentes níveis de luminosidade (Figura 51).

Para todas as espécies o DC aumentou até o sombreamento de 50%, com valores reduzidos sob 70% de sombreamento, indicando uma tendência de aumento de alocação de massa para o caule até 50% de luminosidade, sendo observada a maior tendência nas mudas de ipê-roxo sob 50% de sombreamento em relação ao pleno sol, com incremento de 46,20%.

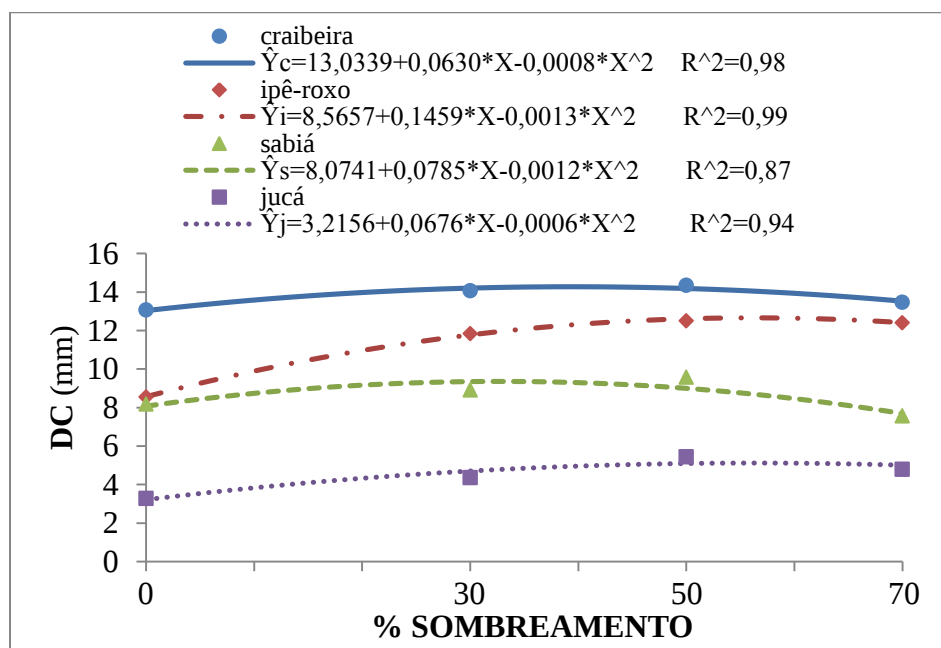


Figura 51. Diâmetro do Coleto (DC) de mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo produzidas em diferentes níveis de sombreamento, aos 147 dias após o transplântio. Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Tabela 44. Valores médios do diâmetro do colo (DC) em mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo produzidas em diferentes níveis de sombreamento, aos 147 dias após o transplântio. Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Sombreamento	Dias Após o Transplântio			
	sabiá	jucá	craibeira	ipê-roxo
0%	8,29b	3,29c	13,07a	8,55b
30%	8,91c	4,37d	14,07a	11,85b
50%	9,58b	5,45c	14,35a	12,50a
70%	7,57b	4,80c	13,47a	12,41a

Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A craibeira apresentou respostas semelhantes ao sabiá, enquanto que o ipê-roxo mostrou maior relação com o jucá. Os DC de craibeira e sabiá parecem sofrer menor alteração com o nível de sombreamento e o ipê-roxo mostra a maior tendência de aumento em função do sombreamento, indicando que a espécie é a que menos se adapta à condição de maior intensidade luminosa.

Avaliando-se as espécies dentro de cada nível de sombreamento, verifica-se que com 0% de sombreamento as plantas de craibeira exibiram DC superior ao ipê-roxo e sabiá, que não mostraram diferença entre si, seguidos do jucá (Tabela 44).

Com 30% de sombreamento a craibeira foi superior ao ipê-roxo, seguido do sabiá e por último o jucá, com o DC de todas as espécies apresentando diferença pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Aos 70% de sombreamento houve uma tendência de redução no DC em relação a 50%, e em ambos níveis de sombreamento a craibeira e o ipê-roxo mostraram superioridade, seguidos do sabiá e do jucá, respectivamente.

Almeida et al. (2005) estudando as espécies jatobá, acácia, moreira e fedegoso quanto ao diâmetro do coleto, observaram que as espécies diferiram entre si, nas três condições de sombreamento (0, 30 e 50%), sendo que a moreira apresentou os maiores valores, nas condições de pleno sol e 50% de sombreamento e a acácia na condição de 30% de sombreamento.

Gonçalves et al. (2000) consideram que uma muda de boa qualidade apresenta altura variando de 20 a 35 cm e diâmetro de coleto variando de 5 a 10 mm, requisitos encontrados aos 147 DAT para o sabiá e craibeira em todos os níveis de sombreamento (0, 30, 50 e 70%), no ipê-roxo apenas quando a muda é submetida a uma condição de sombreamento de 30, 50 e/ou 70%, e o jucá só apresenta tais características quando produzida sob 50% de sombreamento. No entanto, os ramos do jucá são tipicamente mais finos, e cabe a consideração que essa regra não deve ser tomada integralmente, pois significaria, no presente experimento, a impossibilidade de produção de mudas de

jucá praticamente sob qualquer condição de luminosidade, mesmo em condições ótimas de cultivo.

4.5.3 Massa seca das folhas em mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo aos 147 dias após o transplântio

Os maiores e menores valores de MSF foram observados na craibeira e jucá, respectivamente. Todas as espécies ajustaram-se a polinomial de terceiro grau em todos os níveis de sombreamento (Figura 52).

O ipê-roxo foi quem mais aumentou a sua massa foliar em função do sombreamento, o que acompanhou um maior crescimento das plantas.

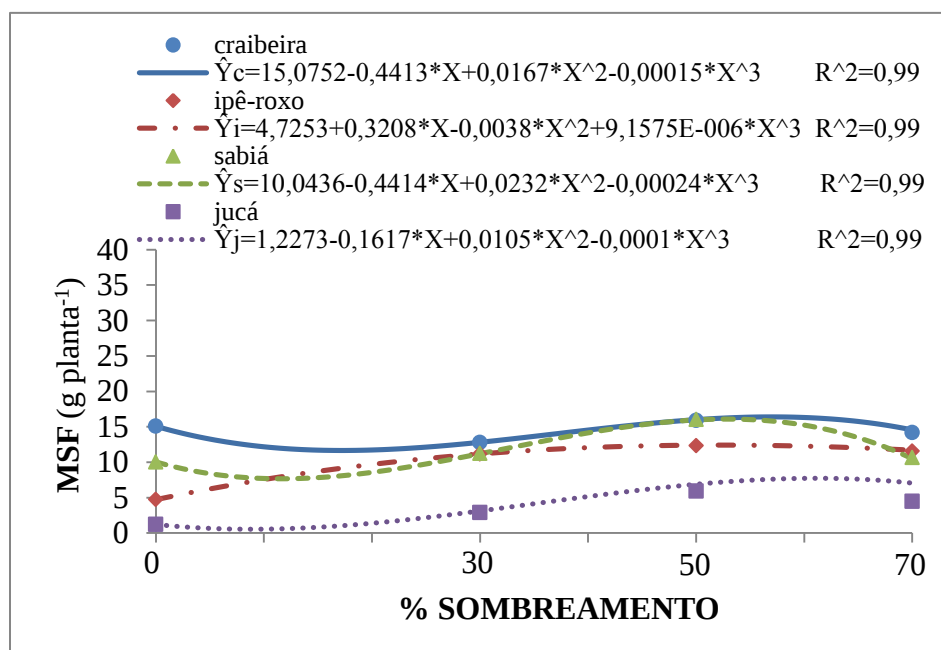


Figura 52. Massa Seca das Folhas (MSF) de mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo produzidas em diferentes níveis de sombreamento, aos 147 dias após o transplântio. Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Tabela 45. Valores médios da massa seca das folhas (MSF) em mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo produzidas em diferentes níveis de sombreamento, aos 147 dias após o transplântio. Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Sombreamento	Dias Após o Transplântio			
	sabiá	jucá	craibeira	ipê-roxo
0%	10,04b	1,23d	15,08a	4,73c
30%	11,23b	2,91c	12,80a	11,15b
50%	15,54a	5,93c	15,89a	12,33b
70%	10,63b	4,49c	14,19a	11,55b

Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A MSF do ipê-roxo, sabiá e jucá apresentaram tendência de crescimento até o sombreamento de 50%, apresentando redução sob 70%. A craibeira foi a espécie que pareceu sofrer menos influência em função do sombreamento.

Observando-se o comportamento da MSF de cada espécie nos diferentes níveis de sombreamento, nota-se que a craibeira é superior as demais espécies, sob 0, 30 e 70%, e no sombreamento de 50% o sabiá não apresenta diferença da craibeira, sendo as duas superiores ao ipê-roxo e jucá, respectivamente (Tabela 45).

Sob pleno sol todas as espécies apresentaram diferença estatística e a MSF da craibeira, sabiá, ipê-roxo e jucá foram 15,08; 4,73, 10,04 e 1,23g, respectivamente. Afirmando que a craibeira é altamente responsiva em pleno sol, enquanto que as outras espécies sofrem mais com essa condição, possivelmente por causa da alta temperatura.

A maior produção em MSF indica um maior investimento em produção de biomassa, visto ser a folha o órgão responsável diretamente pela interceptação da luz e CO₂ usados na produção de fotoassimilados.

O nível de 30% de sombreamento não apresentou diferença estatística na massa seca das folhas de moreira, fedegoso, acácia e jatobá, ao passo que no pleno sol a acácia foi superior as demais e com 50% o jatobá e o fedegoso foram superiores à

acácia, demonstrando que o sombreamento reduz a MSF de acácia enquanto o pleno sol diminui a MSF do jatobá, fedegoso e moreira (ALMEIDA et al., 2005).

4.5.4 Massa seca da parte aérea em mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo aos 147 dias após o transplântio

Para a MSPA, observaram-se maiores valores para a craibeira no menor e no maior nível de sombreamento (0 e 70%) em relação às outras espécies e que o sabiá sob 30 e 50% apresentou valores superiores. O jucá apresentou os menores valores de MSPA em todos os níveis de sombreamento. As espécies mostraram comportamento polinomial cúbico (craibeira, ipê-roxo e sabiá) e quadrático (jucá) para MSPA com os diferentes níveis de sombreamento (Figura 53).

A MSPA das mudas de craibeira tendeu a se manter constante em todos os níveis de sombreamento, indicando plasticidade para esta variável, já para as demais espécies a MSPA apresenta tendência de aumento em função do sombreamento até o nível de 50%, havendo redução da MSPA sob 70%.

Enquanto o jucá, ipê-roxo e sabiá apresentam incremento na MSPA, aproximadamente de 401; 170 e 88% na condição de 50% de sombreamento em relação ao pleno sol, a craibeira tem um incremento apenas de 8%, aproximadamente, o que sugere alta adaptabilidade da craibeira e a falta de adaptabilidade do jucá, ipê-roxo, e sabiá ao ambiente de pleno sol.

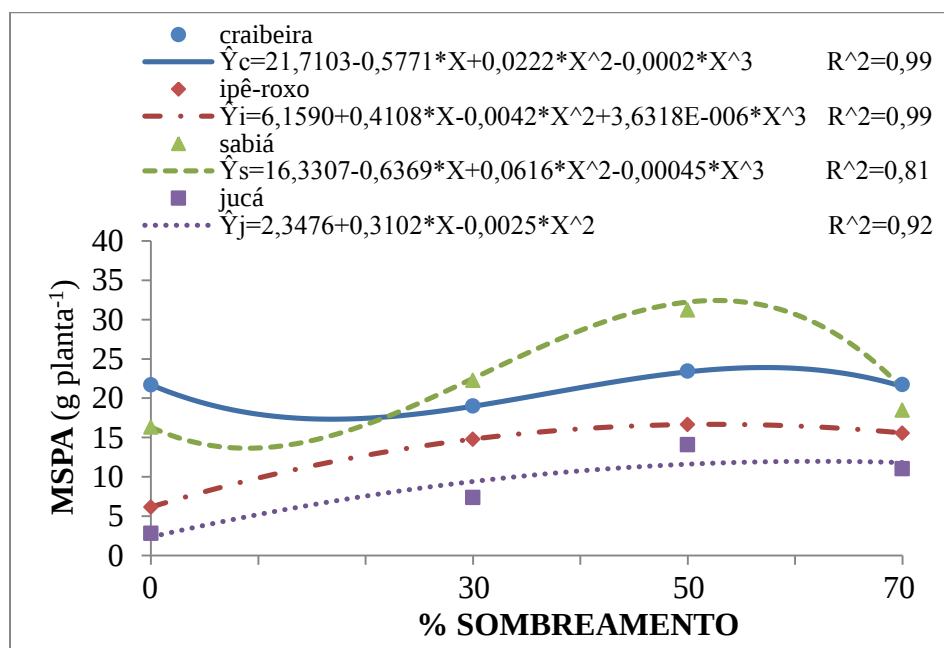


Figura 53. Massa Seca da Parte Aérea (MSPA) de mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo produzidas em diferentes níveis de sombreamento, aos 147 dias após o transplântio. Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Tabela 46. Valores médios da massa seca da parte aérea (MSPA) em mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo produzidas em diferentes níveis de sombreamento, aos 147 dias após o transplântio. Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Sombreamento	Dias Após o Transplântio			
	sabiá	jucá	craibeira	ipê-roxo
0%	16,33b	2,81c	21,71a	6,16c
30%	22,01a	7,39c	19,01ab	14,39b
50%	30,73a	14,08c	23,46b	16,65c
70%	18,47ab	11,03c	21,73a	15,58b

Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Para o nível de 0% a craibeira foi superior ao sabiá, ipê-roxo e jucá, com valores médios de 21,71; 16,33; 6,16 e 2,81 g, respectivamente. Sob 30% de sombreamento as mudas de sabiá apresentaram MSPA superior às mudas de ipê-roxo e jucá, mas não diferiram da craibeira. O sabiá foi superior as demais espécies com 50% de luminosidade. Quando as mudas foram submetidas a 70% de sombreamento, a craibeira apresentou MSPA superior ao ipê-roxo e jucá, mas não diferiu significativamente do sabiá (Tabela 46).

Pesquisando a influência de quatro níveis de sombreamento (0, 50, 70 e 92%), em mudas de *Mimosa caesalpiniiifolia* (sabiá) e *Sterculia foetida* (chichá), Câmara & Endres (2008) observaram maior MSPA em mudas de chichá para todos os níveis testados.

4.5.5 Área foliar em mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo aos 147 dias após o transplântio

A AF apresentou aos 147 dias comportamento polinomial se ajustando a equação de terceiro grau no sabiá, jucá e craibeira e segundo grau no ipê-roxo, para os níveis de sombreamento testados. De todas as espécies o jucá foi que apresentou a menor área foliar, para todos os níveis de sombreamento. A craibeira registrou as menores variações em função do sombreamento (Figura 54).

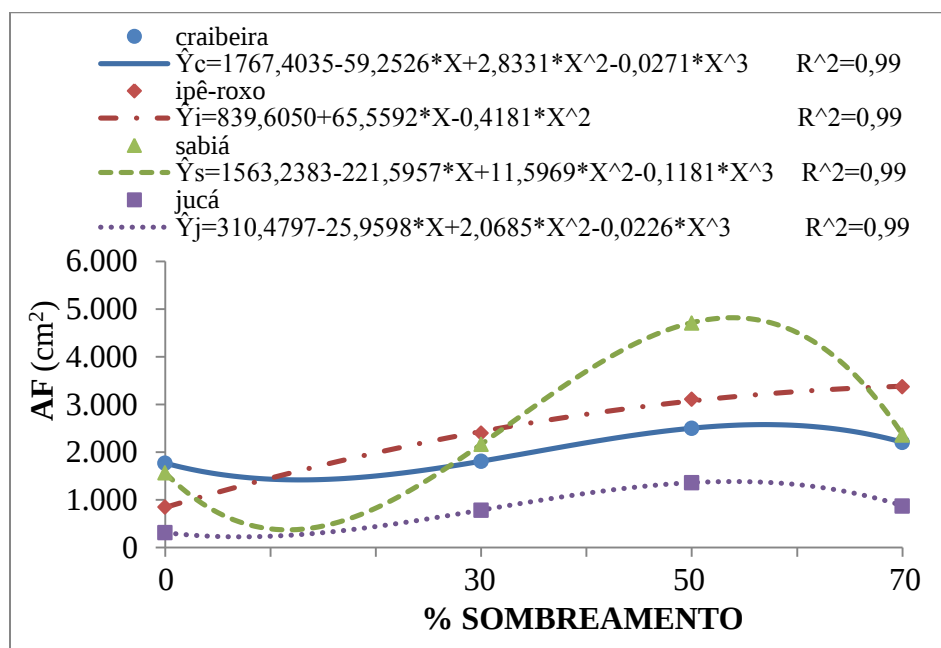


Figura 54. Área Foliar (AF) de mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo produzidas em diferentes níveis de sombreamento, aos 147 dias após o transplantio. Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Tabela 47. Valores médios da área foliar (AF) em mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo produzidas em diferentes níveis de sombreamento, aos 147 dias após o transplantio. Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Sombreamento	Dias Após o Transplantio			
	sabiá	jucá	craibeira	ipê-roxo
0%	1563,24a	310,48c	1767,40a	846,36b
30%	2163,00ab	782,58c	1807,40b	2400,54a
50%	4709,08a	1356,20d	2497,67c	3107,78b
70%	2357,06b	870,23c	2200,18b	3367,39a

Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Na condição de pleno sol a AF da craibeira e do sabiá não apresentaram diferença estatística, sendo superiores ao ipê-roxo e jucá, respectivamente. Quando submetida a 30% de sombreamento as mudas de ipê-roxo aumentam 184%, aproximadamente, da AF, sendo superior a AF da craibeira e do jucá, no entanto sem apresentar diferença do sabiá. Sob 50% de sombreamento todas as espécies apresentaram diferença significativa, com superioridade para o sabiá, seguido do ipê-roxo, craibeira e jucá, respectivamente. O ipê-roxo na condição de maior sombreamento (70%) apresenta a maior AF, seguida do sabiá e craibeira, que não diferem entre si, e do jucá, respectivamente (Tabela 47).

A craibeira cresce bem no pleno sol e quando é sombreada aumenta pouco a AF, já o sabiá de 0 para 50% de sombreamento, aumenta muito a AF, indicando uma maior compensação luminosa sob maior sombreamento.

O ipê-roxo quando submetido a condição de 50% de sombreamento aumenta a AF em 267%, ao passo que só aumenta 170% de MSPA, o que indica uma condição de baixa compensação luminosa, pois a mesma investe muito em AF e não tem o mesmo retorno em produção de biomassa.

O aumento da área foliar é utilizado pela planta para aumentar a superfície fotossintética, assegurando-se um rendimento fotossintético mais eficiente em baixa intensidade luminosa e, conseqüentemente, compensando a baixa taxa fotossintética por unidade de área de folha, uma característica das folhas sombreadas (JONES & McLEOD, 1990).

Em outras espécies, também foi observado maior incremento de área foliar em mudas mantidas sob sombreamento, como *Hymenaea parvifolia* (SILVA et al., 2007) e *Caesalpinia ferrea* (LENHARD et al., 2013).

4.5.6 Razão de área foliar em mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo aos 147 dias após o transplântio

Aos 147 DAT a RAF apresentou comportamento linear para o ipê-roxo, quadrático para o jucá e craibeira e cúbico para o sabiá, e os maiores valores de RAF foram encontrados em mudas de ipê-roxo em todas as condições de sombreamento (Figura 55).

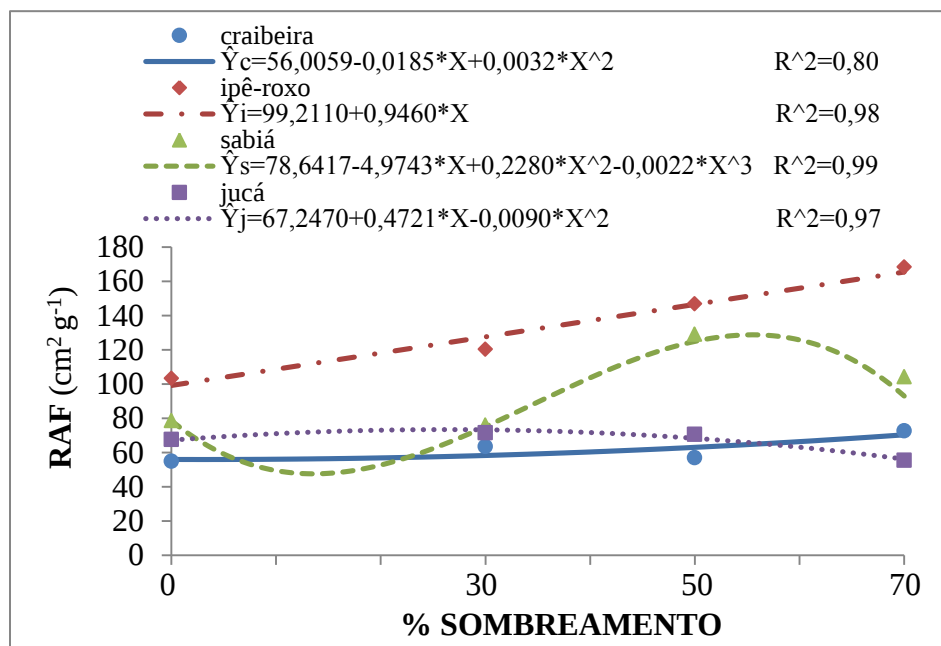


Figura 55. Razão de Área Foliar (RAF) de mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo produzidas em diferentes níveis de sombreamento, aos 147 dias após o transplântio. Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Em relação ao comportamento das espécies em cada nível de sombreamento, observa-se, que o ipê-roxo foi superior as demais espécies nos níveis de 0, 30 e 70%, não diferindo do sabiá sob 50% de sombreamento (Tabela 48).

Tabela 48. Valores médios da razão de área foliar (RAF) em mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo produzidas em diferentes níveis de sombreamento, aos 147 dias após o transplântio. Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Sombreamento	Dias Após o Transplântio			
	sabiá	jucá	craibeira	ipê-roxo
0%	78,64b	67,66bc	54,84c	103,28a
30%	76,08b	71,50b	63,46b	120,27a
50%	128,83a	70,48b	56,48b	146,90a
70%	104,23b	55,45c	72,66c	168,29a

Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A RAF é a relação entre a área foliar, responsável pela interceptação da luz e CO_2 , e a massa seca total, resultado da fotossíntese. Ela expressa a área foliar útil para a fotossíntese, indicando quanto em área é necessário para se produzir 1 g de matéria seca (BENINCASA, 2003). Então o aumento da RAF acontece sob duas condições: quando aumenta a AF ou quando diminui a massa seca total da planta.

O ipê-roxo na condição de pleno sol apresentou maior RAF, devido a sua baixa biomassa produzida nessa condição, sendo superior às demais espécies observadas. Nas condições de sombreamento também foi superior em RAF, e para isso aumentou bastante a AF compensando assim a baixa eficiência fotossintética sob sombreamento. O sabiá apresentou tendência de aumentar a RAF apenas a partir de 50% de sombreamento.

A craibeira foi a espécie que menos alterou a RAF, em relação ao sombreamento, visto que a mesma também não apresentou muitas variações nas massas (MSF, MSPA) e na AF, apresentando característica de plasticidade fisiológica para esses parâmetros.

Segundo Dantas et al. (2009) os menores valores de RAF, indicam maior eficiência das folhas em produção de biomassa. Sendo assim, as folhas das mudas de ipê-roxo sob pleno sol foram mais eficiente em produção de biomassa indicando que foi preciso menor AF para produzir biomassa, em relação às folhas na condição de sombreamento.

Outros autores também encontraram maior RAF em *Hymenaea parvifolia* (SILVA et al., 2007), *Caesalpinia ferrea* (LENHARD et al., 2013) e *Caesalpinia pyramidalis* (DANTAS et al., 2009) quando as plantas foram submetidas ao maior sombreamento.

4.5.7 Área foliar específica em mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo aos 147 dias após o transplântio

Aos 147 DAT a craibeira apresentou os menores valores de AFE, sendo também a espécie que menos alterou essa variável em função do sombreamento. As espécies se ajustaram ao modelo polinomial de primeiro (ipê-roxo), segundo (craibeira e jucá) e terceiro grau (sabiá) (Figura 56).

Avaliando-se as espécies em cada nível de sombreamento observa-se que a AFE do ipê-roxo é superior às outras espécies sob 0, 30 e 70%, e sob 50% o sabiá, apresenta AFE superior ao das outras espécies (Tabela 49).

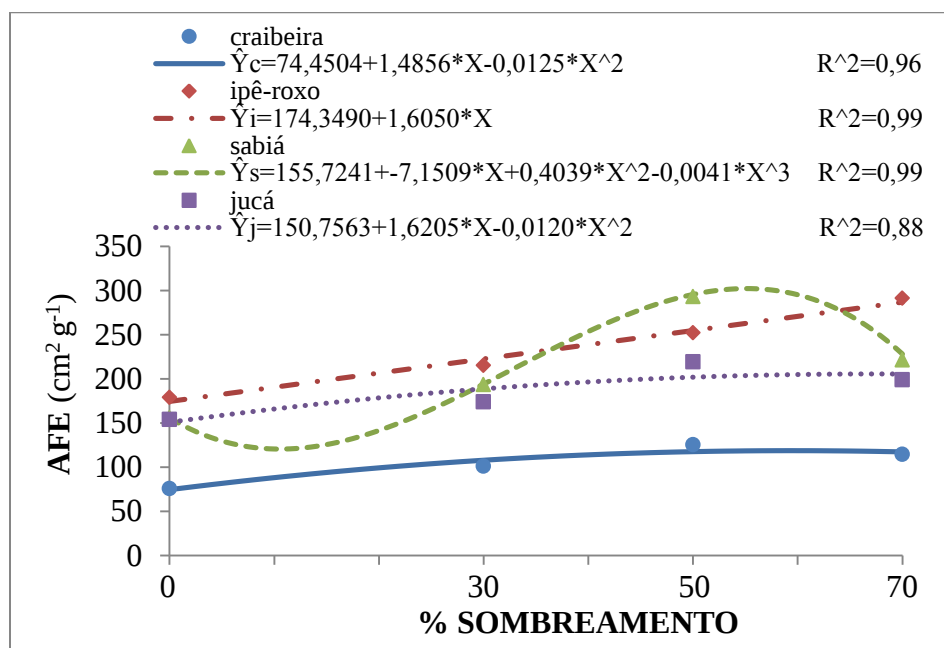


Figura 56. Área Foliar Específica (AFE) de mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo produzidas em diferentes níveis de sombreamento, aos 147 dias após o transplântio. Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Tabela 49. Valores médios da área foliar específica (AFE) em mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo produzidas em diferentes níveis de sombreamento, aos 147 dias após o transplântio. Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Sombreamento	Dias Após o Transplântio			
	sabiá	jucá	craibeira	ipê-roxo
0%	155,72b	154,06b	75,96c	179,03a
30%	193,47b	174,08c	101,18d	215,41a
50%	293,03a	219,10c	125,46d	252,38b
70%	221,49b	199,10c	114,47d	291,32a

Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A AFE é expressada pela razão entre a área foliar e a massa seca das folhas. Sendo a área foliar um componente morfofisiológico e a massa, componente anatômico de uma espécie vegetal, infere-se que o inverso da AFE reflete a espessura das folhas. Ou seja, quanto maior a AFE menor a espessura das folhas (BENINCASA, 2003).

Resultados semelhantes foram obtidos por Oliveira, Andrade e Perez (2012) que também observaram maior AFE em mudas de *tabebuia aurea* mantidas em menor condição de luminosidade. Lima et al. (2008) verificaram aumento na AFE com o aumento do sombreamento em mudas de *Caesalpinia ferrea*.

4.5.8 Taxa de crescimento absoluto em mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo aos 147 dias após o transplântio

A TCA apresentou comportamento quadrático para o sabiá, jucá e ipê-roxo e cúbico para a craibeira, para os tratamentos de sombreamento, sendo os menores valores de TCA encontrados no jucá para todos os níveis de sombreamento (Figura 57).

Analisando-se o comportamento das espécies em cada nível de sombreamento, verifica-se que no pleno sol e com 70% de sombreamento houve diferença na TCA, com valores superiores em craibeira e sabiá, seguidas por, ipê-roxo e jucá, respectivamente. O sabiá foi superior às demais espécies no nível de 0, 30 e 50% de sombreamento (Tabela 50).

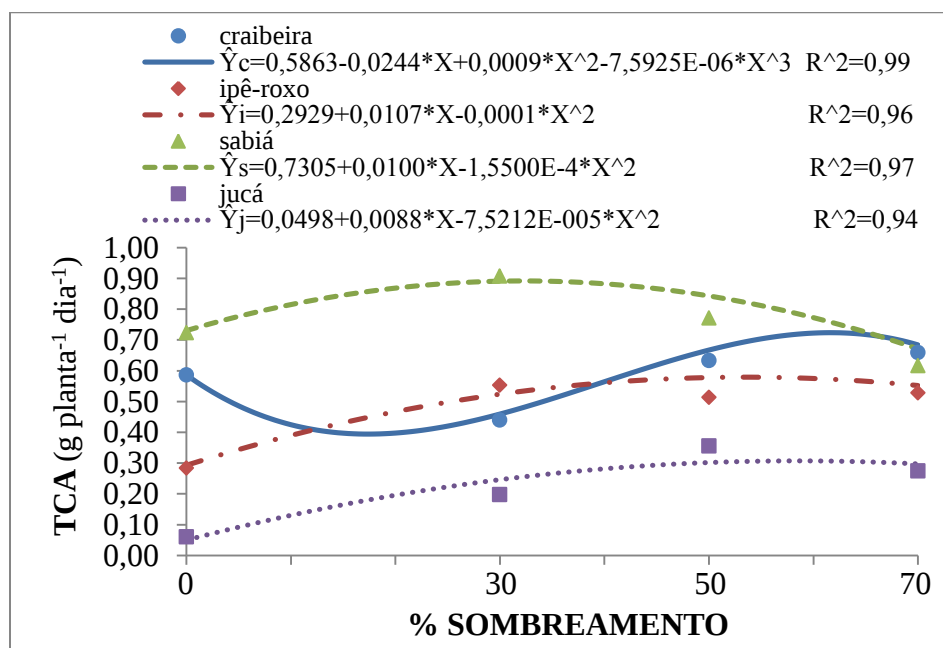


Figura 57. Taxa de Crescimento Absoluto (TCA) de mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo produzidas em diferentes níveis de sombreamento, aos 147 dias após o transplantio. Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Tabela 50. Valores médios da taxa de crescimento absoluto (TCA) em mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo produzidas em diferentes níveis de sombreamento, aos 147 dias após o transplantio. Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Sombreamento	Dias Após o Transplantio			
	sabiá	jucá	craibeira	ipê-roxo
0%	0,7237a	0,0605c	0,5863a	0,2846b
30%	0,9082a	0,1981d	0,4400c	0,5534b
50%	0,7721a	0,3562d	0,6336b	0,5142c
70%	0,6175b	0,2745d	0,6595a	0,5285c

Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A taxa de crescimento absoluto (TCA) pode ser usada para se ter idéia da velocidade média de crescimento ao longo do período de observação (BENINCASA, 2003).

Verificamos que houve um maior crescimento dos 126 aos 147 DAT, nas plantas de craibeira sob pleno sol em relação aos demais níveis de sombreamento e que o sabiá e o ipê-roxo cresceram melhor sob 30% de sombreamento, enquanto o jucá apresentou maior desenvolvimento sob 50% de sombreamento.

Aos 147 DAT as plantas de craibeira apresentaram comportamento semelhante na TCA, para todas as condições de sombreamento, indicando comportamento plástico para as condições impostas.

Resultados diferentes foram encontrados por Lima et al. (2008) em *Caesalpinia ferrea*, que verificaram maior TCA em plantas na condição de pleno sol. Também Dantas et al. (2009) obtiveram maiores taxas de crescimento absoluto em *Caesalpinia pyramidalis* na condição de pleno sol.

4.5.9 Taxa de crescimento relativo em mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo aos 147 dias após o transplantio

O ipê-roxo apresentou a maior TCR quando comparado com as outras espécies, ao 147 DAT, em todos os níveis de sombreamento. O TCR do ipê-roxo apresentou comportamento cúbico para os diferentes níveis de sombreamento, enquanto o comportamento da TCR do sabiá, jucá e craibeira foi quadrático (Figura 58).

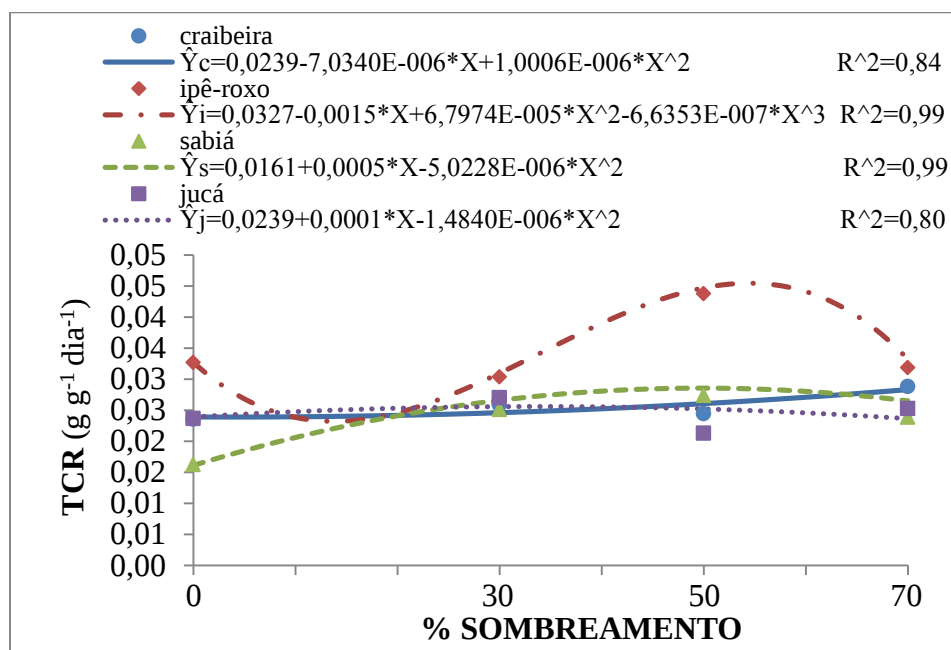


Figura 58. Taxa de Crescimento Relativo (TCR) de mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo produzidas em diferentes níveis de sombreamento, aos 147 dias após o transplantio. Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Tabela 51. Valores médios da taxa de crescimento relativo (TCR) em mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo produzidas em diferentes níveis de sombreamento, aos 147 dias após o transplantio. Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Sombreamento	Dias Após o Transplantio			
	sabiá	jucá	craibeira	ipê-roxo
0%	0,0162b	0,0237b	0,0236b	0,0327a
30%	0,0251a	0,0270a	0,0259a	0,0304a
50%	0,0274b	0,0213b	0,0244b	0,0438a
70%	0,0239b	0,0253ab	0,0288ab	0,0319a

Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Comparando as espécies dentro de cada nível de sombreamento observou-se que sob 0 e 50% de sombreamento a TCR do ipê-roxo é superior às demais espécies, que não apresentam diferença entre si, e com 70% o ipê-roxo só é superior ao sabiá, não diferindo do jucá e da craibeira. Já com 30% de sombreamento a TCR de todas as espécies não apresentam diferença pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) (Tabela 51).

De acordo com Benincasa (2003) a taxa de crescimento relativo é a medida da rapidez com que uma planta cresce quando comparada com o seu tamanho inicial.

Verifica-se que o ipê-roxo foi a espécie que mais apresentou tendência de crescimento da TCR com o sombreamento, aparentando maior intensidade no sombreamento de 50%.

As plantas de craibeira apresentaram a menor variação com os níveis de sombreamento apresentando comportamento plástico para todos os tratamentos de sombra. Silva et al. (2007) e Dantas et al. (2009) também não identificaram diferença estatística para a TCR de mudas de *Hymenaea parvifolia* e *Caesalpinia pyramidalis*, respectivamente, conduzidas em diferentes intensidades luminosas.

O jucá apresentou maior TCR na condição de sombreamento de 30 e 70%. De forma semelhante, Lenhard et al. (2013) comprovaram maior TCR em plantas de *Caesalpinia ferrea* conduzidas sob 50 e 70% de sombreamento.

4.5.10 Taxa assimilatória líquida em mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo aos 147 dias após o transplântio

Para a TAL os menores valores foram verificados em plantas de jucá, para todos os níveis de sombreamento. O jucá, a craibeira e o ipê-roxo apresentaram comportamento polinomial e ajustaram-se a curva quadrática, enquanto o sabiá ajustou-se melhor à cúbica (Figura 59).

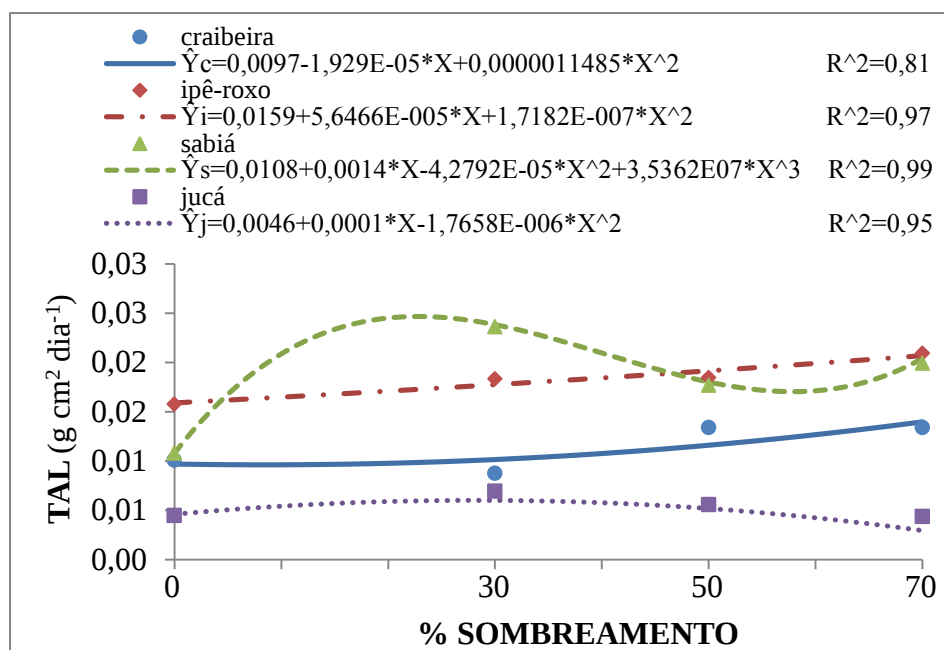


Figura 59. Taxa Assimilatória Líquida (TAL) de mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo produzidas em diferentes níveis de sombreamento, aos 147 dias após o transplântio. Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Tabela 52. Valores médios da taxa assimilatória líquida (TAL) em mudas de sabiá, jucá, craibeira e ipê-roxo produzidas em diferentes níveis de sombreamento, aos 147 dias após o transplântio. Mossoró/RN. UFERSA, 2013.

Sombreamento	Dias Após o Transplântio			
	sabiá	jucá	craibeira	ipê-roxo
0%	0,0108b	0,0045c	0,0101b	0,0158a
30%	0,0236a	0,0069c	0,0087c	0,0183b
50%	0,0177a	0,0056b	0,0134a	0,0185a
70%	0,0199a	0,0044c	0,0134b	0,0209a

Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Avaliando-se o comportamento das espécies em cada nível de sombreamento, verifica-se que sob sol pleno a TAL de mudas de ipê-roxo é superior à das outras espécies. À 30% de sombreamento a TAL de plantas de sabiá foi superior seguida de craibeira e jucá, respectivamente. Sob 50% de interceptação da luz o sabiá, o ipê-roxo e a craibeira não diferiram entre si, mas foram superiores ao jucá. No sombreamento de 70%, ipê-roxo e sabiá foram superiores à craibeira e ao jucá.

Benincasa (2003) ressalta que a TAL expressa a taxa de fotossíntese líquida, em termos de matéria seca produzida por unidade de área foliar. Dessa forma, a TAL indica a eficiência das folhas para produção de biomassa.

O sabiá apresenta menor eficiência na assimilação de carbono e luz sob o sombreamento de 50%, no entanto, para compensar a baixa luminosidade, aumenta a RAF, através da expansão da AF, o que proporciona a maior produção de biomassa vegetal (MSF e MSPA).

Na craibeira as variações da TAL são pequenas em relação as outras espécies e o comportamento plástico confere à craibeira adaptabilidade da planta às diferentes condições de sombreamento.

Resultados semelhantes foram obtidos por Oliveira & Andrade e Oliveira (2012) em *Tabebuia aurea* que não identificaram diferença estatística na TAL, e os níveis de sombreamento estudados por eles foram 0, 30 e 45%.

Já o ipê-roxo é mais eficiente em assimilação de CO_2 e luz em maior sombreamento, isso possivelmente deve-se ao fato que, quando ele é submetido à condição de pleno sol, as altas temperaturas aumentam a fotorrespiração das plantas prejudicando seu crescimento.

O jucá apresenta pouca variação na assimilação de carbono e luz em função do sombreamento, provocando também pouca variação na TCR. O aumento da MSF e

MSPA das plantas sombreadas, deve-se provavelmente ao investimento em AF para compensar a perda de luminosidade.

A TAL das mudas de *Caesalpinia ferrea* variou em função do sombreamento, aumentando com a diminuição do fornecimento de luz, sendo os maiores valores de TAL encontrados na condição de pleno sol (LIMA et al., 2008).

Um maior sombreamento das folhas pode levar a uma maior área foliar, desta maneira reduzindo a TAL, em decorrência do autossombreamento, pois a taxa assimilatória é um parâmetro fisiológico diretamente ligado à fotossíntese (KITAJIMA, 1994; CRAWLEY, 1997; LARCHER, 2004). Justificando assim, a diminuição da TAL de sabiá sob 50%.

5 CONCLUSÕES

A craibeira apresenta plasticidade fisiológica, com a mesma produção de biomassa quando produzida em ambiente de sol ou de sombra.

O sabiá, o jucá e o ipê-roxo apresentaram melhor crescimento quando mantidas em ambiente sombreado.

O sombreamento de 50% caracteriza a melhor condição de sombreamento para produzir as mudas de sabiá, jucá e ipê-roxo, culminando com maiores taxas de crescimento.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, F. H. H. **Potencial forrageiro da espécie sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) e sua resistência a cupins subterrâneos.** 2006, 61p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – UFCG, Patos, PB, 2006.
- ALMEIDA, S. M. Z.; SOARES, A. M.; CASTRO, E. M.; VIEIRA, C. V.; GAJEGO, E. B. Alterações morfológicas e alocação de biomassa em plantas jovens de espécies florestais sob diferentes condições de sombreamento. **Ciência Rural**, v.35, n.1, jan-fev, 2005.
- ALMEIDA, L. P; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M.; 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, p. 83-88, jan-fev, 2004.
- ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: espécies vegetais úteis.** Planaltina: EMBRAPA – CPAC, 1998. 464p.
- ALVES, M. C. & SOUZA, Z. M. Recuperação de área degradada por construção de hidroelétrica com adubação verde e corretivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.32, n.6, p. 2505-2516, 2008.
- ATROCH, E. M. A. C.; SOARES, A. M.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M. Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forticata* LINK submetidas à diferentes condições de sombreamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 4, p. 853–862, jul./ag. 2001.
- BARBOSA FILHO, J. M.; LIMA, C. S. A.; AMORIM, E. L. C.; SENA, K. X. F. R.; ALMEIDA, J. R. G. S.; CUNHA, E. V. L.; SILVA, M. S.; AGRA, M. F.; BRAZ-FILHO, R. Botanical study phytochemistry and antimicrobial activity of *Tabebuia aurea*. Vicente López ene./dic., Buenos Aires, Argentina. **Phyton**, v. 73, p. 221-228, 2004.
- BARBOSA, A. P.; CAMPOS, M. A. A.; SAMPAIO, P. T. B.; NAKAMURA, S. e GONÇALVES, C. Q. B. O crescimento de duas espécies florestais pioneiras, pau-de-balsa (*Ochroma lagopus* Sw.) e caroba (*Jacaranda copaia* D. Don), usadas para

recuperação de áreas degradadas pela agricultura na Amazônia central, Brasil. **Acta Amazônica**, v.33, 3ed. P. 477-482, 2003.

BATISTON, D. A.; ARANTES, W. M.; ALMEIDA, V. P. Crescimento inicial de *Machaerium* sp. (Leguminosae-Papilionoideae) em resposta a diferentes condições de sombreamento. **Revista Eletrônica de Biologia**, Sorocaba, v. 1, n. 3, p. 8-20, 2008.

BECHARA, F. C.; CAMPOS FILHO, E. M.; BARRETTO, K. D.; GABRIEL, V. A.; ANTUNES, A. Z.; REIS, A. Unidades Demonstrativas de Restauração Ecológica através de Técnicas Nucleadoras de Biodiversidade. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.5, supl.1, p. 9-11, jul. 2007.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas** (noções básicas). 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41 p.

BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; PRADO, N. J. S. e FONSECA, E. M. B. **Implantação de mata ciliar**. Companhia Energética de Minas Gerais. Belo Horizonte: CEMIG. Lavras/UFLA. 28p. 1995.

BRAGA, R. **Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará**. 3.ed. Fortaleza: ESAM, 1976. 510p.

CÂMARA, C. A. & ENDRES, L. Desenvolvimento de mudas de duas espécies arbóreas: *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. e *Sterculia foetida* L. sob diferentes níveis de sombreamento em viveiro **Floresta**, Curitiba, PR, v. 38, n. 1, jan./mar. 2008.

CARMO FILHO F.; ESPÍNOLA SOBRINHO J.; MAIA NETO J. M. **Dados climatológicos de Mossoró: um município semi-árido nordestino**. Mossoró: ESAM, 121p. 1991.

CARON, B. O.; SOUZA, V. Q.; CANTARELLI, E. B.; MANFRON, P. A.; ELOY, A. B. E. Crescimento em viveiro de mudas de *Schizolobium parahyba* (Vell.) S. F. Blake. submetidas a níveis de sombreamento. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 4, p. 683-689, 2010.

CARVALHO, N. O. S.; PELACANI, C. R.; RODRIGUES, M. O. S.; CREPALDI, I. C. Crescimento inicial de plantas de licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.) em diferentes níveis de luminosidade. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.3, p.351-357, 2006.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Florestais Brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: Embrapa. 640 p. 1994.

CASTRO, E. M.; ALVARENGA, A. A.; GOMIDE, M. B. Crescimento e distribuição de matéria seca de mudas de calabura (*Muntingia calabura* L.) submetidas a três diferentes níveis de irradiância. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 20, n. 3, p. 357-365, jul./set, 1996.

COSTA, E.; LEAL, P. A. M.; REGO, N. H.; BENATTI, J. Desenvolvimento inicial de mudas de jatobazeiro do Cerrado em Aquidauana - MS. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 215-226, 2011.

CRAWLEY, M. J. **Plant ecology**. Oxford: Blackweell Scientific Publications, 1997. 717 p.

DANIEL O., OHASHI S. T., SANTOS R. A. Produção de mudas de *Goupia glabra* (cupiúba): efeito de níveis de sombreamento e tamanho de embalagens. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.18, n.1, p. 1-13. 1994.

DANTAS, B. F.; LOPES, A. P.; SILVA, F. F. S.; LÚCIO, A. A.; BATISTA, P. F.; PIRES, M. M. M. L.; ARAGÃO, C. A. Taxas de crescimento de mudas de catingueira submetidas a diferentes substratos e sombreamentos. **Revista Árvore**, v. 33, n. 03, p. 413-423, 2009.

DEVLIN, R. **Fisiología Vegetal**. 3. ed. Barcelona, España: Ediciones Omega. 462p. 1976.

DOUSSEAU, S.; ALVARENGA, A. A.; SANTOS, M. O.; ARANTES, L. O. Influência de diferentes condições de sombreamento sobre o crescimento de *Tapirira guianensis* Alb. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 477-479, 2007.

DUCKE, A. **As leguminosas de Pernambuco e Paraíba**. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, v. 51, p.417-461, 1953. Disponível em:<[http://www.scielo.br/pdf/mioc/v51/tomo51\(f1\)_422-466.pdf](http://www.scielo.br/pdf/mioc/v51/tomo51(f1)_422-466.pdf) > Acesso: 14 Jan. 2014.

DUTRA, T. R., GRAZZIOTTI, P. H., SANTANA, R. C., MASSAD, M. D. Desenvolvimento inicial de mudas de Copaíba sob diferentes níveis de sombreamento e substratos. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, CE, v. 43, n. 2, p. 321-329. 2012.

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.

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

FERNANDES, A. A. & FERNANDES, A. A. A degradação ambiental no município de Condado-PB: uma discussão necessária. **Revista Brasileira de Educação e Saúde**, Pombal, v. 2, n.1, p. 22-26, jan.-dez., 2012.

FERREIRA, D. F. **SISVAR – Programa Estatístico**. Versão 5.3 (Build 75). Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2010.

FERREIRA, E. **Ajustamento osmótico e análise de crescimento de plantas de milho (*Zea mays* L.), em função do nível de potássio e estresse hídrico**. 1996. FOLHAS. Tese (Doutorado em Botânica) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1996.

FRANCK, N. & VAAST, P. Limitation of coffee leaf photosynthesis by stomatal conductance and light availability under different shade levels. **Trees**, Berlin, v.23, n.4, p.761–769, 2009.

GAJEGO, E. B. et al. Crescimento de plantas jovens de *Maclura tinctoria* e *Hymenaea courbaril* em diferentes condições de sombreamento. In: CONGRESSO NACIONAL DE FISILOGIA, 8. 2001, Ilhéus-BA. CD-ROM.6-029.

GENTRY, A. H. Monograph 25 (II) Bignoniaceae – Part II (*Tribe Tecomeae*). The New York Botanical Garden, New York. **Flora Neotropica**, v. 25, n. 2, p. 144-145, 1992.

GONÇALVES, J. F. 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**, Londrina, v.13, n.2, p.49–157, 2001.

GONÇALVES, J. L. M.; SANTARELLI, E. G.; MORAES NETO, S. P. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 310-350.

JONES, R. H.; McLEOD, K. W. Growth and photosynthetic responses to a range of light environments in Chinese tallow tree and Carolina ash seedlings. **Forest Science**, v.36, n.4, p.851-862, 1990.

JORGE, Y. & GONZÁLEZ, F. Estimación del área foliar en los cultivos de ají y tomate. **Agrotecnia de Cuba**, Havana, v. 27, n. 1, p. 123-126, 1997.

KITAJIMA, K. Relative importance of photosynthetic traits and allocation patterns as correlates of seedling shade tolerance of 13 tropical trees. **Oecologia**, Heidelberg, v. 98, n. 3/4, p. 419- 428, 1994.

KOZLOWSKI, T. T. Photosynthesis, climate, and tree growth. In: Kozlowski, T. T., ed. Tree growth. New York, **Ronald Press**, p.149-170. 1962.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos, São Paulo. Editora Rima, 2004. 531p.

LENHARD, N. R.; PAIVA NETO, V. B.; SCALON, S. P. Q.; ALVARENGA, A. A. Crescimento de mudas de pau-ferro sob diferentes níveis de sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 2, p. 178-186, abr./jun. 2013.

LIMA, J. D.; SILVA, B. M. S.; MORAES, W. S.; DANTAS, A. A. V.; ALMEIDA, C. C. Efeitos da luminosidade no crescimento de mudas de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinoideae). **Acta Amazônica**, Manaus, v. 38, n. 1, p. 5-10, 2008.

LIMA, J. D.; SILVA, B. M. S.; MORAES, W. S. Efeito da intensidade da luz no crescimento de mudas de *Virola surinames* (Rol.) Warb. **Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias**, Ponta Grossa, v. 13, n. 2, p. 39-45, 2007.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa, Editora Plantarum, 2008. 384p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992, 352 p. v.1.

LORENZI, H. & ABREU MATOS, F. J. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas cultivadas**. Nova Odessa: Plantarum, 2002. 512 p.

LOPES, W. A. R.; NEGREIROS, M. Z.; DOMBROSKI, J. L. D.; RODRIGUES, G. S. O.; SOARES, A. M.; ARAÚJO, A. P. Análise do crescimento de tomate „SM-16“ cultivado sob diferentes coberturas de solo. **Horticultura Brasileira**, v. 29, 554-561, 2011.

MAIA, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. São Paulo: D e Z Computação Gráfica e Editora, 2004. 413p.

MARQUES A. S. J.; VARELA V. P.; MELO Z. L. O. Influência da cobertura e do sombreamento do canteiro na germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de pau rosa (*Aniba rosaeodora*). **Acta Amazônica**. v. 29, n. 2. p. 303-312.1999.

MELO, R. R.; & CUNHA, M. C. L.; Crescimento inicial de mudas de mulungu (*Erythrina velutina* Wild.) sob diferentes níveis de luminosidade. **Ambiência**, Guarapuava, v.4, n.1, p.67-77. 2008.

MORAIS 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.

MOTA, L. H. S.; SCALON, S. P. Q.; HEINZ, R. Sombreamento na emergência de plântulas e no crescimento inicial de *Dipteryx alata* Vog. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 3, p. 423-431, 2012.

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

NAKAZONO, E. M.; COSTA, M. C.; FUTATSUGI, K.; PAULILO, M. T. S. Crescimento inicial de *Euterpe edulis* Mart. em diferentes regimes de luz. **Revista Brasileira Botânica**, São Paulo, V.24, n.2, p.173-179, jun. 2001.

NIEUWHOF, M.; GARRETSEN, F.; VAN OEVEREN, J. C. Growth analysis of tomato grow under low energy conditions. **Netherlands Journal Agricultural Science**, Netherlands, v. 39, p. 191- 196, 1991.

OLIVEIRA, A. K. M. & ANDRADE E PEREZ, S. C. J. G. A. e. Crescimento inicial de *Tabebuia aurea* sob três intensidades luminosas. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 2, p. 263-273, 2012.

OLIVEIRA, L. M.; PAIVA, R.; ALVARENGA, A. A.; NOGUEIRA, R. C. **Análise do crescimento**. In: PAIVA, R.; OLIVEIRA, L. M. (Ed.) Fisiologia e produção vegetal. Lavras, MG: UFLA, 2006. 104p. Ilustrado.

PAULA, J. E.; & ALVES, J. L. H. 897 **Madeiras nativas do Brasil: anatomia, dendrologia, dendrometria, produção e uso**. 1. ed. Porto Alegre: Cinco Continentes, 438p. 2007.

PEDROSO, S. G. & VARELA, V. P. Efeito do sombreamento no crescimento de mudas de sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 17, n. 1, p. 47-51, 1995.

PIÑA RODRIGUES, F. C. M. & PIRATELLI, A. J. Aspectos ecológicos da produção de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Coord.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília, DF: ABRATES, p.47-82. 1993.

PIOLLI, A. L.; CELESTINI, R. M. e MAGON, R. **Teoria e Prática em Recuperação de Áreas Degradadas: Plantando a semente de um mundo melhor**. PLANETA ÁGUA – Associação de Defesa do Meio Ambiente, Serra Negra – SP, p. 55, 2004.

PORTELA, R. C. Q.; SILVA, I. L.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Crescimento inicial de mudas de *Clitoria fairchildiana* Howard e *Peltophorum dubium* (Spreng) Taub em diferentes condições de sombreamento. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 163-170, 2001.

POTT, V. J. & POTT, A. **Plantas do Pantanal**. Corumbá: EMBRAPA-SPI, 1994. 320p.

PRIMACK, R. B. & RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina: E. Rodrigues. 2001. 327p.

QUILES, M. J. & LÓPEZ, N. I. Photoinhibition of photosystems I and II induced by exposure to high light intensity during oat plant growth: effects on the chloroplast NADH dehydrogenase complex. **Plant Science**, Shannon, v.166, n.3, p.815–823, 2004.

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

RÊGO, G. M. & POSSAMAI, E. Efeito do Sombreamento sobre o Teor de Clorofila e Crescimento Inicial do Jequitibá-rosa. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, v. 53, n. 2, p. 179-194, 2006.

REIS A.; BECHARA, F.C.; ESPÍNDOLA, M. B. e VIEIRA, N. K. Restauração de Áreas Degradadas: A Nucleação como Base para os Processos Sucessionais. **Revista Natureza e Conservação**, v.1, n.1, p. 85-92, 2003.

RODRÍGUEZ-CALCERRADA, J.; REICH, P. B.; ROSENQVIST, E.; PARDOS, J. A.; CANO, F. J.; ARANDA, I. Leaf physiological versus morphological acclimation to high-light exposure at different stages of foliar development in oak. **Tree Physiology**, Victoria, v.28, p.761–771, 2008.

ROSA, L. S.; VIEIRA, T. A.; SANTOS, D. S.; SILVA, L. C. B. Emergência, crescimento e padrão de qualidade de mudas de *Schizolobium amazonicum* huber ex ducke sob diferentes níveis de sombreamento e profundidades de semeadura. **Revista Ciência Agrária**, Belém, n. 52, p. 87-98, 2009.

SÁNCHEZ, L.E. **Conceitos e definições**. In: Avaliação de impacto ambiental, conceitos e métodos. São Paulo: Oficina de textos. P. 17-42. 2006.

SANTOS, L. W.; COELHO, M. F. B.; AZEVEDO, R. A. B. Qualidade de mudas de pau-ferro produzidas em diferentes substratos e condições de luz. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 33, n. 74, p. 151-158, abr./jun. 2013.

SANTOS, U. F.; XIMENES, F. S.; LUZ, P. B.; SEABRA JÚNIOR, S.; PAIVA SOBRINHO. Níveis de sombreamento na produção de mudas de pau-de-balsa (*Ochroma pyramidale*). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 1, p. 129-136, Jan./Feb. 2014.

SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; SCALON FILHO, H. Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Robyns sob diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 27, n. 6, p. 753-758, 2003.

SIEBENEICHLEN, S. C.; FREITAS, G. A.; SILVA, R. R.; ADORIAN, G. C.; CAPELLARI, D. Características morfofisiológicas em plantas de *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Tol. em condições de luminosidade. **Acta Amazonica**, Manaus, AM, v. 38, n. 3, p. 467-472, 2008.

SILVA, M.A.R.; SILVA, P.M.Q.; PINTO FILHO, J.L.O. **Técnicas de Recuperação de Áreas Degradadas por Voçorocas**. Editora Universitária da Universidade Federal da Paraíba, Livro CNEA, v. IV, 2ª ed., p. 202-205. João Pessoa, PB, 2009.

SILVA, B. M. S.; LIMA, J. D.; DANTAS, V. A. V.; MORAES, W. S.; SABONARO, D. Z. Efeito da luz no crescimento de mudas de *Hymenaea parvifolia* Huber. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.31, n.6, p.1019-1026, 2007.

SILVA, M. M.; & QUEIROZ, L. P. A família Bignoniaceae na região de Catolés, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **Sitientibus Série Ciências Biológicas**, v. 3, n. 1/2, p. 3-21, 2003.

SIMAMURA, E.; HIRAI, K. L.; SHIMADA, H.; PAN, J.; KOYAMA, J. Mitochondrial damage prior to apoptosis in furanonaphthoquinone treated lung cancer cells. **Cancer Detection and Revention**, v. 27, p. 5-13, 2003.

SOARES, J. J. & OLIVEIRA, A. K. M. Os paratudais no Pantanal de Miranda. **Revista Árvore**, Viçosa, v.33, n.2, p.339-347, 2009.

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

TAMBELINI, M.; PEREZ, S. C. J. G. A. Produção de mudas de três espécies de Cerrado sob diferentes intensidades luminosas. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 879-881, 2007.

TEIXEIRA, W. F.; FAGAN, E. B.; SILVA, J. O.; SILVA, P. G.; SILVA, F. H.; SOUSA, M. C.; CANEDO, S. C. Atividade da enzima nitrato redutase e crescimento de *Swietenia macrophylla* king sob efeito de sombreamento. **Floresta e Ambiente**, v.20, n.1, p.91-98, 2013.

THOMPSON, W. A.; Huang, L. K. & Kriedemann, P. E. Photosynthetic response to light and nutrients in sun-tolerant and shade tolerant rainforest trees. II. Leaf gas exchange and component processes of photosynthesis. **Australian Journal of Plant Physiology** 19: 19-42. 1992.

TIGRE, C. B. Silvicultura para as matas xerófilas. Fortaleza: DNOCS, 1968. 175p.
GUNN, C. R. Seed topography in the Fabaceae. **Seed Science & Technology**, Zürich, v.9, n.3, p.737-757, 1981.