



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA - UFRA



EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DA

AMAZÔNIA ORIENTAL - EMBRAPA

AVALIAÇÕES BIOMÉTRICAS E BIOQUÍMICAS DE CURAUÁ
(*Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Sm) Coppens & Leal EM
SISTEMA AGROFLORESTAL E PLANTIO CONVENCIONAL NO
MUNICÍPIO DE AURORA DO PARÁ

RAIMUNDO AMARO RIBEIRO CONDE

BELÉM – PARÁ

2013



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA - UFRA
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DA
AMAZÔNIA ORIENTAL - EMBRAPA



RAIMUNDO AMARO RIBEIRO CONDE

AVALIAÇÕES BIOMÉTRICAS E BIOQUÍMICAS DE CURAUÁ (*Ananas comosus*
var. erectifolius (L. B Sm) Coppens & Leal EM SISTEMA AGROFLORESTAL E
PLANTIO CONVENCIONAL NO MUNICÍPIO DE AURORA DO PARÁ

Tese apresentada à Universidade Federal Rural da
Amazônia e Embrapa Amazônia Oriental, como
parte das exigências do Curso de Doutorado em
Ciências Agrárias: área de concentração
Agroecossistemas da Amazônia, para obtenção do
título de Doutor.

Orientador: Prof. Dr. Benedito Gomes dos Santos Filho

Co-orientador: Prof. Dr. Candido Ferreira de Oliveira

Neto

BELÉM – PARÁ

2013



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA - UFRA
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DA
AMAZÔNIA ORIENTAL – EMBRAPA



AVALIAÇÕES BIOMÉTRICAS E BIOQUÍMICAS DE CURAUÁ (*Ananas comosus*
var. *erectifolius* (L. B. Sm) Coppens & Leal EM SISTEMA AGROFLORESTAL E
PLANTIO CONVENCIONAL NO MUNICÍPIO DE AURORA DO PARÁ

Tese apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia Oriental, como parte das exigências do Curso de Doutorado em Ciências Agrárias: área de concentração Agroecossistemas da Amazônia, para obtenção do título de Doutor.

Orientador: Dr. Benedito Gomes dos Santos Filho – UFRA

Co-orientador: Dr. Cândido Ferreira de Oliveira Neto -UFRA

Examinadores:

Dra. Fernanada Ilkiu- Borges de Souza - EMBRAPA

Dr. Manuel Tavares de Paula - UEPA

Dr. Roberto Cezar Lobo da Costa – UFRA

Dr. Heráclito Eugênio Oliveira da Conceição- UFRA

Suplentes:

Dr. Raimundo Lázaro Morais da Cunha – UFRA

Dr. Ricardo Shigueo Okomura – UFRA

BELÉM – PARÁ

2013

Conde, Raimundo Amaro Ribeiro

Avaliações biométricas e bioquímicas de Curauá (*Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Sm) Coppens & Leal em sistema agroflorestal e plantio convencional no Município de Aurora do Pará.
75 f. il.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2013.

Orientador: Benedito Gomes dos Santos Filho; Co-orientador:
Cândido Ferreira de Oliveira Neto.

1. Carauá. 2. *Ananas comosus* var. *erectifolius*. 3. Paricá. 4. *Schizolobium amazonicum* Huber. 5. Consorciação de cultura. 6. Sistema agroflorestal. I. Título.

CDD 634.99098115



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA - UFRA
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DA
AMAZÔNIA ORIENTAL - EMBRAPA



**AVALIAÇÕES BIOMÉTRICAS E BIOQUÍMICAS DE CURAUÁ (*Ananas comosus* var.
erectifolius (L. B. Smith) EM SISTEMA AGROFLORESTAL E PLANTIO
CONVENCIONAL NO MUNICÍPIO DE AURORA DO PARÁ**

Tese apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia Oriental, como parte das exigências do Curso de Doutorado em Ciências Agrárias: área de concentração Agroecossistemas da Amazônia, para obtenção do título de Doutor.

Aprovada em: 30 de Agosto de 2013

BANCA EXAMINADORA

Benedito Gomes dos Santos Filho, Dr. – Orientador
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA - UFRA

Dra. Fernanada Ilki Borges de Souza
EMBRAPA-BELÉM

Dr. Manuel Tavares de Paula
UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ - UEPA

Dr. Roberto Cezar Lobo da Costa
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA - UFRA

Dr. Heráclito Eugênio Oliveira da Conceição
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA - UFRA

DEDICATÓRIA

A **DEUS**, pela saúde, fé e persistência nos momentos mais difíceis durante da minha jornada.

Aos meus pais Carlos Saturnino Conde (*in memoriam*) e Terezinha Ribeiro Conde pela oportunidade de estarem sempre presente na minha vida.

Aos meus irmãos, sobrinhos, primos, tios e tias pelo apoio dado durante esta trajetória da minha vida.

A minha família, de modo geral, que foi com certeza a base de toda a realização dos meus sonhos.

A todos os pesquisadores e professores, pelo repasse de conhecimento, dedicação e incentivo dado.

A todos os laboratoristas pela dedicação e alunos de graduação.

DEDICO

AGRADECIMENTO

Ao professor **Dr. Benedito Gomes dos Santos Filho**, pela orientação, apoio, confiança, ensinamentos, amizade e oportunidade oferecida, sempre serei grato;

Aos meus pais **Carlos Saturnino Conde** (*in memoriam*) e **Terezinha Ribeiro Conde**, irmãos **Eugênia Conde**, **Antônio Conde**, **Ilma Conde**, **Helenruth Conde** pelo apoio moral, pelas condições que criou e esforços que despendeu para a concretização dos meus estudos;

Ao **Dr. Manoel Tavares de Paula** pela amizade, convivência diária e solidariedade durante todo o curso;

Ao professor **Dr. Cândido de Oliveira Neto** pela co-orientação;

Ao técnico agrícola do grupo Tramontina **Guilherme Augusto Miranda Neves**, pela valiosa colaboração e condução desta pesquisa;

Ao **Dr. Roberto Cesar Lobo** pela coordenação do Curso de Doutorado em Ciências Agrárias, muito obrigado;

À **Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)** e a **Empresa de Pesquisa Agropecuária da Amazônia Oriental (Embrapa)**, pela oportunidade de realização do curso;

Ao **Grupo Tramontina** pela parceria na instalação e condução do experimento, sem a qual não seria possível concretizar esta pesquisa;

Ao **CNPq** pelo incentivo prestado na alocação de bolsa de pesquisa para a condução desta pesquisa;

Aos colegas de pós-graduação: **Diocléa Seabra**, **Tatiana Gazel**, **Félix Léllis**, **Noemi Vianna Leão**, **Mereivalda do Socorro** e **Joel Souza** pelo companheirismo e apoio.

Aos amigos de Santa Izabel:

Karla Soares, **Marcelo Vidinha**, **Yana Andrade**, **Monique Amorim**, **Leonan Corrêa**, **Milene**, **Édipo**, **Cibelle Sarmiento**, **Antônio Edem**, **Marlom Sobral**, **Marilia** e **Suélem**.

Obrigado!

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1 Croqui do acesso do campo experimental da empresa Tramontina Belém S.A, Br. 010, Aurora do Pará (PA), Brasil, 2012.....	28
FIGURA 2 Mapa do campo experimental da empresa Tramontina Belém S.A, Br. 010, Aurora do Pará (PA), Brasil, 2012.....	29
FIGURA 3 Croquí do plantio de curauá consorciado com paricá (sombreado) e curauá a pleno sol (plantio convencional) em Aurora do Pará, estado do Pará, 2012.....	30
FIGURA 4 Escolha da folha de curauá para medir o comprimento da folha maior com uma régua e proceder a contagem do número de folhas	32
FIGURA 5 Verificação do numero de folhas e o comprimento da folha maior do Curauá respectivamente, no Campo Experimental da Fazenda Tramontina. Aurora do Pará-PA, 2012.....	33
FIGURA 6 Número de folhas a pleno sol (PS) (plantio convencional) e sombreada (SB) em plantas de curauá <i>Ananas comosus</i> var. <i>erectifolius</i> (L. B. Sm) da Fazenda do Grupo Tramontina, no município de Aurora do Pará, estado do Pará, 2012.....	36
FIGURA 7 Área foliar a pleno sol (PS) (plantio convencional) e sombreada (SB) em plantas de curauá <i>Ananas comosus</i> var. <i>erectifolius</i> (L. B. Sm) da Fazenda do Grupo Tramontina, no município de Aurora do Pará, estado do Pará, 2012.....	36

FIGURA 8	Peso seco de plantas de curauá <i>Ananas comosus</i> var. <i>erectifolius</i> (L. B. Sm) a pleno sol (PS) (plantio convencional) e sombreado (SB) com paricá na Fazenda do Grupo Tramontina, no município de Aurora do Pará, estado do Pará, 2012.....	39
FIGURA 9	Peso úmido de plantas de curauá <i>Ananas comosus</i> var. <i>erectifolius</i> (L. B. Sm) a pleno sol (PS) (plantio convencional) e sombreadas (SB) com paricá na Fazenda do Grupo Tramontina, no município de Aurora do Pará, estado do Pará, 2012.....	39
FIGURA 10	Concentrações de sacarose em plantas de Curauá <i>Ananas comosus</i> var. <i>erectifolius</i> (L. B. Sm) sombreados e a pleno sol na Fazenda Tramontina, no município de Aurora do Pará, 2012.....	56
FIGURA 11	Concentrações de proteínas solúveis totais em plantas de Curauá <i>Ananas comosus</i> var. <i>erectifolius</i> (L. B. Sm) sombreados e a pleno sol na Fazenda Tramontina, no município de Aurora do Pará, 2012.....	59
FIGURA 12	Concentrações de amido em plantas de Curauá <i>Ananas comosus</i> var. <i>erectifolius</i> (L. B. Sm) sombreados e a pleno sol na Fazenda Tramontina, no município de Aurora do Pará, 2012.....	60
FIGURA 13	Concentrações de aminoácidos solúveis totais em plantas de Curauá <i>Ananas comosus</i> var. <i>erectifolius</i> (L. B. Sm) sombreados e a pleno sol na Fazenda Tramontina, no município de Aurora do Pará, 2012...	61
FIGURA 14	Concentrações de amônio livre em plantas de Curauá <i>Ananas comosus</i> var. <i>erectifolius</i> (L. B. Sm) sombreados e a pleno sol na	

LISTA DE TABELAS

	Pág.
TABELA 1 Análise química do solo cultivado com plantas de curauá <i>Ananas comosus</i> var. <i>erectifolius</i> (L. B. Sm) da Fazenda do Grupo Tramontina, no município de Aurora do Pará, estado do Pará, 2012.....	31
TABELA 2 Análise biométrica em plantas de curauá <i>Ananas comosus</i> var. <i>erectifolius</i> (L. B. Sm) a pleno sol (PS) (plantio convencional) e sombreado (SB) da Fazenda do Grupo Tramontina, no município de Aurora do Pará, estado do Pará, 2012.....	35
TABELA 3 Peso seco de folhas (PSF) e peso úmido de folhas (PUF) plantas de curauá <i>Ananas comosus</i> var. <i>erectifolius</i> (L. B. Sm) a pleno sol (PS) (plantio convencional) e sombreado (SB) da Fazenda do Grupo Tramontina, no município de Aurora do Pará, estado do Pará, 2012.....	37
TABELA 4 Análise de variância do peso seco foliar (g kg^{-1}) de plantas de curauá <i>Ananas comosus</i> var. <i>erectifolius</i> (L. B. Sm) a pleno sol (plantio convencional) e sombreado com paricá na Fazenda do Grupo Tramontina, no município de Aurora do Pará, estado do Pará, 2012.....	38

	Fazenda Tramontina, no município de Aurora do Pará, 2012.....	62
FIGURA 15	Concentrações de nitrato em plantas de Curauá <i>Ananas comosus</i> var. <i>erectifolius</i> (L. B. Sm) sombreados e a pleno sol na Fazenda Tramontina, no município de Aurora do Pará, 2012.....	64
FIGURA 16	Concentrações de carboidratos solúveis totais em plantas de Curauá <i>Ananas comosus</i> var. <i>erectifolius</i> (L. B. Sm) sombreados e a pleno sol na Fazenda Tramontina, no município de Aurora do Pará, 2012.....	65
FIGURA 17	Atividade da enzima glutamina sintetase em plantas de Curauá <i>Ananas comosus</i> var. <i>erectifolius</i> (L. B. Sm) sombreados e a pleno sol na Fazenda Tramontina, no município de Aurora do Pará, 2012.....	67
FIGURA 18	Teores de clorofilas a, b, e clorofilas totais e carotenóides em folhas de curauá <i>Ananas comosus</i> var. <i>erectifolius</i> (L. B. Sm) cultivado a pleno sol e sob sombreamento na Fazenda Tramontina, no município de Aurora do Pará, 2012.....	69

AVALIAÇÕES BIOMÉTRICAS E BIOQUÍMICAS DE CURAUÁ *Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Sm) Coppens & Leal EM SISTEMA AGROFLORESTAL E PLANTIO CONVENCIONAL NO MUNICÍPIO DE AURORA DO PARÁ

RESUMO - O curauá *Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Sm) é uma importante espécie da região amazônica produtora de fibra, sendo bastante utilizada em plantios florestais no sentido de aumentar a rentabilidade das indústrias que atuam no reflorestamento e que utilizam a espécie como suporte financeiro em curto prazo para seus investimentos, devido ser uma planta de crescimento rápido. Apesar da importância dessa espécie, tanto na indústria automobilística quanto no setor petroquímico e na confecção de cordas, há poucos estudos voltados a fatores que podem interferir na sua produtividade, como: sistemas de cultivo que poderia ser propício a espécie; a interferência de atividades bioquímicas na produção em plantios puros e consorciados, assim como a clorofila, que afetariam na qualidade da fibra. De posse destes eventos e considerando a implantação de um sistema de cultivo adequado que proporcionasse maiores produção da planta, o Grupo da empresa Tramontina, em parceria com a Universidade Federal Rural da Amazônia, criou este projeto no sentido de quantificar a produtividade da cultura de curauá em plantios convencional e consorciados com paricá (*Schizolobium parahyba*) var. *amazonicum* (Huber ex. Ducke) Barney, através do estudo de variáveis de produção (crescimento/massa seca), bioquímica, clorofila. A análise estatística utilizada será análise de variância e soma de médias pelo teste de Tukey no Software Assistat 7.6 Beta, em estudos de 15 parcelas experimentais de 0,80x0,80cm (plantio convencional e consorciado com paricá).

Palavras-chave: sistemas de cultivo, produtividade, bioquímica, clorofila.

REVIEWS AND BIOMETRIC OF BIOCHEMICAL CURAUÁ *Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Sm) Coppens & Leal IN AGROFORESTRY SYSTEM AND CONVENTIONAL PLANTING IN MUNICIPALITY OF AURORA DO PARÁ – PA

ABSTRACT- The curauá (*Ananas erectifolius* L. B. Sm) is an important species in the Amazon region producing fiber, being widely used in forest plantations to increase the profitability of industries that operate in reforestation and using the species as short-term financial support for their investments, because it is a plant of rapid growth. Despite the importance of this species, both in the automotive industry, the petrochemical industry and in the manufacture of ropes, there are few studies related to factors that can interfere with your productivity as: cropping systems that could be conducive to the species; interference biochemical activities production in pure and mixed, and drought, as well as chlorophyll that would affect the quality of the fiber. In possession of these events and considering the implementation of a cropping system that would provide more adequate production plant was the company Tramontina group in partnership with the Federal Rural University of Amazonia created this project to quantify the yield curauá in pure and intercropped with paricá (*Schizolobium parahyba*) var. *Amazonicum* (Huber ex. Ducke) Barnepy, through the study of production variables (growth / dry), biochemistry, chlorophyll . Statistical analysis will be used and the regression sum of means by Tukey test at Assistat 7.6 Beta Software, in studies of 15 plots of 0.80 x 0, 80cm (pure planting and intercropping with paricá).

Keyword: farming systems, productivity, biochemistry, chlorophyll.

SUMÁRIO

	Pág.
RESUMO	12
ABSTRACT	13
CAPÍTULO 1 – CONTEXTUALIZAÇÃO	17
REFERÊNCIAS	21
CAPÍTULO 2 - COMPORTAMENTO DE PLANTAS DE CURAUÁ A PLENO SOL E SOMBREADO NO MUNICÍPIO DE AURORA DO PARÁ – PA	23
RESUMO	23
ABSTRACT	24
2.1 INTRODUÇÃO	25
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	27
2.2.1 Localização do experimento e aspectos fisiográficos de Aurora-Pa	27
2.2.2 Período de instalação do experimento e preparo da área para o plantio de paricá e curauá.	30
2.2.3 Tratamento, Delineamento experimental e escolha das plantas	30
2.2.4 Coleta e classificação do solo	31
2.2.5 Coleta de plantas de curauá e variáveis analisadas	32
2.2.6 Análise estatística de dados	33
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
2.4 CONCLUSÕES	40

2.5 REFERÊNCIAS.	40
CAPITULO 3 - COMPORTAMENTO BIOQUÍMICO EM PLANTAS DE CURAUÁ <i>Ananas comosus</i> var. <i>erectifolius</i> (L. B. Sm) SOMBREADO E A PLENO SOL NO MUNICÍPIO DE AURORA DO PARÁ	43
RESUMO	43
ABSTRACT	44
3. INTRODUÇÃO	45
3.1 MATERIAL E MÉTODOS	47
3.1.1-Localização do experimento e aspectos fisiográficos de Aurora do Pará	47
3.1.2-Período de instalação preparo da área para o plantio de paricá e curauá	47
3.1.3-Tratamento, Delineamento experimental e escolha das plantas	47
3.1.4- Caracterização do solo da área experimental	48
3.1.5-Coleta para a determinação das variáveis bioquímicas	48
3.1.6-Determinações das concentrações de nitrato	49
3.1.7-Determinação a concentrações de amônio livre	49
3.1.8-Determinação da atividade da glutamina sintetase	50
3.1.9-Determinação das concentrações de aminoácidos solúveis totais	51
3.1.10-Determinação das concentrações de proteínas solúveis totais.	52
3.1.11-Determinação da concentração de amido	52
3.1.12-Determinação das concentrações de sacarose	53
3.1.13-Determinações de concentração de carboidrato solúveis totais	54
3.1.14-Determinação dos teores e clorofila a, b, total (a+b) e	54

carotenóides

3.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
3.2.1 Concentração de sacarose em folhas	55
3.2.2 Concentrações de proteínas solúveis totais em folhas	57
3.2.3 Concentrações de amido em folhas	58
3.2.4 Concentrações de aminoácidos solúveis totais em folhas	60
3.2.5 Concentrações de amônia livre em folhas	61
3.2.6 Concentrações de nitrato em folhas	63
3.2.7 Concentrações de carboidratos solúveis totais em folhas	64
3.2.8 Atividade da enzima glutamina sintetase em folhas	65
3.2.9 Teores de clorofilas a, b e clorofilas totais a/b e carotenóides em plantas de curauá <i>Ananas comosus</i> var. <i>erectifolius</i> (L. B. Sm).	67
3.4 CONCLUSÕES	70
3.5 REFERÊNCIAS	71

CAPÍTULO 1 – CONTEXTUALIZAÇÃO

Os sistemas Agroflorestais (SAFs) são sistemas de uso da terra no qual árvores crescem em associação com outras culturas perenes ou anuais e/ou gado, em várias disposições de espaço e tempo, utilizando práticas de manejo compatíveis com a população local. Neste sistema há interações ecológicas e econômicas entre as árvores e as outras culturas que resultam em algumas vantagens comparativas aos outros sistemas de agricultura (NAIR, 1989; YOUNG, 1989). Com a instalação das árvores na área com espaçamento convencional há, inicialmente, abundância de luz, umidade e nutrientes no solo, podendo as culturas intercalares desenvolverem-se de modo satisfatório, até que tais fatores de crescimento tornem-se limitantes (BERNARDES, 1993).

No nordeste paraense, os sistemas Agroflorestais têm sido amplamente difundidos como modelos de exploração agrícola que muito contribuem para a sustentabilidade da exploração agrícola atual, que por traz de um contexto histórico que está relacionado à exploração desordenada de madeiras para a industrialização.

Esta exploração desordenada vem ocasionando diversos problemas, como degradação de solos e o desafio de implantar sistemas de cultivo que garantam a sustentabilidade dos setores produtivos, como empresas que se instalam na região e qual cultura poderia gerar maior rentabilidade a curto prazo.

Diante deste contexto, surge a importância do estudo entre o curauá a pleno sol e o curauá sombreado com paricá, por ser o curauá uma espécie de importante valor comercial na qualidade e rendimento de fibra e o paricá uma espécie madeira de rápido crescimento e com boa aceitação para a indústria madeira.

O curauá foi escolhido por ter fibras que possuem ótimas propriedades mecânicas, e são utilizadas para a fabricação de papel, na produção de componentes para bancos e revestimento de automóveis, confecção de cordas e barbantes (MONTEIRO et al.,

2006). E que Segundo Leão et. al. (1998) as fibras de curauá estão entre as quatro lignocelulósicas mais rígidas até hoje conhecidas. Quanto ao paricá foi escolhido por ser uma espécie arbórea de rápido crescimento e promissora na viabilidade de reflorestamento no estado do Pará (CARVALHO FILHO; MARQUES, 1979; PEREIRA et al., 1982 apud MARQUES et al., 2006).

O estudo dos dois sistemas de cultivo são importantes no desenvolvimento de estratégias que proporcionem o equilíbrio dos ecossistemas e apontem quais dos cultivos apresentam maior produção para a cultura do curauá.

Por isso, torna-se importante neste primeiro momento avaliarmos o crescimento do curauá a pleno sol e sombreado com paricá para verificarmos se há uma influência no seu potencial produtivo. Em sistemas agroflorestais, as plantas de porte mais baixo podem estar submetidas a condições sombreadas, em que as plantas apresentam respostas que podem variar com a maturidade, com a espécie e com os impactos causados por fatores como: umidade, temperatura, radiação solar (SANTOS & PAIVA, 2002).

Por outro lado, também é importante que se atente em estudos, sem dúvida, minuciosos como a avaliação do comportamento da planta de curauá a pleno sol e sombreado nos teores de aminoácidos solúveis totais, proteínas solúveis totais, amido, sacarose, carboidratos solúveis totais, concentração do nitrato, atividade da glutamina sintetase, amônia livre, que influenciará na produção da cultura.

Há, também, outros fatores associados a produtividade do curauá nos sistemas de cultivo em relação ao crescimento, como teores de Clorofila a, b, total (a+b) e carotenoides, cujas plantas com mais alto teor de clorofila apresentam folhas mais desenvolvidas e apropriadas para a extração de fibras nas indústrias. As plantas sob 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 (CORDEIRO et al. 2010)

O déficit hídrico também é um fator marcante na qualidade desta espécie de *Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Sm), pois quanto maior o déficit hídrico em algumas plantas ocorrerá redução no crescimento das mesmas. Observamos isso nos trabalhos de Mattos et al. (2004) em folhas de plantas desenvolvidas em diferentes intensidades de radiação. As variações nas características morfológicas e anatômicas têm sido relatadas para muitas espécies, e tais variações estão relacionadas principalmente à quantidade de radiação solar e à disponibilidade hídrica.

As hipóteses deste trabalho foram:

Há diferenças na produção da espécie de curauá *Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Sm) nos dois sistemas de cultivo, curauá a pleno sol (convencional) e sombreado com paricá;

Há diferença no crescimento e no potencial produtivo do curauá *Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Sm) nos dois sistemas de cultivo, curauá a pleno sol (convencional) e sombreado com paricá;

Há diferença nos sistemas de cultivo plantio convencional (monocultivo de curauá) e a pleno sol (convencional) e sombreado com paricá na concentração de variáveis bioquímicas (aminoácidos solúveis totais, proteínas solúveis totais, amido, sacarose, carboidratos solúveis totais, concentração do nitrato, atividade da glutamina sintetase, amônia livre);

Há diferença nos sistemas de cultivo plantio convencional (monocultivo de curauá) e a pleno sol (plantio convencional) e sombreado com paricá nos os teores de Clorofila a, b, total (a+b) e carotenóides;

OBJETIVOS

Avaliar o comportamento da espécie de curauá *Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Sm) em dois sistemas de cultivo: curauá a pleno sol (plantio convencional) e sombreado com paricá, com a finalidade de apresentar alternativa de produção nos primeiros anos de implantação do projeto de reflorestamento, propiciando rendimentos, minimizando os custos e maximizando os espaços.

Avaliar o crescimento do curauá a pleno sol (plantio convencional) e sombreado com paricá;

Avaliar o potencial produtivo do curauá a pleno sol (plantio convencional) e sombreado com paricá;

Determinar a concentração de aminoácidos solúveis totais, proteínas solúveis totais, amido, sacarose, carboidratos solúveis totais, concentração do nitrato, atividade da glutamina sintetase, amônia livre em plantas de curauá a pleno sol (plantio convencional) e sombreado com paricá, bem como, os teores de Clorofila a, b, total (a+b) e carotenóides do curauá a pleno sol (plantio convencional) e sombreado com paricá;

Avaliar o sistema de cultivo com plantas de curauá a pleno sol (plantio convencional) e sombreado com paricá é o mais promissor na qualidade de produção de fibras das folhas do curauá.

REFERÊNCIAS

- BERNARDES, M.S. **Simulation of agroforestry systems: the case of rubber tree associated with other crops**. Wageningen, 1993. 63p. Thesis (doctor)-Wageningen Agricultura University.
- MARQUES, L. C. T.; YARED, J. A. G. SIVIERO, M. A. **A evolução do conhecimento sobre o Paricá para reflorestamento no estado do Pará**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 2006. 5 p (Comunicado Técnico, 158).
- MATTOS, E. A. de; BRAZ, M. I. G.; CAVALIN, P. O.; ROSADO, B. H. P.; GOMES, J. M.; MARTINS, L. S. T.; ARRUDA, R. C. O. Variação espacial e temporal em parâmetros fitoecológicos de plantas. In: ROCHA, C. F. D.; ESTEVES, F. A.; SCARANO, F. R. (Ed.). **Pesquisas de longa duração na restinga de Jurubatiba: ecologia, história natural e conservação**. São Carlos: RiMa, p.99-116. 2004.
- MONTEIRO, S. N.; AQUINO, R. C. M. P.; LOPES, F. P. D.; CARVALHO, E. A. D.; ALMEIDA, J. R. M. Comportamento Mecânico e Características Estruturais de Compósitos Poliméricos Reforçados com Fibras Contínuas e Alinhadas de Curauá. **Revista Matéria**, v.11, n.3, p.197 – 203, 2006.
- NAIR, P. K. R. **Agroforestry systems in the tropics**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1989. 664 p.
- LEÃO, A. L., TAN, I. H., CRASCHI, J. C., “**Curaua fiber – A tropical natural fibers from Amazon - Potential and Application in Composites**”, In: International Conference on Advanced Composites, Hurghada, Egito, p. 557–564, 1998.
- CORDEIRO, I. M. C. C., LAMEIRA, O. A., BARROS, P. L. C. de, MALHEIROS, M. A. da M. Comportamento do curauá sob diferentes níveis de radiação fotossinteticamente ativa em condições de cultivo. **Revista brasileira de ciências agrárias**, v.5, n.1, jan a mar., p. 49-53, 2010.

SANTOS, M. J. C.; PAIVA, S. N. Os sistemas agroflorestais como alternativa econômica em pequenas propriedades rurais: estudo de caso. **Ciência Florestal**, v.12, p.135-141, 2002.

YONG, A. Hypothesis for soil agroforestry research. **Agroforestry Today**, v. 1, n 1, p. 13-16, 1989.

CAPÍTULO 2 - COMPORTAMENTO DE PLANTAS DE CURAUÁ A PLENO SOL E SOMBREADO NO MUNICÍPIO DE AURORA DO PARÁ – PA

RESUMO - Objetivou-se, neste trabalho, descrever o comportamento de plantas de curauá *Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Sm), cultivado há três anos na Fazenda Tramontina, no município de Aurora do Pará, estado do Pará, nos sistemas a pleno sol e sombreado com paricá *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex. Ducke) Barney. Foi realizada uma avaliação conjunta de características vegetativas, biometria e produtividade, com o auxílio do teste Tukey e de uma análise de variância. Dois tratamentos foram distribuídos no delineamento em blocos inteiramente casualizados, com 15 repetições, onde foram avaliados os sistemas de cultivo a pleno sol e sombreado com o curauá var. roxa. Após três anos, foram realizadas as coletas dos solos e avaliaram-se variáveis, como altura, número de folhas, número de rebentos, espessura da folha, área foliar, peso úmido, peso seco e a relação peso úmido e peso seco. A análise de variância e o teste de Tukey especificam eficientemente as variáveis estudadas nos sistemas de cultivo a pleno sol e sombreado. O sombreamento proporciona os maiores valores de altura, número de folhas e área foliar, porém apresenta menor número de rebentos; o peso seco foi maior a plena sombra considerando o tratamento mais adequado.

Palavras-chave: *Ananas erectifolius*, biometria, sombreamento, produtividade.

CHAPTER 2 – BEHAVIOUR OF PLANTS CURAUÁ SHADOWED A FULL SUM AND THE MUNICIPALITY OF AURORA DO PARÁ – PA

ABSTRACT - The aim of this work was to describe the behavior of plants curauá *Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Sm) grown for three years on the Farm Tramontina, the city of Aurora do Pará, Pará state, the systems in full sun and shaded paricá (*Schizolobium parahyba*) var. *Amazonicum* (Huber ex. Ducke) Barnepy. We conducted a joint assessment of vegetative traits, biometrics and productivity with the help of the Tukey test and analysis of variance. Two treatments were arranged in randomized complete block design, with 15 replications were evaluated in farming systems in full sun and shaded with curauá var. Purple. After three years, the collections were made of soil and evaluated variables such as height, number of leaves, number of shoots, leaf thickness, leaf area, wet weight, dry weight and relative wet weight and dry weight. The analysis of variance and the Tukey test efficiently specify the variables in cropping systems in full sun and shade. The shading gives the highest values of height, number of leaves and leaf area, but it has fewer shoots, dry weight was higher full shade considering the most appropriate treatment.

Keywords: *Ananas erectifolius*, biometrics, shading, productivity.

2.1 INTRODUÇÃO

A importância de plantas doadoras de fibra na fabricação de utensílios é conhecida desde as épocas remotas pelas comunidades indígenas. Segundo Medina (1959), esse grupo de plantas é o segundo em importância para o homem depois das espécies alimentares. Na Amazônia, várias são as espécies produtoras de fibras e segundo Oliveira et al. (1987), somente na microrregião do salgado Paraense existem 17 espécies de plantas fibrosas, com utilização atual. O Estado do Pará, em seu passado recente, tem tradição no cultivo de plantas produtoras de fibras, tal como a malva e a juta, tendo a Amazônia inúmeras plantas com possibilidades reais de aproveitamento na indústria têxtil.

O curauá *Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Sm) Coppens & Leal é uma alternativa para a consorciação. Essa espécie é uma planta nativa e cultivada às margens dos rios da Amazônia, pertencente à família das bromeliáceas distribuída nos Estados do Pará (Rios Xingu, Tocantins, Trombetas, entre outros), Acre, Mato grosso, Goiás e Amazonas e é cultivada principalmente por pequenos produtores da região do Lago Grande de Curuai, no Município de Santarém e Nordeste do Pará, tendo como características principais ser monocotiledônea, fibrosa e herbácea.

A espécie pode ser utilizada em sistemas agroflorestais com intensidade luminosa entre 53% a 100%. Além de apresentar benefícios ecológicos, propiciou rendimentos, minimizou os custos, maximizou o espaço do reflorestamento, além de possibilitar geração de emprego e renda à comunidade (CORDEIRO, 2007)

O principal produto obtido da planta são suas folhas, que podem atingir até 1,5 m de comprimento, que fornecem fibras naturais altamente resistentes e com potencial de aplicação variada na indústria e que, quando misturada a polímeros, pode dar origem a produtos com menor densidade, podendo apresentar diversas aplicações. Além disso,

as fibras vegetais são úteis na indústria automobilística, para o revestimento interno de automóveis, ônibus e caminhões, e na construção civil (MOTHE; ARAUJO, 2004).

O plantio de curauá é feito através de mudas. Após um ano do plantio, começa a produzir folhas maduras que são colhidas manualmente e descortçadas para produção da fibra natural do curauá. A folha é constituída de 6% de fibra e 94% de mucilagem que pode ser aproveitada como ração animal ou adubo orgânico.

Um hectare de curauá chega a produzir até 60 toneladas de folha, ou 3,6 toneladas de fibra natural. Hoje, uma tonelada de fibra de curauá está cotada em mais de R\$ 4 mil. Ou seja, um rendimento anual de mais de 14 mil reais ou R\$ 1.200,00 por mês, visto que uma família é capaz de cuidar muito até 2 hectares. Os resultados obtidos mostram que a cultura do curauá é bastante promissora e com ampla capacidade de assegurar renda aos produtores rurais (Cordeiro et al., (2007 e 2008).

Estudos recentes têm demonstrado o grande potencial dessa planta como produtora de fibra de excelente qualidade, devido à sua resistência, maciez e peso reduzido. Há crescente demanda de fibras do curauá por grupos empresariais preocupados, principalmente, com a utilização de produtos naturais biodegradáveis, o que torna essa espécie estratégica para o Estado e cria uma perspectiva de melhoria da qualidade de vida dos pequenos produtores (LEDO, 1967).

Segundo Ledo (1967), há ocorrência de dois tipos de curauá: um de folhas roxo-avermelhadas, que se desenvolve mais, chamado de curauá roxo; e outro de folhas verde-claras, conhecido por curauá branco. Algumas das diferenças entre os dois tipos de curauá residem não só na coloração da folha, mas na resistência e na maciez das fibras, no porte da planta e na quantidade de rebentos e filhos. Outra diferença encontrada nos plantios de curauá é a ocorrência, em algumas plantas, de espinhos

foliares, que aparecem quando a planta entra no processo de envelhecimento. No Estado do Pará, o curauá ocorre principalmente nos Municípios de Santarém e Bragança.

Objetivou-se, neste trabalho, descrever o comportamento de plantas de curauá cultivadas em áreas com paricá, nos sistemas a pleno sol e sombreado, por meio de uma avaliação conjunta de características vegetativas.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Localização do experimento e aspectos fisiográficos

O experimento foi realizado na Fazenda da Empresa do Grupo Tramontina, no município de Aurora do Pará, localizada na BR-010 (Figura 1), cuja área está situada

entre as coordenadas 02°10'00" latitude S e longitude 47°32'00" W distante em linha reta de 210 km da cidade de Belém, capital do Estado do Pará, conforme Figura 2.

A precipitação e as temperaturas médias anuais dos últimos 10 anos foram respectivamente: 1000 mm – 3600 mm e 25,5°C, conforme dados coletados pela Estação Meteorológica da Fazenda do Grupo Tramontina em 2012.

Figura 1 – Croqui do acesso do campo experimental da empresa Tramontina Belém S.A, Br. 010, Aurora do Pará (PA), Brasil, 2012.

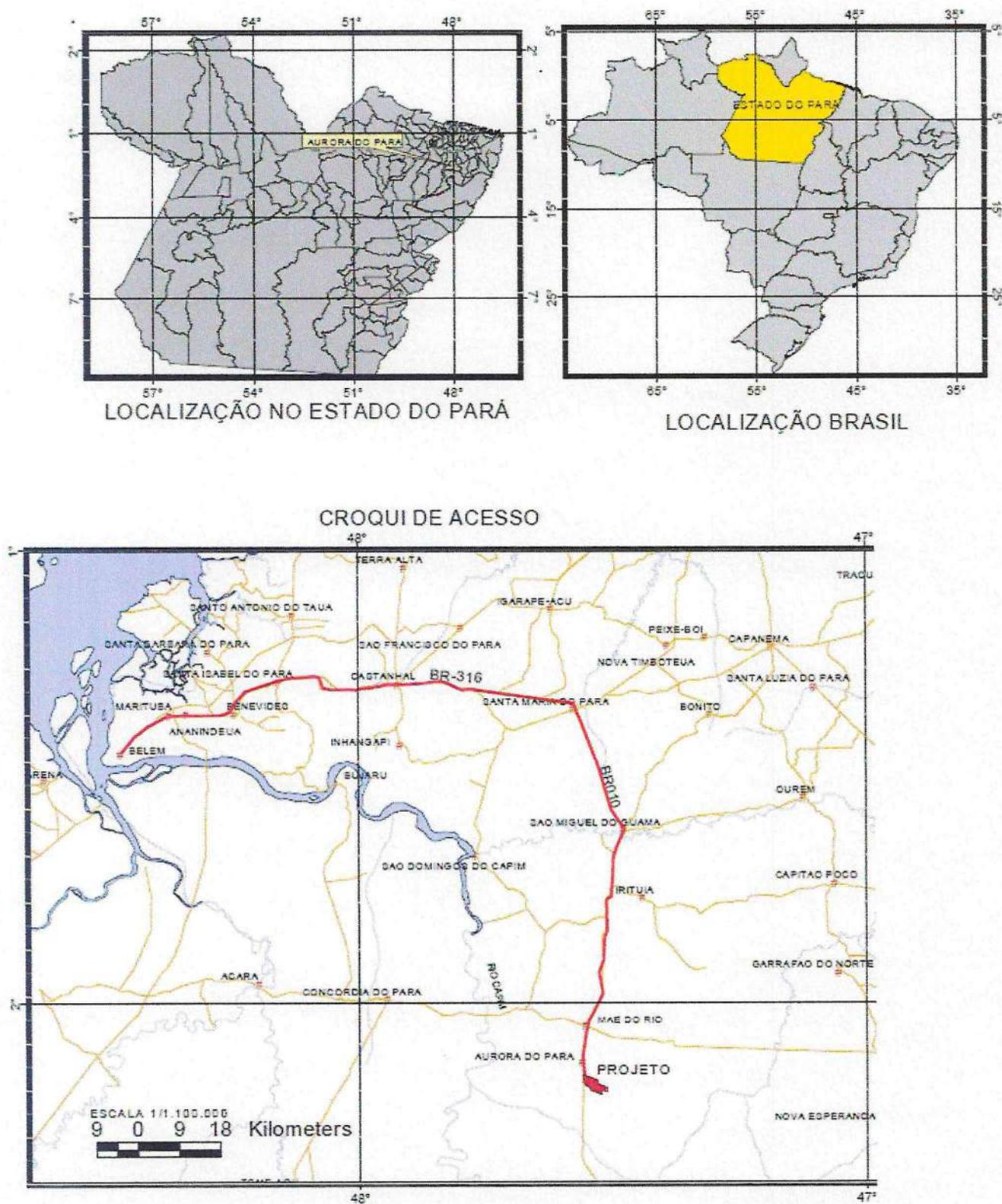


Figura 2 – Mapa do campo experimental da empresa Tramontina Belém S.A, Br. 010, Aurora do Pará (PA), Brasil, 2012.

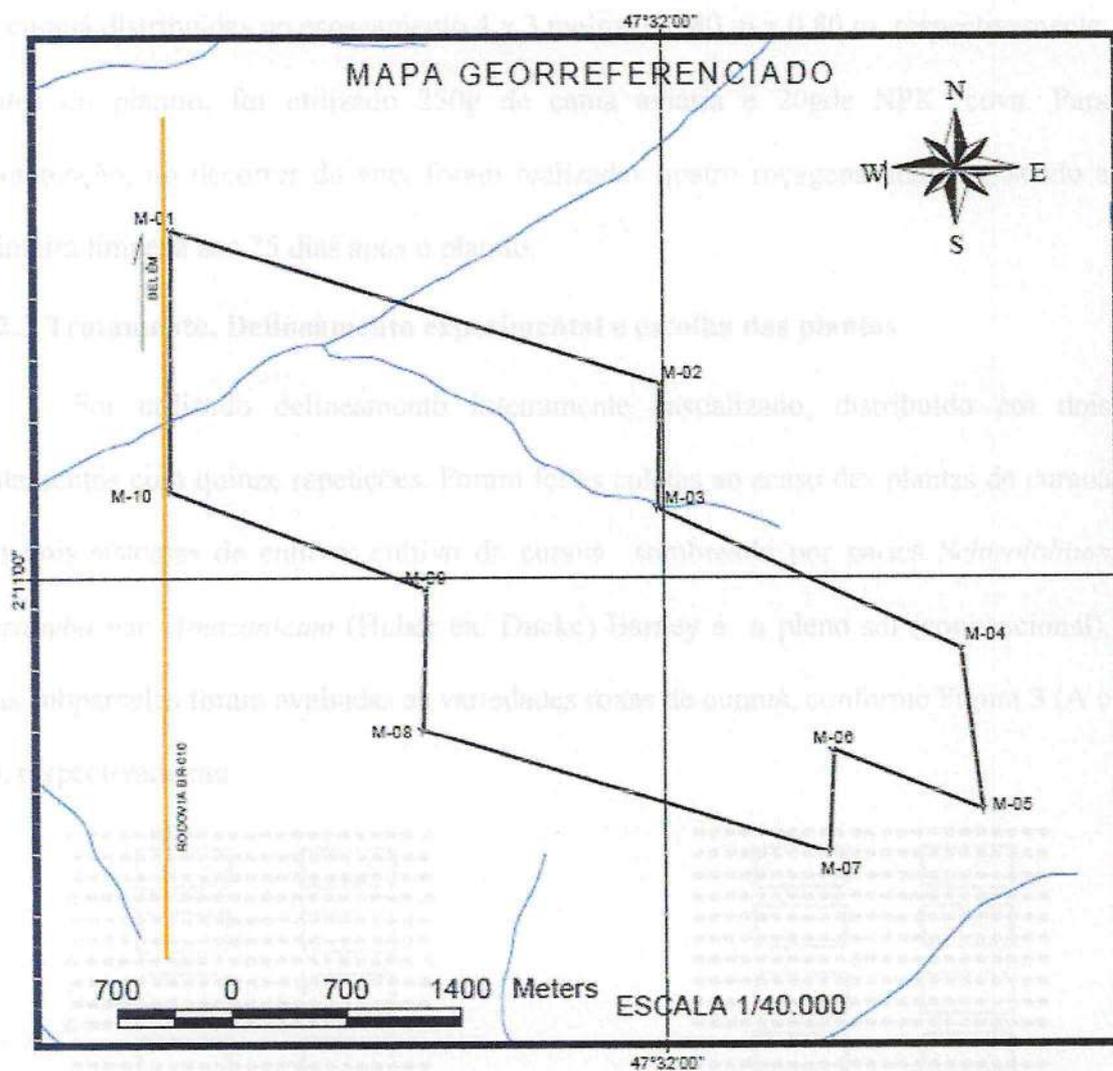


Fig. A - curvas com curvas (sombreadas).
com parcelas de 0,80 x 0,50 m.

Fig. B - curvas (plena sol). Com
parcelas de 0,80 x 0,80 m.

2.2.2 Instalação do experimento e preparo da área para o plantio

O sistema agroflorestal (curauá x paricá) e curauá a pleno sol foram implantados em Janeiro de 2009 em uma área de 1.984,5m². No preparo da área foi feita a roçagem mecânica e a gradagem por trator de esteira. No plantio foram usadas plantas de paricá e de curauá distribuídas no espaçamento 4 x 3 metros e 0,80 m x 0,80 m, respectivamente. Antes do plantio, foi utilizado 250g de cama aviária e 20gde NPK /cova. Para manutenção, no decorrer do ano, foram realizadas quatro roçagens manuais, sendo a primeira limpeza aos 25 dias após o plantio.

2.2.3 Tratamento, Delineamento experimental e escolha das plantas

Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado, distribuído em dois tratamentos com quinze repetições. Foram feitas coletas ao acaso das plantas de curauá em dois sistemas de cultivo: cultivo de curauá sombreado por paricá *Schizolobium parahyba* var. *Amazonicum* (Huber ex. Ducke) Barney e a pleno sol (convencional). Nas subparcelas foram avaliadas as variedades roxas de curauá, conforme Figura 3 (A e B), respectivamente.

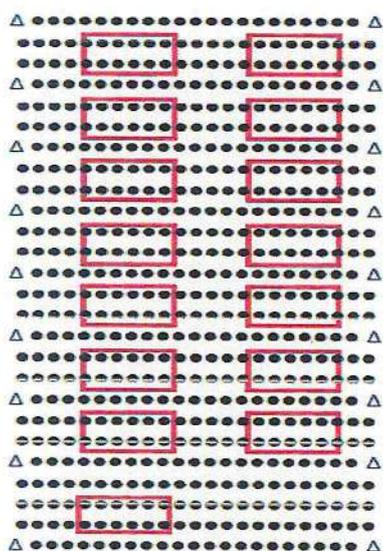


Fig-A Δ-Paricá ● – curauá (sombreado),
com parcelas de 0,80 x 0,80 m.

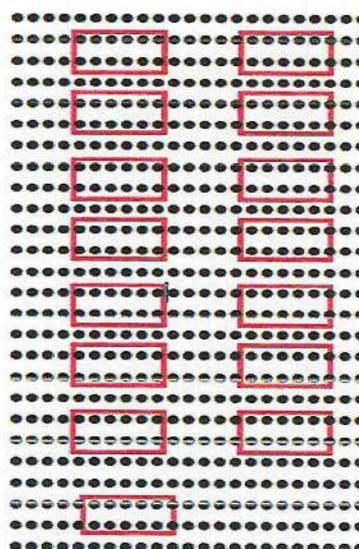


Fig- B ● – curauá (Pleno sol). Com
parcelas de 0,80 x 0,80 m.

Figura 3- Croquí do plantio de curauá consorciado com paricá (sombreado) e curauá a pleno sol em Aurora do Pará, estado do Pará, 2012.

2.2.4 Coleta e classificação do solo

Foram realizadas duas coletas de solo na área com plantios de curauá a pleno sol (convencional) e a sombreado por paricá. Essas coletas das amostras de solos foram realizadas após a coleta de folhas da planta, sendo realizada em zig-zag, onde foram retiradas 15 amostras de cada local (a pleno sol e sombreado) formando uma amostra composta cada, onde foi determinada no Laboratório de análise de solos da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), de acordo com a Tabela 1. Segundo Cordeiro (2007) e Sistema brasileiro de classificação de solos (2006), o solo predominante na área do Grupo Tramontina foi o Latossolo Amarelo de textura areno-argilosa, com baixo teor de matéria orgânica, baixo pH, e níveis de nitrogênio e fósforo baixos.

Tabela 1 – Análise química do solo cultivado com plantas de curauá *Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Sm), (L. B. Sm), Coppens & Leal sombreados e a pleno sol na Fazenda Tramontina, no município de Aurora do Pará, 2012.

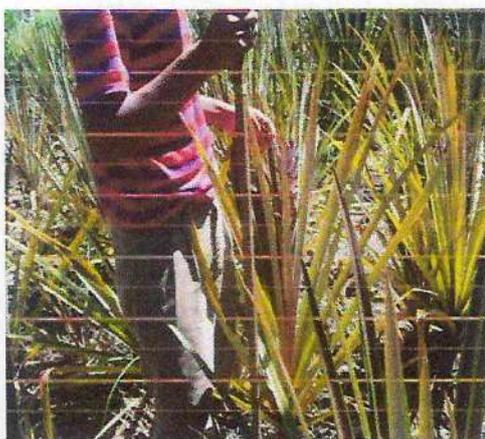
Identificação da amostra	pH		C	M.O	N	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al
	H ₂ O	KCl	Org.	---g kg ⁻¹ ---	-mg dm ⁻³ -	-----Cmol _c dm ⁻³ -----					
Curauá (PS)	4,53	3,61	12,99	22,39	0	27,99	0,23	0,59	0,34	1,48	8,09
Curauá (SB)	4,64	3,80	14,84	22,76	0	2,76	0,07	0,76	0,25	1,11	7,29

PS – Pleno sol (convencional); SB – sombreamento.

2.2.5 Coleta de plantas de curauá e variáveis analisadas

Foram retiradas quinze amostras de folhas plantas de curauá ao acaso, tanto a pleno sol quanto a sombra, e as variáveis analisadas foram: altura (cm), número de folhas, número de rebentos, espessura (cm) da folha e a área foliar (cm^2) que pode ser visualizada quando se multiplica o comprimento da folha vezes a largura Figuras: 4 (A, B) e 5 (A, B) respectivamente.

A



B



Figura 4 - Escolha da folha de curauá para medir o comprimento da folha maior com uma régua e proceder a contagem do número de folhas no Campo Experimental da Fazenda Tramontina. Aurora do Pará-PA, 2012.

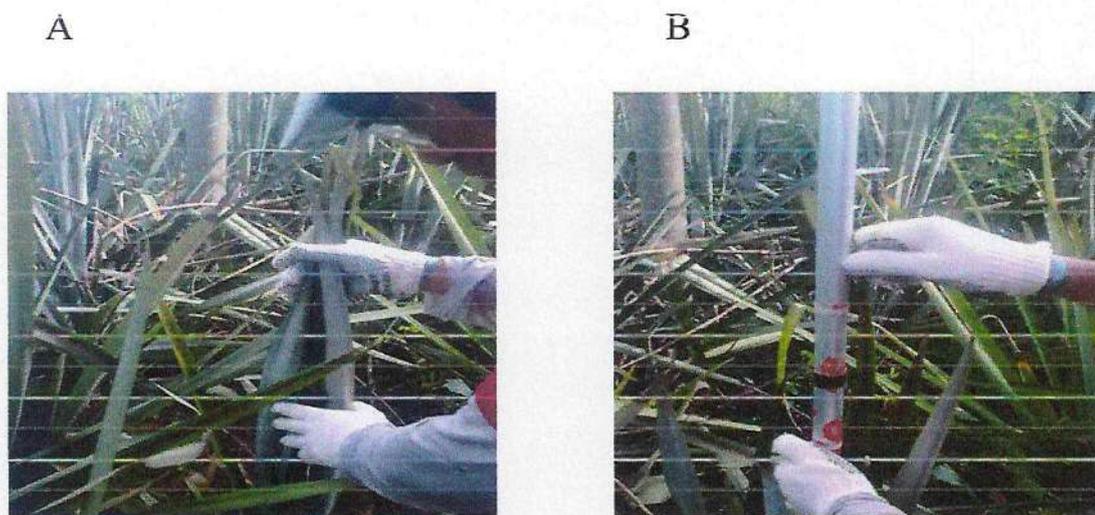


Figura 5 – Verificação do número de folhas e o comprimento da folha maior do Curauá respectivamente, no Campo Experimental da Fazenda Tramontina. Aurora do Pará-PA, 2012.

2.2.6 Análise estatística de dados

A análise estatística realizada foi o teste de média, através do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para a massa seca e massa úmida, tanto a pleno sol (convencional) quanto sombreado para as plantas de curauá, e também para as análises biométricas como altura, espessura, número de folhas, número de rebentos e área foliar. Além disso, foi realizada a análise de variância para os quatro tratamentos biometria a pleno sol e a sombra e massa seca e massa úmida ao sol e massa seca e massa úmida a sombra, a fim de dar mais ênfase à significância dos dados. O software utilizado foi o Assisat 7.6 Beta, da Universidade Federal da Paraíba.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas análises biométrica em plantas de curauá, verificamos que as plantas de curauá sombreadas com paricá apresentam maior altura com 123,4 cm, enquanto que plantas de curauá a pleno sol (convencional) têm altura de 109,0 cm. Esses dados contradizem os trabalhos de Santos & Paiva (2002) que relatam que em sistemas agroflorestais, as plantas de porte mais baixo podem estar submetidas a condições sombreadas, em que as plantas apresentam respostas que podem variar com a maturidade e com a espécie, e com os impactos causados por fatores como: umidade, temperatura, radiação solar.

Em trabalhos realizados por Cordeiro et al. (2004) as plantas de curauá são maiores e apresentam maiores número de folhas quando sombreada com paricá, sendo mutuamente beneficiada de forma quantitativa e qualitativa, sendo que no trabalho do autor as plantas de curauá a sombra apresentaram crescimento de 106 cm e 21,11 folhas, enquanto que nesta pesquisa (Figura 6) o resultado foi bem superior.

Em relação ao número de folhas, observamos que foi maior nas plantas de curauá sombreada e que segundo (POORTER, 1999; COLARES & SEELIGER, 2006) as irradiâncias baixas tendem a aumentar o tamanho do caule por unidade de peso e formar folhas maiores, porém mais finas enquanto as plantas que crescem a plena luz. Por outro lado, verificamos que a área foliar foi bem maior quando sombreada (431,90 cm²), contradizendo com os trabalhos de Hao et al. (2000) cuja área foliar foi menor quando sombreada. Uma provável explicação para este fato encontra-se no trabalho de Esau (1965), em que as folhas desenvolvidas sob a ação da luz solar direta são menores, porém mais espessas e apresentam tecido paliçádico mais diferenciado do que as folhas que se desenvolvem a sombra. No entanto, foi comprovado que o tecido paliçádico das

folhas de *Ananas comosus* var. *erectifolius* a pleno sol não tenham seguido esse padrão de diferenciação. Podendo este fato estar atribuído ao espessamento cuticular ter-se apresentado conspícuo a 100% de RFA pode ter ocorrido em consequência da adaptação à perda excessiva de água, nos estratos xeromórficos da planta (LEITE & SCATENA, 2001), que nada mais é que uma resistência ao genótipo.

Tabela 2 – Análise biométrica em plantas de curauá *Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Sm), a pleno sol (PS) (convencional) e sombreado (SB) da Fazenda do Grupo Tramontina, no município de Aurora do Pará, estado do Pará, 2013.

Tratamentos	Altura (cm)	Nº de folhas	Nº de rebentos	Espessura (cm)	Área foliar (cm ²)
Curauá (PS)	109,0b	24,33b	1,93a	0,081a	346,02b
Curauá (SB)	123,4a	26,60a	1,73a	0,084a	432,55 ^a
Média	116,20	24,46	1,83	0,082	389,28
D.M.S	9,99	2,14	0,74	0,010	13,93
C.V (%)	11,51	11,23	54,42	16,83	4,78

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas, não apresentam diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A maior área foliar foi observada em plantas de curauá submetido ao sombreamento (curauá x paricá), estando de acordo com o trabalho de Cordeiro et al. (2010) que atribui a presença do componente arbóreo em sistemas agroflorestais que pode influenciar de diferentes maneiras no desenvolvimento das espécies herbáceas, quer seja pela interceptação da luz necessária para a fotossíntese, como pelas raízes na busca de nutrientes e água. Modificações que ocorrem nos níveis de luminosidade, no qual uma espécie está adaptada, podem acarretar diferentes respostas nas características

fisiológicas, bioquímicas, anatômicas e de crescimento das espécies. Desse modo, a eficiência do crescimento está relacionada à habilidade de adaptação das plantas às condições de intensidade luminosa do ambiente, sendo condição essencial em associações entre culturas agrícolas e pastagens com árvores.

Já Cogliatt-Carvalho & Rocha (2001), concordando com resultados encontrados com o curauá, relataram que as bromélias quando habitam locais sombreados têm as folhas mais compridas e mais estreitas, porém com maior superfície, do que as que habitam áreas expostas ao sol. Esta capacidade de crescimento em ambiente sombreado, conforme Cordeiro et al. (2010) é um mecanismo importante de adaptação da espécie, o que constitui uma valiosa estratégia da planta para escapar às condições de baixa disponibilidade de luz.

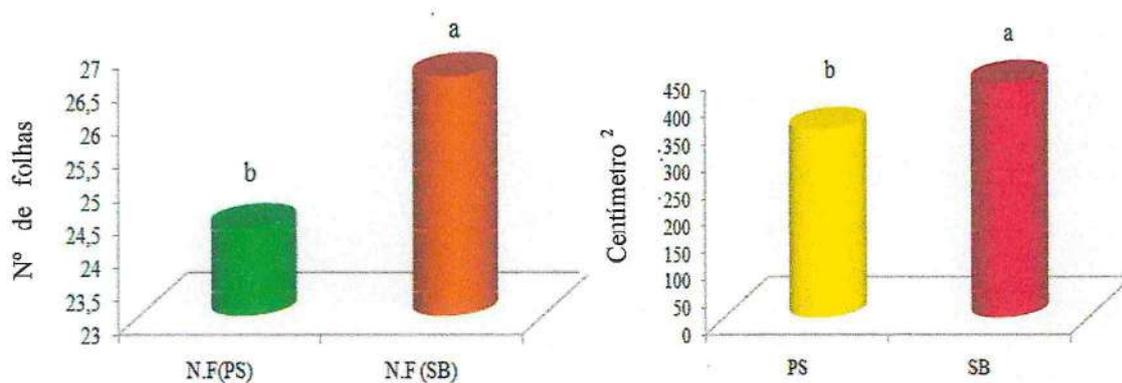


Figura 6- Número de folhas a pleno sol (PS) e sombreada (SB) em plantas de curauá *Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Sm), Coppens & Leal da Fazenda do Grupo Tramontina, no município de Aurora do Pará, estado do Pará, 2012.

Figura 7 – Área foliar a pleno sol (PS) e sombreada (SB) em plantas de curauá *Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Sm), Coppens & Leal da Fazenda do Grupo Tramontina, no município de Aurora do Pará, estado do Pará, 2012.

Na Tabela 3, observamos que o peso seco expresso em g planta^{-1} de curauá foi inferior ao encontrado por Alexandre (2005) em folhas de abacaxi, provavelmente este resultado com pouca expressão de peso pode ter sido influenciado na coleta do material na área de plantio.

Tabela 3 – Peso seco de folhas (PSF) e peso úmido de folhas (PUF) plantas de curauá *Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Smith) a pleno sol (PS) (plantio convencional) e sombreado (SB) da Fazenda do Grupo Tramontina, no município de Aurora do Pará, estado do Pará, 2013.

Tratamento	PUF (g planta^{-1})	PSF (g planta^{-1})	Média
Curauá (PS)	43,02 a	14,66 a	28,84
Curauá (SB)	39,92 a	16,17 a	28,04
Média	41,47	15,41	
D.M.S	9,64	1,96	
C.V (%)	31,07	17,04	

* Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas, não apresentam diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

O curauá, de acordo com as análises de variância, não apresentou diferença significativa entre os tratamentos massa seca de folhas (MSF) a pleno sol (plantio convencional) e sombreado e Massa úmida de folhas (MUF) no plantio a pleno sol e sombreado (Tabela 4). No que se refere à interação massa seca de folhas (MSF) x massa úmida de folhas (MUF), houve diferenças altamente significativas para as duas variáveis analisadas, nos dois sistemas de cultivo, a pleno sol (plantio convencional) e sombreado com paricá, como pode ser visto na Tabela 4. Provavelmente, este fato possa estar atribuído com os resultados encontrados por Cordeiro et al. (2010) em que explica

intensidade de luz, podendo ser cultivada em condições de radiação solar de 53 a 100%. Esta assertiva possibilita dizer que esta espécie, nas condições do estudo, pode ser utilizada como cultura temporária em sistemas agroflorestais. Por outro lado, é notório observamos que o peso úmido foi maior a pleno sol, com aproximadamente com 43,2g planta⁻¹ de plantas de curauá, ficando o sombreado com 39,92 g planta⁻¹ de curauá.

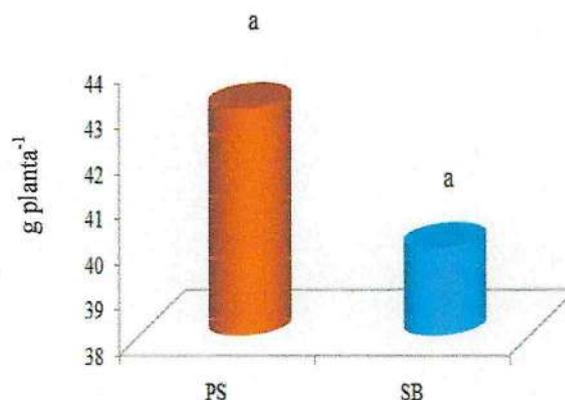
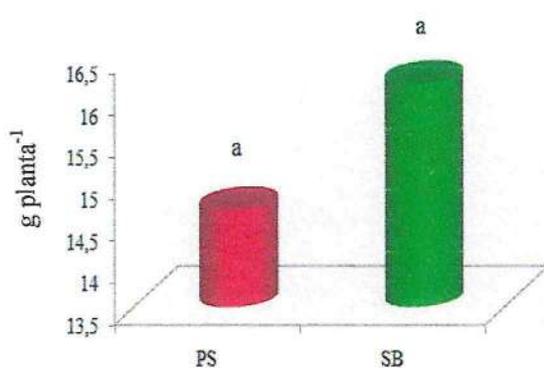


Figura 8 – Peso seco de plantas de curauá *Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Smith) a pleno sol (PS) (plantio puro) e sombreado (SB) com paricá na Fazenda do Grupo Tramontina, no município de Aurora do Pará, estado do Pará, 2012.

Figura 9 – Peso úmido de plantas de curauá *Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Smith) a pleno sol (PS) (plantio puro) e sombreadas (SB) com paricá na Fazenda do Grupo Tramontina, no município de Aurora do Pará, estado do Pará, 2012.

2.4 CONCLUSÃO

O cultivo sombreado aumenta a porcentagem de folhas presentes no início da colheita. A área foliar, a altura, número de folhas e espessura, foram maiores no cultivo a plena sombra.

A produtividade de folhas foi influenciada pelos sistemas de cultivo, demonstrando que o curauá sofre alterações vegetativas que possibilitam a essa espécie produzir bem, quando cultivada em ambientes adequadamente sombreados.

2.5 REFERÊNCIAS

- ALEXANDRE, M. E. O. **Compósitos de matriz poliéster reforçados com fibra da folha do abacaxi: Propriedades mecânicas e absorção de água**. 2005. 501p. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal-RN, 2005.
- BRAGA, R. da S. ET AL. Efeito do extrato vegetal no desenvolvimento de plantas de curauá (*Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Sm) Cippus & Leal) em plantio florestal. In: SIMPÓSIO DE MEIO AMBIENTE, 6., 2010, Viçosa, MG. **Resumos ...** Viçosa, MG:UFV, 2010.
- COGLIATTI-CARVALHO, L. ROCHA, C. F. D. Spatial distribution and preferential substrate of *Neoregelia johannis* (Carrière) L. B. Smith (Bromeliaceae) in a disturbed area of Atlantic Rainforest at Ilha Grande, RJ, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.24, n. 4, p.389-394, 2001.

COLARES, I. G., SEELIGER, U. Influência da luz sobre o crescimento e a produção de biomassa de *Ruppia marítima* L. em cultivo experimental. **Rev. Acta Amazonica Brasilica**, n. 20, p. 31-36. 2006.

CORDEIRO, I. C., SILVA, I. M. **Avaliação econômica-financeira da cultura de curauá (*Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Sm.) Coppus & Leal): um estudo de caso no município de Santo Antônio do Tauá, estado do Pará.** Belém: UEPA, 2008.

CORDEIRO, I. M. C. C. **Comportamento de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Duck) Barney (paricá) e *Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Sm.) Coppus & Leal (curauá) em diferentes sistemas de cultivo.** 2007. 115f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) – Instituto de Ciências Florestais, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2007.

CORDEIRO, I. M. C. C., LAMEIRA, O. A., BARROS, P. L. C. de, MALHEIROS, M. A. da M. Comportamento do curauá sob diferentes níveis de radiação fotossinteticamente ativa em condições de cultivo. **Revista brasileira de ciências agrárias**, v.5, n.1, jan a mar., p. 49-53, 2010.

CORDEIRO, I. M. C. C., LAMEIRA, O. A., OLIVEIRA, E. C. P. de. Comportamento do curauá (*Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Sm.) Coppus & Leal) em plantio de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) de diferentes idades. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 5., Curitiba, 2004. **Anais...** Colombo: Embrapa florestais, p.329-331. (Documentos, 98).

ESAU, K. **Plant anatomy.** 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, 767p. 1965.

ESAU, K. **Anatomy of seeds plants.** 2. ed. New York: John Wiley, 550 p. 1965.

FREITAS, R.; OLIVEIRA, L.; FILHO, N.; SOARES, A. Influência de diferentes níveis de sombreamento no comportamento ecológico de cultivares de café (*Coffea arabica*, L.). **Ciência Agrotécnica**, v.27, n.4, p.814-810, 2003.

HAO, X.; HALE, B. A.; ORMROD, D. P.; PAPADOPOULOS, A. P. Effects of pre-exposure to ultraviolet-B radiation on responses of tomato (*Lycopersicon esculentum* cv. New Yorker) to ozone in ambient and elevated carbon dioxide. **Environmental Pollution**, n.110, p.217-224. 2000.

LEDO, I. A. de M. **O cultivo do curauá no lago grande de Franca**. Belém: BASA, 23 p. 1967.

LEITE, K. R. B.; SCATENA, V. L. Anatomia do segmento foliar de espécies de *Syagrus* Mart. (Arecaceae) da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. *Sitientibus. Série Ciências Biológicas*, n.1, p.3-14. 2001.

MEDINA, J. C. **Plantas fibrosas da flora mundial**. Instituto Agrônomo de Campinas. 913p. 1959.

MOTHÉ, C. G., ARAÚJO, C. R. Thermal and mechanical characterization of polyurethane composites with curaua fibers. **Polímeros**, n.14, p. 274-278. 2004.

POORTER, L. Growth responses of 15 rain forest tree species to a light gradient: the relative importance of morphological and physiological traits. **Functional Ecology**, n.13, p.396-410. 1999.

SANTOS, M. J. C.; PAIVA, S. N. Os sistemas agroflorestais como alternativa econômica em pequenas propriedades rurais: estudo de caso. **Ciência Florestal**, n.12, p.135-141. 2002.

SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS. Editores técnicos, Humberto Gonçalves dos Santos ... et al. 2ed. – Rio de Janeiro: **Embrapa Solos**, 2006.

CAPITULO 3 - COMPORTAMENTO BIOQUÍMICO EM PLANTAS DE CURAUÁ *Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Sm), Coppens & Leal SOMBREADO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS E A PLENO SOL NO MUNICÍPIO DE AURORA DO PARÁ

RESUMO - Este trabalho teve como finalidade avaliar os aspectos bioquímicos de plantas de curauá *Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Sm) Coppens & Leal cultivado há três anos na Fazenda Tramontina, no município de Aurora do Pará, estado do Pará, sombreados por paricá *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex. Ducke) Barney em sistemas agroflorestais e a pleno sol. O delineamento foi inteiramente casualizado, sendo as unidades experimentais com 15 repetições, onde foram avaliadas as variáveis bioquímicas: sacarose, proteína solúveis totais, amido, amônia, nitrato, carboidrato solúveis totais, glutamina sintetase e dos pigmentos fotossintéticos clorofilas a, b, a/b (totais) e carotenos que influenciaram no crescimento e produtividade das plantas de curauá, perfazendo um total de 30 unidades experimentais sombreadas e a pleno sol. Foi aplicado análise de variância nos dados coletados e às médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Dos compostos orgânicos estudados todos apresentaram maiores concentrações e atividades enzimáticas (glutamina sintetase) nas plantas de curauá sombreadas. Dentre os pigmentos houve, para as plantas sob sombra, aumento das clorofilas a e clorofilas totais, enquanto que nas plantas de sol os maiores teores encontrados foram na clorofila b e nos carotenóides. O curauá, mesmo em período seco, apresentou bons resultados em termos de produção em sistemas agroflorestal em vez de plantio convencional.

Palavras chaves: sombreamento, sacarose, glutamina sintetase, carotenoides.

CHAPTER 3 - PLANTS IN BEHAVIOR BIOCHEMICAL curauá *Ananas comosus* var. *erectifolius* (LB Sm) SHADOWED Agroforestry FULL SUN AND THE MUNICIPALITY OF AURORA DO PARA

ABSTRACT - This study aimed to evaluate the biochemical plant curauá *Ananas comosus* var. *erectifolius* (LB Sm) grown for three years at the Farm Tramontina, the city of Aurora do Pará, Pará state, cultivated with shaded paricá (*Schizolobium parahyba*) var. *Amazonicum* (Huber ex. Ducke) Barnepy in agroforestry and full sun. The experimental design was completely randomized experimental units with 15 replications where the biochemical variables were evaluated: sucrose, total soluble protein, starch, ammonia, nitrate, total soluble carbohydrate, glutamine synthetase and photosynthetic pigment chlorophyll a, b, a / b (total) and carotenes that have influenced the growth and yield of plants curauá, making a total of 30 experimental units shaded and unshaded. Analysis of variance was applied to the data collected and the means were compared by Tukey test at 5% significance level. Organic compounds studied all showed higher concentrations and enzymatic activities (glutamine synthetase), plants curauá shaded. Among the pigments were for the plants in the shade, increasing total chlorophyll a and chlorophyll, whereas in the sun plants were found at higher levels in chlorophyll b carotenoids. Curauá, even in the dry season, showed good results in terms of productivity in agroforestry systems (shading) rather than pure stands (in full sun).

Keywords: Shading, sucrose, glutamine synthetase, carotenoids.

3. INTRODUÇÃO

O curauá *Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Sm), Coppens & Leal popularmente conhecido como curauá, é uma Bromeliaceae de alto interesse econômico, especialmente para a indústria automobilística, pois produz uma fibra com resistência semelhante a fibra de vidro. A fibra do curauá, submetida à frequentes pesquisas no Brasil e no exterior, apresentou resultados significativo que a credenciam a ser considerada à fibra mais promissora de ser produzida na Amazônia brasileira. Quando cultivado através do modo convencional, o curauá é capaz de produzir no máximo 40 mudas por ano, sendo possível a partir de uma gema cultivada in vitro a obtenção de 625 mudas em cinco meses (LAMEIRA et al., 2000).

Em sistemas agroflorestais, as plantas de porte mais baixo podem estar submetidas a condições sombreadas, em que as plantas apresentam respostas que podem variar com a maturidade com a espécie, e com impactos causados por fatores como: umidade, temperatura, radiação solar (SANTOS & PAIVA, 2002). Assim, as irradiâncias baixas tendem a aumentar o tamanho do caule por unidade de peso e formar folhas maiores, porém mais finas (PORTER, 1999; COLARES & SEELIGER, 2006), enquanto as plantas que crescem a plena luz, em geral, apresentam folhas mais espessas e menor área foliar (HAO et al., 2000)

Em folhas de plantas desenvolvidas em diferentes intensidades de radiações, as variações nas características morfológicas e anatômicas tem sido relatadas para muitas espécies, e tais variações estão relacionadas, principalmente, à quantidade de radiação solar e à disponibilidade hídrica.

O curauá é uma espécie higrófila da região amazônica, que não necessita de solos férteis para seu cultivo, exigindo, entretanto, boas condições de aeração e drenagem. Como para a maioria das bromeliáceas, a espécie requer para o seu melhor

desenvolvimento vegetativo condições favoráveis de luz e umidade atmosférica. O clima ideal é quente e úmido, com temperatura do ar variando entre 22 a 32°C, a umidade relativa do ar em torno de 90% e precipitação pluviométrica entre 2000mm a 2500mm anuais (MEDINA, 1959).

Nesta pesquisa, torna-se importante o estudo da bioquímica, tais como os teores de carboidratos, aminoácidos solúveis totais, proteínas solúveis totais, amido, sacarose, nitrato, atividade da glutamina sintetase e amônia livre no comportamento do curauá a pleno sol e sombreado por paricá, devido a inúmeras vantagens que a espécie arbórea apresenta, tal como a densidade e a arquitetura da copa que determina a fração de energia solar que pode ser capturada pelas plantas dos estratos inferiores.

Sendo que, dessa maneira, os efeitos do sombreamento sobre a fisiologia do curauá serão importantes na determinação dos níveis ótimos de radiação e temperatura para a fabricação dos processos fotossintéticos. Que por ventura, o estudo das respostas fisiológicas dos dois sistemas de cultivo a pleno sol e sombreado influenciarão no comportamento do curauá. Pois, diferentes intensidades de sombreamento e interações árvore-cultura podem auxiliar na determinação da composição de espécies e manejos dos SAFs (CANNELL, 1976; BAGGIO et al., 1997).

O curauá pode ser de uso familiar, bem como para a fabricação de papel, a partir do processo de desfibramento da planta que resulta num composto viscoso chamado mucilagem. É uma fibra altamente resistente com longa vida, e grande capacidade de absorção e sustentação. A fibra do curauá podem ser picada e misturada com sobras de cobertores e tapetes descartados pela indústria têxtil para reforçar a matriz de polipropileno composto utilizado no teto e na parte interna do compartimento de bagagem de automóveis como o Fox e o Pólo da Wolkswagem do Brasil.

Com base no contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar as alterações bioquímicas em plantas de curauá cultivado sob sombreamento, em sistema agroflorestal, e plantio (convencional) a pleno sol.

3.1 MATERIAL E MÉTODOS

3.1.1 Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi realizado na Fazenda da Empresa do Grupo Tramontina, no município de Aurora do Pará, localizada na BR-010, cuja área está localizada entre as coordenadas 02°10'00" latitude S e longitude 47°32'00" W, distante em linha reta 210 km da cidade de Belém, capital do Estado do Pará. A precipitação e as temperaturas médias anuais dos últimos 10 anos foram respectivamente, 1000mm – 3600mm e 25,5°C, conforme dados coletados pela Estação Meteorológica da Fazenda do Grupo Tramontina em 2012.

3.1.2 Preparo da área e instalação do experimento

O sistema agroflorestal curauá x paricá e curauá a pleno sol foram implantados em Janeiro de 2009 em uma área de 1.984,5m². A área foi preparada com roçagem mecânica por trator de esteira e gradagem. No plantio foram usadas plantas de paricá e curauá distribuídas no espaçamento 4 x 3 metros e 0,80 m x 0,80 m, respectivamente. Antes do plantio, foi utilizado 250g de cama de aviário e 20g de NPK / cova. Para manutenção, no decorrer do ano, foram realizadas quatro roçagens manuais, sendo a primeira limpeza aos 25 dias após o plantio.

3.1.3 Tratamento e delineamento experimental

O trabalho foi constituído por dois tratamentos: plantas de curauá sombreadas com paricá em sistemas agroflorestais e curauá a pleno sol, distribuídos no delineamento inteiramente casualizado, com quinze repetições. Foram feitas coletas ao acaso das plantas de curauá em dois sistemas de cultivo: cultivo de curauá a pleno sol

(plantio convencional) e cultivo sombreado por paricá *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex. Ducke) Barney, em sistema agroflorestal. As variáveis bioquímicas foram submetida á análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Turkey a nível de 5% de probabilidade, e o software usado foi assistat 7.6 Beta, da universidade federal da Paraíba.

3.1.4 Caracterização do solo da área experimental

Foram realizadas duas coletas de solo, onde contém os plantios de curauá a pleno sol e a sombra com paricá, conforme a Tabela 1. Essas coletas das amostras de solos foram realizadas após a coleta de folhas da planta, sendo realizada em zig-zag, onde foram retiradas 15 amostras de cada local (a pleno sol e sombreado) formando uma amostra composta cada, onde foi determinada no Laboratório de análise de solos da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), de acordo com a Tabela 1. Segundo Cordeiro (2007) e Sistema brasileiro de classificação de solos (2006) o solo predominante na área do Grupo Tramontina foi o Latossolo Amarelo de textura areno-argilosa, com baixo teor de matéria orgânica, baixo pH, e níveis de nitrogênio e fósforo baixos.

3.1.5 Coleta para a determinação das variáveis bioquímicas

Foram coletadas 15 amostras de folhas de curauá a pleno sol e 15 amostras de folhas sombreadas em sistemas agroflorestais, sendo escolhida a quinta folha, de cima para baixo. Em seguida, foram pesadas para a determinação da massa fresca. As amostras foram reservadas para a determinação da porcentagem de umidade através da determinação da matéria seca em estufa de circulação forçada de ar a 70 °C (+/- 5 °C). Imediatamente após a coleta do material seco foi levado para o moinho e o material foi moído, sendo armazenado em frascos e colocado em dessecador e, seguidamente, as análises bioquímicas foram determinadas: as concentrações de sacarose, nitrato, amido,

aminoácidos solúveis totais, proteínas solúveis totais, carboidratos solúveis totais, glutamina sintetase, clorofilas e coratenóides, no laboratório de Fisiologia Vegetal-Campus de Capitão Poço/UFRA.

3.1.6 Determinações das concentrações de nitrato

O método utilizado foi o de Cataldo et al., (1975). Amostras de 50 mg de folhas previamente liofilizadas, foram adicionadas em tubos de ensaio contendo 5,0 mL de água destilada, e estes incubados em banho-maria por 30 minutos a 100°C. Em seguida foi centrifugada à 3.000 rpm por 10 minutos e retirado o sobrenadante. A reação foi realizada em tubo de ensaio contendo 100 µL do extrato + 200µL de solução de ácido salicílico 5% (p/v), em ácido sulfúrico concentrado. Após agitação em agitador do tipo vórtex, os tubos foram adicionados lentamente 4.700 uL NaOH 2N. Em seguida os tubos foram deixados em repouso até atingirem a temperatura ambiente por cerca de 20 minutos. Foram feitas as leituras em espectrofotômetro na absorvância de 410 nm. O branco foi feito usando no ensaio água deionizada em substituição do extrato. A concentração do nitrato foi obtida a partir de uma curva padrão com concentrações crescentes de NO_3^- (0,0,5,1,0,2,0,3,0,4,0 e 5,0 $\mu\text{mol ml}^{-1}$). Os resultados foram expressos em $\text{mmol de NO}_3^- \cdot \text{Kg}^{-1} \text{MS de tecido}$.

3.1.7 Determinação a concentrações de amônio livre

Foi utilizado o método de Weatherburn (1967), 50 mg de massa seca (MS), folhas seca de folhas após trituração foram pesados e colocados em tubos de ensaio de 15 mL, adicionando-se 5 mL de água destilada e levados ao banho-maria por 30 min a 100 °C. Após a extração as amostras foram centrifugadas em centrifugas de bancada (1000 rpm) e os sobrenadantes coletados para obtenção do extrato total. Nos tubos de ensaio foram acrescentados 400 µL de extrato total + 2,5 da solução A (5 g de fenol + 0,025 g de nitroprussiato de sódio/ 500 mL de água destilada) e foi novamente agitado

em vórtex, levando os mesmo tubos ao banho-maria por 20 min a 37 °C. Os tubos foram removidos do banho-maria e em seguida deixados em repouso por 40 min, e levados para fazer a leitura no espectrofotômetro a 625 nm e usando-se água destilada (em substituição ao extrato) + reagentes com branco. As concentrações de amônio livre foram estimadas a partir da curva-padrão construída com $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ p.a (Sigma). Os resultados foram expressos em mmol de NH_4^+ / Kg de MS.

3.1.8 Determinação da atividade da glutamina sintetase

As folhas e raízes foram trituradas em almofariz banhado em gelo. Adiciono-se 0,2 Kg de massa seca de folhas em pó em 5 mL (2mL + 2mL + 1mL/ 2 minutos cada) de tampão de extração TRIS-HCl 25 mM. pH=7.6. Contendo: 10 mM de $\text{MgCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ + 10 mM de β -2-mercaptoetanol + P.V.P. 5% (p/v) + 5 mM de EDTA-Na. Depois de trituradas foram filtradas em pano fino de seda centrifugadas á 30.000 g (21.000 rpm), em centrifuga refrigerada á 4°C, por 30 minutos. O sobrenadante foi congelado para posterior análise.

A atividade da glutamina sintetase foi determinada pelo método “*in vitro*” segundo kamachiet al., (1991). A reação foi preparada, em tudo de ensaio, com 600 μL de tampão de reação TRIS-HCl 0,25 M, pH=7 + 200 μL de glutamato de sódio 0,3 M, pH=7 + 200 μL de ATP 30 mM, pH=7 + 200 μL de $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ 0,5 M + 500 μL de extrato de folhas + 200 μL de solução de hidroxilamina ($\text{NH}_2 \text{OH}$ 1,0 M + NaOH 1,0 M, na proporção 1:1). Foi misturado, em vórtex e incubado em banho-maria à 30°C, por 30 minutos. Em seguida, removeu-se os tubos do banho-maria e adicionado 500 μL de solução férrica [$\text{FeCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ 10% (p/v) em HCl 0,2 M + ácido tricloroacético (T.C.A) 24 % (p/v) + HCl 20% (v/v), na proporção 1:1:1] e centrifugado em centrífuga de mesa a 7.000 g, durante 10 minutos. A leitura foi feita em espectrofotômetro a 540, usando-se água destilada + reagentes (exceto solução de hidroxilamina), como branco.

A atividade da glutamina sintetase (GS), foi determinada a partir da curva padrão de γ -glutamil-hidroximato e os resultados foram expressos mmoles de γ -glutamil-hidroximato / Kg MS de tecido/hora.

3.1.9 Determinação das concentrações de aminoácidos solúveis totais

A concentração de aminoácidos solúveis totais (AAST) foi determinada segundo método descrito por Peoples et al. (1989). Farinhas de tecido vegetal liofilizado de folha (50 mg) foram colocadas em tubos de ensaio com 5mL de água deionizada, fechado hermeticamente e incubados em banho-maria a 100°C, durante 30 minutos. Em seguida, os tubos foram centrifugados a 6.00 n g, por 10 minutos. Após a extração, o sobrenadante foi coletado e desenvolvido a reação para dosagem dos aminoácidos. Aliquotas de 0,1 mL do extrato foram colocadas em tubos de ensaio e acrescidas de 0,4 mL de água mille-Q. Em seguida, 0,250mL de uma solução tamponada, pH 5,0, contendo 0.2 mol.L⁻¹ de citrato; 0,250mL do reagente de ninhidrina (KCN 0,1 mmol.L⁻¹ e ninhidrina 5% em methoxy etanol) foi adicionado. Após mistura em vórtex, os tubos foram hermeticamente fechados e colocados em banho-maria, onde permanecem pelo tempo de 15 minutos à temperatura de 100°C. Em seguida, a reação foi interrompida em banho de gelo, momentos no foram adicionados 1,5 mL de uma solução de etanol 50% (v/v). Após isso, os tubos permaneceram por 20 minutos em temperatura ambiente e, em seguida, foi realizada a leituras em espectrofotômetro, a 570nm, sendo os teores aminoácidos livres totais determinados com base em uma curva padrão ajustada a partir de concentrações crescentes de uma mistura padronizada da L – glutamina.

3.1.10 Determinação das concentrações de proteínas solúveis totais.

As concentrações de proteínas solúveis totais foram determinadas segundo o método de Bradford (1976). Em tubos de ensaios de 5 mL foram adicionados 100 mg de pó de matéria seca (MS) das folhas em 5,0 mL do tampão de extração (Tris-HCl 25 mM pH 7,6). Em seguida os tubos ficaram sobre o processo de agitação durante 2 horas no agitado de mesa, com os tubos devidamente lacrados. Após a extração, os tubos foram centrifugados em centrífuga de bancada (2000 rpm por 10 minutos). Foram colocados nos tubos de ensaio 100 μ L do sobrenadante após a centrifugação + 2,5 mL do reagente de Bradford. Após este processo os tubos manualmente foram agitados delicadamente (para não desnaturar as proteínas). Com 15 min. De repouso as leituras foram realizadas no espectrofotômetro a 595 nm, contra o branco que encerra 100 μ L de água + 2,5 mL do reagente de Bradford. As concentrações de proteínas solúveis totais foram estimadas a partir da curva-padrão construída com soro albumina bovina p.a (Sigma). Os resultados foram expressos em mg proteínas / g MS.

3.1.11 Determinação da concentração de amido

O método utilizado foi segundo Dubois et al., (1956). Foi feita uma extração etanólica (50 mg do pó da matéria seca das folhas) / 5,0 mL de etanol 80%, 30 min a 80°C) e depois foi feita uma nova extração, sendo que agora com 5,0 mL de HClO₄ 30 % por 30 minutos a 25°C. A primeira e segunda extração foram levadas para centrifugar (2000 rpm por 10 minutos) e coletados os sobrenadantes. Os sobrenadantes de cada extração foram unidos e aferidos ao volume para 10 mL com água destilada para obtenção do extrato total. Nos tubos de ensaio foram colocados 100 μ L do sobrenadante + 400 μ L de H₂O destilada e posteriormente agitando-se no vórtex, em seguida adicionando-se 0,5 mL de fenol 5% e agitando no vórtex, logo depois foi adicionando uniformemente e de uma única vez no centro do tubo (com pipeta gradada) 2,5 mL de

H₂SO₄ concentrado e novamente feita a agitação dos tubos em vórtex e levado após 20 min de repouso ao espectrofotômetro a 490 nm. Para o cálculo das concentrações de amido utilizou-se uma curva-padrão de glicose e os resultados mmol de glicose/g de resíduo.

3.1.12 Determinação das concentrações de sacarose

As determinações das concentrações de sacarose foram feitas segundo o método de Van Handel (1968) que determina que 30 mg de massa seca de folhas sejam homogenizadas em tubos de eppendorf de volume de 2,0 mL, contendo 1,5 mL de solução de MWC (metanol, clorofórmio e água; 12:5:3 v/v/v), e agitado em um agitador de mesa durante 30 minutos a temperatura ambiente. A solução foi centrifugada a 10.000 rpm por 10 minutos e coletado o sobrenadante e o resíduo, foram novamente extraídos com igual volume de MWC, seguindo-se um nova centrifugação e coleta dos sobrenadantes, no qual os mesmo foram obtenção do extrato total.

A cada 2,0 mL do sobrenadante adicionou-se 0,5 mL clorofórmio e 750 µL de água deionizada, seguindo-se sob agitação e centrifugação (2000 rpm, 10') para a separação da fase aquosa. Após esse processo foi retirada com uma pipeta Pasteur a fração aquosa metanólica (superior) e transferidos para tubos de ensaios, aparte daí os tubos com a fração aquosa metanólica foram levados ao banho-maria e aquecido a 35°C por período de 30 minutos a 45 minutos para a evaporação do clorofórmio residual e então foi determinado o volume restante.

A quantificação das amostra foi realizada tomando-se alíquotas de 100 µL de KOH 30%. Após a vigorosa agitação a mistura foi aquecida a 100°C por 10 minutos e, após resfriamento, foi adicionado imediatamente 3,0 mL de solução de antrona 0,2% em ácido sulfúrico e a mistura ficou sob agitação e aquecida a 40 °C por 20 minutos respectivamente. Após resfriamento, agitaram-se as amostras por 10 segundos e foram

realizadas as leituras em espectrofotômetro a 620 nm. Para os cálculos, uma curva padrão de sacarose foi preparada e os resultados foram expressos em MG de sacarose / g MS.

3.1.13 Determinações de concentração de carboidrato solúveis totais

Foi utilizado, segundo Dubois et al., (1956), 50 mg de massa seca (MS) das folhas em pó foram pesados e colocados em tubos de ensaios de 15 mL e homogeneizados com 5 mL de água destilada e colocados em banho-maria por 30 minutos a 100 °C. Os tubos de ensaio foram retirados do banho-maria e levados para extração de amostras através da centrifugação em centrífuga de bancada (1000 rpm) durante 10 minutos, retirou-se uma alíquota de 100 µL do sobrenadante (realizado o teste de diluição) junto de 400 µL de H₂O em tubos de ensaio e sob agitação homogeneização através do vortex. Depois foi adicionado 0,5 mL de fenol 5% e agitado novamente vortex e adicionado uniformemente e de um única vez no centro do tubo (com pipeta graduada) 2,5 mL H₂SO₄ Concentrado. Assim, foram agitados os tubos colocados na bancada para repouso por 20 minutos e sua leitura foi feita no espectrofotômetro a 490 nm, tendo como o branco a utilização da água destilada (em substituição ao extrato) + reagente, que foram colocados nas seguintes proporções 0,5 mL de água destilada + 0,5 mL de fenol de H₂SO₄. Para o cálculo das concentrações de carboidrato solúveis totais utilizou-se uma curva-padrão de glicose e os resultados foram expressos mmol de glicose/ g MS.

3.1.14 Determinação dos teores e clorofila a, b, total (a+b) e carotenóides

O método utilizado foi segundo Lichthenthaler (1987). Foram coletados 100 mg de tecido folha e homogeneizado a amostra num almofariz, com 0,1g de CaCO₃, uma pitada de areia a 5 mL de acetona 80% em abrigo de luz. Verteu o extrato num tubo de centrifugação de mesa e foi levado o almofariz por duas vezes com 5 mL de acetona

80%. O tubo foi envolvido com papel de alumínio. Depois o tubo foi centrifugado por 10 min, a 10°C, a 6.000 rpm. Vereteu-se o sobrenadante cuidadosamente em baião com volume de 25 mL encapado com papel alumínio, e completando o volume com acetona a 80%. Foi tomada uma alíquota e lido a absorvância que não se situaram entre 0,2 e 0,8 foi feita uma diluição do extrato. Ao diluir o volume foi completado sempre com acetona a 80%. As concentrações de clorofila e carotenóides (em mg L⁻¹), foram calculadas e transformadas para mmol Kg⁻¹ MF pelas seguintes formulas.

$$\text{- Clorofila } \alpha = C_a = 12,25 A_{663,2} - 2,79 A_{646,8}$$

$$\text{- Clorofila } b = C_b = 21,50 A_{646,8} - 5,10 A_{663,2}$$

$$\text{- Clorofilas totais} = C(a+b) = 7,15 A_{663,2} + 18,71 A_{646,8}$$

$$\text{- Carotenóides (xantofila + carotenos)} = (1000 A_{470} - 1,82 C_a - 85,02 C_b) / 198.$$

3.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.2.1 Concentração de sacarose em folhas

A diminuição da intensidade luminosa insidida nas plantas de curauá sombreadas alterou significamente o teor de sacarose em folhas quando comparadas com as de pleno sol, conforme a figura 10. Soriani (2012), em seu trabalho, encontrou maiores teores de sacarose em plantas sombreadas a 70% e 90% de interferência de radiação, indicando maiores taxas fotossintéticas, assim como a presença desse soluto como osmorregulador. Esses resultados foram diferentes dos encontrados por (CARELLI et al. 1990; JUNIOR, 1999; MARTINAZO 2007) que encontraram menores concentrações de açúcar em plantas cultivadas a pleno sol, do que àquelas cultivadas em sombreamento. O fato da diminuição fotossintética encontrada neste trabalho ser diferente da encontrada por Catarelli et al. (1990), provavelmente pode ser em função

dos vegetais em que a sacarose após ser biossintetizada pela enzima sacarose sintetase é prontamente translocada para os tecidos de crescimento e armazenamento, assim como nas raízes.

Entre os tratamentos houve diferença significativa nas plantas em relação as sombreadas e a pleno sol, os valores máximos encontrados de sacarose foram 20,48 g¹MS e 11,4g¹ MS, respectivamente. Quando uma planta está em pleno crescimento, o metabolismo dos carboidratos se torna mais intenso e toda a produção de sacarose é formada a partir da produção de carboidratos formado a partir da atividade fotossintética.

Assim, as moléculas de água acumulada nas folhas de curauá sombreadas apresentaram maior concentração de sacarose, do que em plantas a pleno sol.

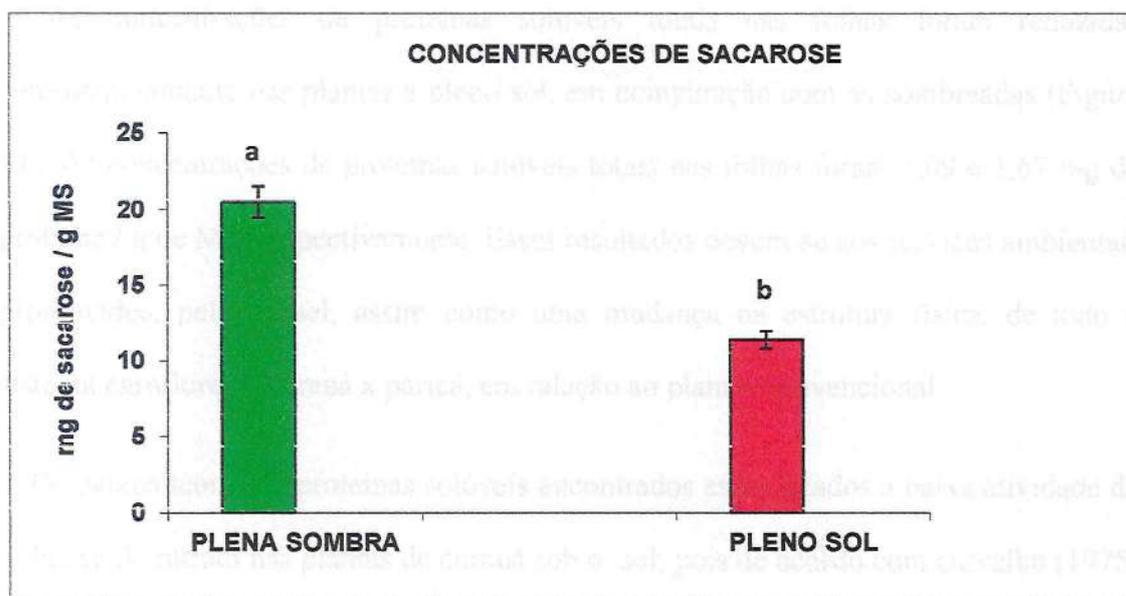


Figura 10 - Concentrações de sacarose em plantas de Curauá *Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Sm), Coppens & Leal sombreados e a pleno sol na Fazenda Tramontina, no município de Aurora do Pará, 2012. As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.2.2 Concentrações de proteínas solúveis totais em folhas

As concentrações de proteínas solúveis totais nas folhas foram reduzidas significativamente nas plantas a pleno sol, em comparação com as sombreadas (Figura 11). As concentrações de proteínas solúveis totais nas folhas foram 1,09 e 1,67 mg de proteína / g de MS, respectivamente. Esses resultados devem-se aos serviços ambientais promovidos, pelo dossel, assim como uma mudança na estrutura física, de todo o sistema agrofloresta curauá x paricá, em relação ao plantio convencional.

Os baixos teores de proteínas solúveis encontrados estão ligados a baixa atividade da redutase do nitrato nas plantas de curauá sob o sol, pois de acordo com carvalho (1975) a deficiência de nitrogênio em mudas de café, formadas a pleno sol sugere a existência de uma associação direta entre o uso do nitrogênio e a formação da enzima redutase do nitrato. As plantas de curauá em ambiente sob o sol estão em condições menos favoráveis, que são: radiação direta, sob as folhas e certa parte ao solo, acentuando a evaporação do mesmo, incidência de ventos, contribuindo para a evapotranspiração. É possível, que o curauá no momento da coleta do material para a análise estava comportando-se como uma planta CAM (ácido das classuláceas), ou seja, com os estômatos fechados de dia, havendo, assim, pouca atividade da redutase do nitrato. Nas plantas sombreadas possa ser que tenha havido uma melhor atividade da redutase do nitrato por esse ambiente, possibilitar uma melhor manutenção da umidade, dessa maneira disponibilizando-a para as plantas.

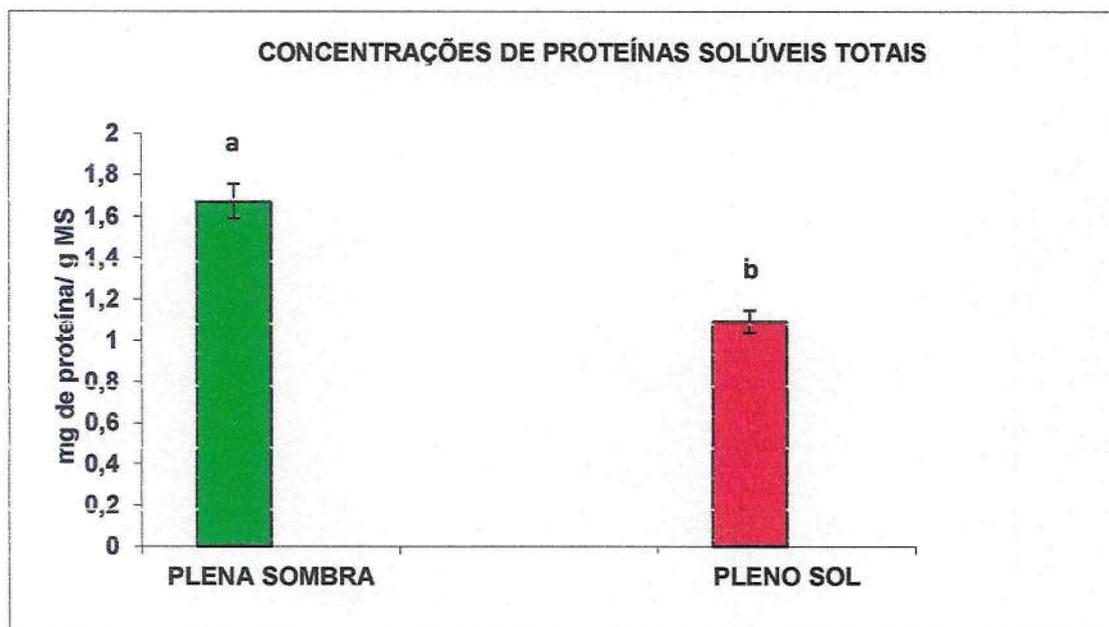


Figura 11 - Concentrações de proteínas solúveis totais em plantas de Curauá *Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Sm), Coppens & Leal sombreados e a pleno sol na Fazenda Tramontina, no município de Aurora do Pará, 2012. As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.2.3 Concentrações de amido em folhas

Os resultados encontrados mostraram que houve diferença entre os dois sistemas de cultivo, sombreadas e a pleno sol, que foram afetadas significativamente, sendo que os maiores teores de amido foram encontrados nas folhas sombreadas. Os valores encontrados para as concentrações de amido nas folhas foram de 0,871 e 0,651mmol de GLU/g de resíduo para as folhas sombreadas e a pleno sol, respectivamente (Figura 12). A quantidade de amido nos vários tecidos depende muito de fatores genéticos e ambientais, mas nas folhas o nível e a duração da luz são particularmente importantes (SALISBURY, 2012).

É possível esse efeito tenha ocorrido devido na manutenção da umidade no microclima proporcionado pelo dorcel do componente arbóreo, no caso o paricá. As

plantas de curauá sombreadas apresentaram um maior acúmulo nas quantidades de carboidrato armazenados, na forma de amido, em planta sombreadas, esse aumento deve-se eficiência na captura, tanto da radiação direta quanto na difusa pelo curauá, no sub-bosque do paricá. SOREANI (2012), em seu estudo com *Hymenaea carubaril*, encontrou maiores concentrações de amido em plantas sombreadas a 70 e 90%, que na condição de sol pleno. Enquanto que nas plantas de curauá a pleno sol, a baixa disponibilidade de amido encontrado nas folhas, poder-ser explicado pelas limitações intrínsecas do aparato fotossintético que não responde com o aumento da fotossíntese bruta, a partir da saturação, a um incremento na disponibilidade de radiação.

O amido, um dos carboidratos de armazenamento mais abundante encontrado nas plantas, geralmente não é transportado até que seja hidrolisado em moléculas de glicose (TAIZ e ZEIGER, 2010). ZEEMAN et al., (2004), O amido suporta o metabolismo e crescimento no escuro, quando a fotossíntese não é possível. Em muitos tecidos de plantas, e também nas folhas, o amido é degradado dentro do plastídeo em que foi sintetizado.

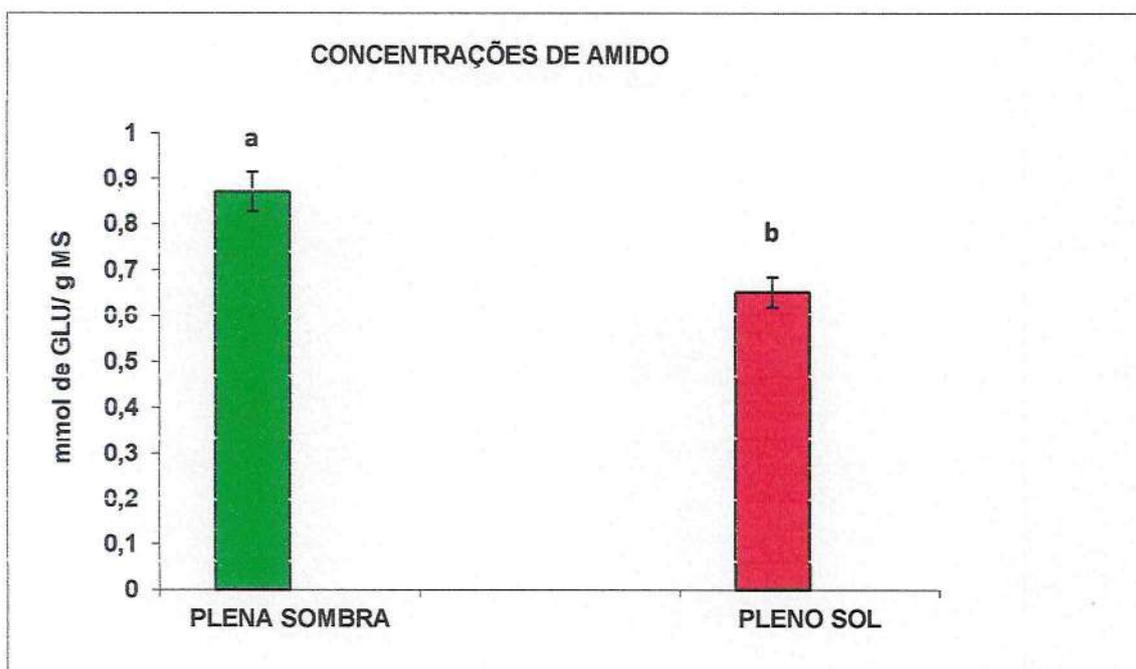


Figura 12 - Concentrações de amido em plantas de Curauá *Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Sm), Coppens & Leal sombreados e a pleno sol na Fazenda Tramontina, no município de Aurora do Pará, 2012. As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.2.4 Concentrações de aminoácidos solúveis totais em folhas

Houve uma diferença significativa nas concentrações de aminoácidos solúveis totais nas folhas de curauá sombreadas em relação às de pleno sol. As concentrações de aminoácidos solúveis totais folhas foram de 28,16 e 19,16 mol Pro.g⁻¹ nas plantas sombreadas e a pleno sol respectivamente (Figura 13). Os resultados nos mostraram que os teores de aminoácidos solúveis totais foram bem maiores em plantas sombreadas de que as cultivadas a pleno sol. GONÇALVES (2007) observou, em certo período em seu experimento, que os teores de aminoácidos observados em café não apresentaram diferenças em plantas sob o sol e ao sombreamento. Porém, SHIMIZU (2005), em seu trabalho com café, encontrou menores teores de aminoácido em plantas sombreadas, do que a pleno sol.

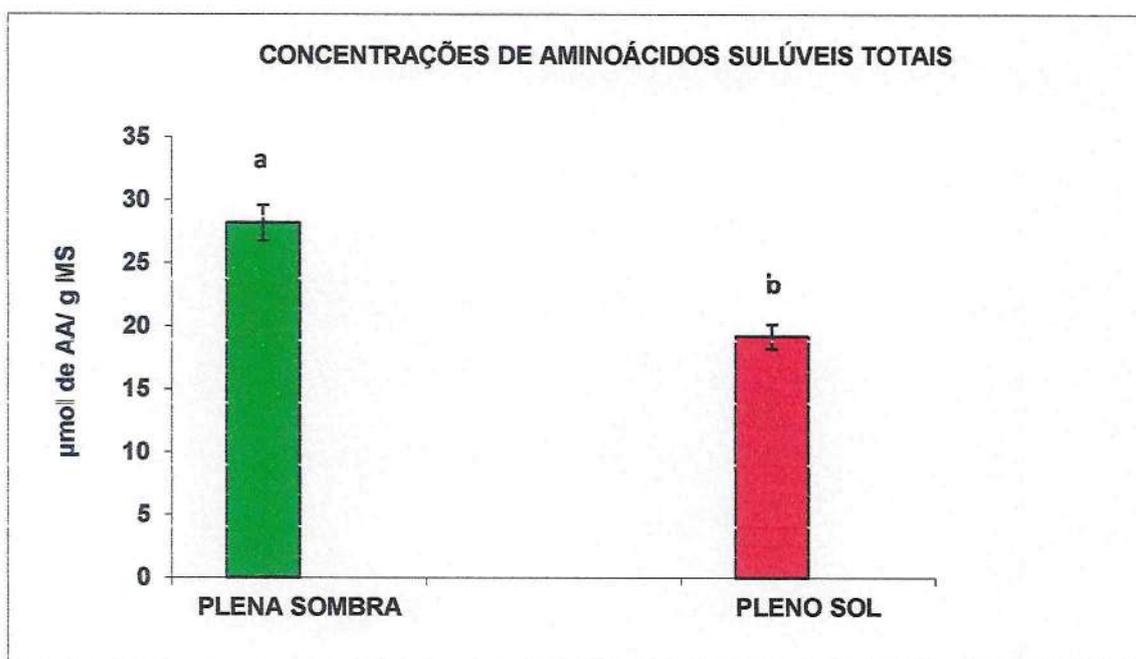


Figura 13 - Concentrações de aminoácidos solúveis totais em plantas de Curauá *Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Sm), Coppens & Leal sombreados e a pleno sol na Fazenda Tramontina, no município de Aurora do Pará, 2012. As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.2.5 Concentrações de amônia livre em folhas

Os níveis de amônia nas folhas apresentaram diferença significativa entre as variáveis: curauá sombreado e curauá a pleno sol, sendo obtido os valores de 5,92 e 2,47 mmol de NH_4 / Kg de MS, respectivamente, conforme a (Figura 14). LIMA (2009) em seu trabalho com mil-folhas encontrou menores teores de amônio em plantas sombreadas. Enquanto SILVA (2011), trabalhando encontrou maiores teores de nitrogênio em folhas sob 70% de sombreamento esses teores podem ser explicados pelo retardo observado nas plantas cultivadas sob sombra. SALISBURY (2013), afirmou que em folhas a redução do NO_3^- para NH_4^+ requer seis elétrons derivados da água pelo sistema de transporte não cíclico dos cloroplastos. Segundo Oliveira Neto (2008)

relatou que uma das principais rotas de formação do amônio é através da rota do metabolismo do nitrogênio e, com a diminuição da redutase do nitrato, sempre ocorrerá um acúmulo de amônio livre nas folhas. Assim, mesmo que haja outras fontes de amônio, a diminuição se deve a atividade da glutamina sintetase que é afetada transformando o amônio em glutamato (FREITAS, 2009).

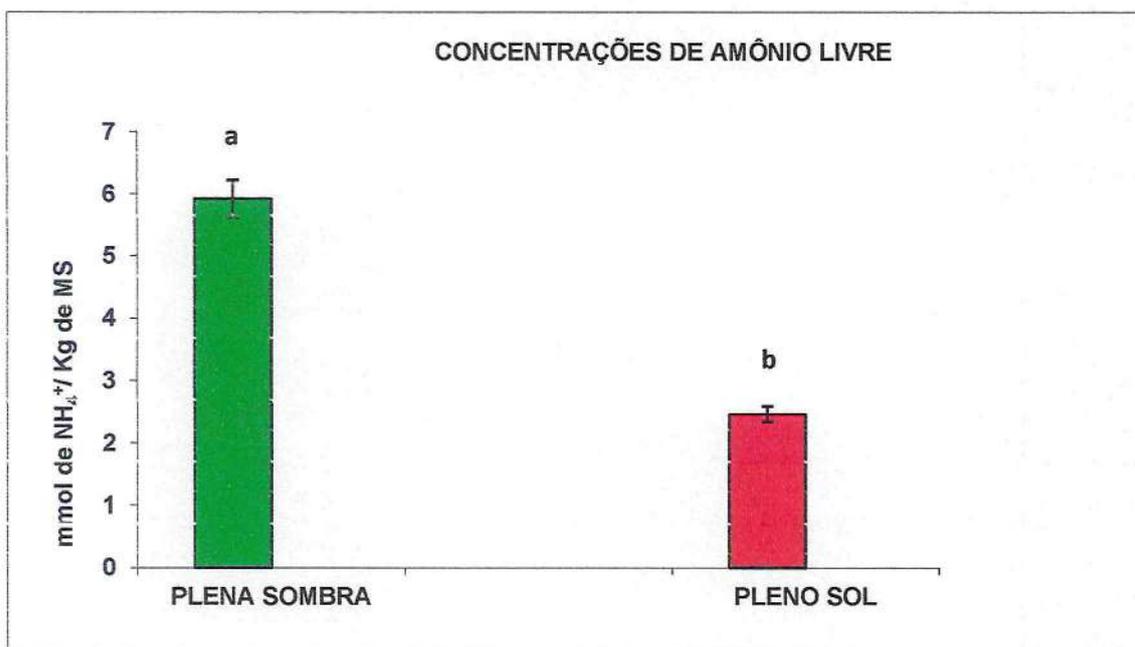


Figura 14 - Concentrações de amônio livre em plantas de Curauá *Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Sm), Coppens & Leal sombreados e a pleno sol na Fazenda Tramontina, no município de Aurora do Pará, 2012. As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.2.6 Concentrações de nitrato em folhas

Foram observadas nas concentrações de nitrato que os teores encontrados em folhas de plantas sombreadas são bem maiores do que àquelas encontrados em folhas de plantas de curauá a pleno sol (Figura 15). Os valores encontrados foram $0,59\mu$ moles nas folhas sombreadas enquanto que nas folhas a pleno sol foi de $0,25\mu$ moles. FALEIROS et al. (1975) estudaram a nutrição nitrogenada e o desenvolvimento de mudas de café em condições sombreadas e em pleno sol, constatando que as plantas cultivadas em 50% da luz solar apresentaram maior atividade da redutase de nitrato. NETO (2005) O nível de exposição a luminosidade altera a ativação da redutase do nitrato. Enquanto SRIVASTAVA (1980) sugere que o papel da luz na indução da atividade da redutase do nitrato está relacionado diretamente com a fotossíntese, ou com a produção de carboidratos para fornecer a energia necessária ao processo de redução de nitrato.

SHEIBER et al. (1997), afirmou que, os teores de nitrato, a quantidade da glutamina livre e a sua proporção em relação ao glutamato disponível são, provavelmente os metabólitos principais que comandam a capacidade de redução do nitrato na planta.

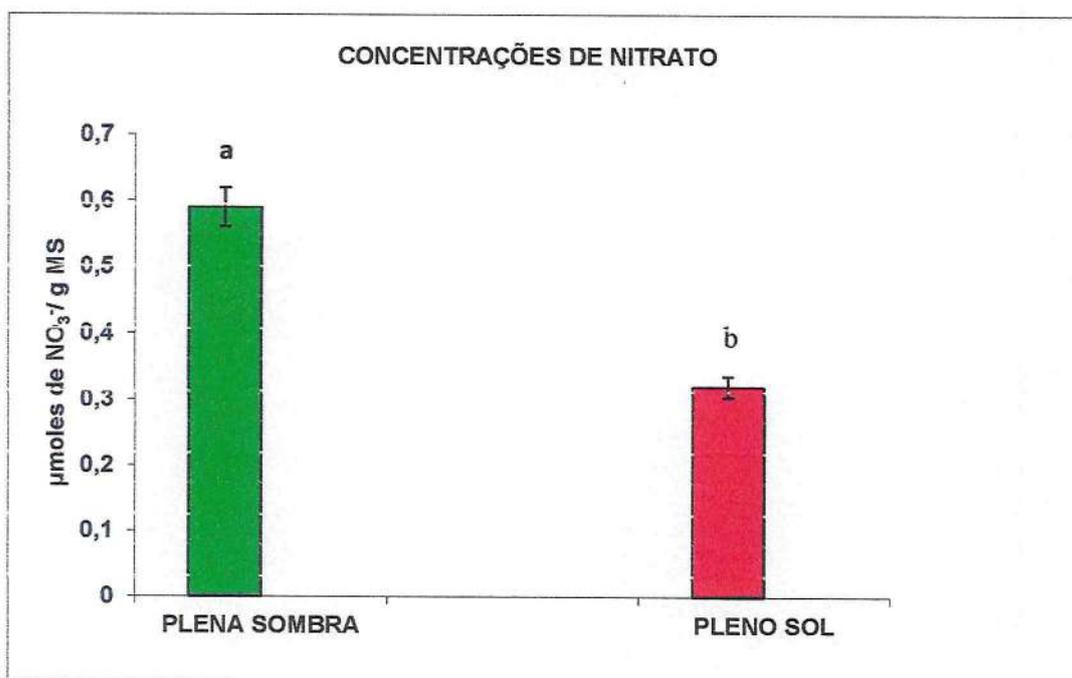


Figura 15 - Concentrações de nitrato em plantas de Curauá *Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Sm), Coppens & Leal sombreadas e a pleno sol na Fazenda Tramontina, no município de Aurora do Pará, 2012. As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.2.7 Concentrações de carboidratos solúveis totais em folhas

Os resultados encontrados para a concentração de carboidratos solúveis totais mostraram uma diferença significativa entre as plantas sombreadas e a pleno sol, sendo as primeiras encontrando as maiores concentrações, sendo 1,79 e 1,3 mmol de GLU/ g MS (Figura 16). Tais resultados possivelmente sejam devido a uma melhor atividade fotossintética nas plantas sombreadas por uma maior manutenção da umidade no sistema agroflorestal. No entanto, JÚNIOR (1999) observou que, com o aumento na intensidade de sombreamento houve uma leve redução nos teores de carboidratos solúveis totais, assim como Martinazzo (2007) encontrou maiores concentrações de carboidratos solúveis totais em plantas de pitanga cultivadas a pleno sol. A quantidade de luz e de CO₂ determinam a resposta fotossintética das folhas, sendo que estas se adaptam ao seu ambiente de luz e que a resposta fotossintética de folhas crescendo sob

sombreamento reflete a sua plasticidade a ambientes em tais condições, adaptando-se também a condições de alta luminosidade, mostrando que as plantas são fisiologicamente flexíveis (VOLGELMANN, 2004). Segundo Larcher (2000) as folhas de sombra respiram com menor intensidade que folhas de sol e, dessa forma, compensam consideravelmente a redução do ganho de carbono nessa condição de fraca iluminação.

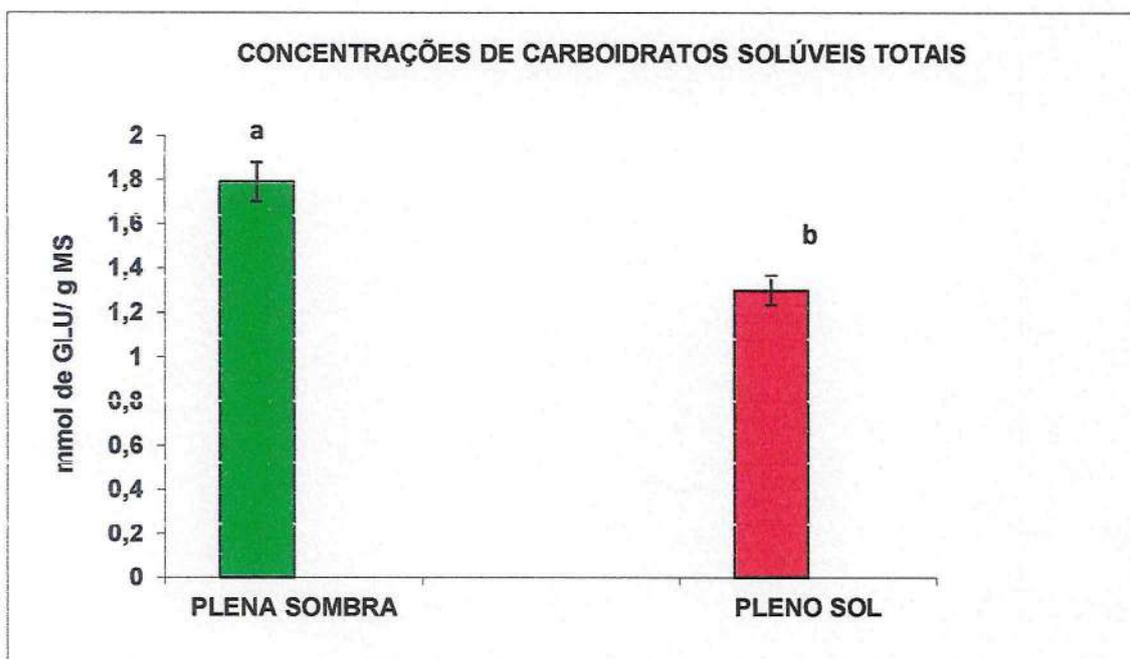


Figura 16 - Concentrações de carboidratos solúveis totais em plantas de Curauá *Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Sm), Coppens & Leal sombreados e a pleno sol na Fazenda Tramontina, no município de Aurora do Pará, 2012. As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.2.8 Atividade da enzima glutamina sintetase em folhas

Os resultados nos mostram que a atividade da enzima glutamina sintetase nas plantas sombreadas foi maior do que em plantas a pleno sol. Os valores encontrados foram de 15,77 e 9,90 mmoles de GGH / Kg de MS nas plantas sombreadas e as sob o sol, respectivamente, como mostra na figura 17. Os teores da GS foram bem mais

baixos em plantas a pleno sol, no entanto Lima (2009) verificou que a atividade da enzima glutamina sintetase é maior nas folhas do que em raízes, em plantas cultivadas a pleno sol, sugerindo ser os tecidos foliares o sítio preferencial de assimilação de nitrogênio e a luz plena estimula fortemente a atividade dessa enzima nas folhas.

Possivelmente por estarem em uma situação hídrica escassa, pois a coleta foi feita no início de dezembro de 2012, período esse caracterizado pela menor ocorrência de chuvas na região, houve uma considerada diminuição na atividade dessa enzima em ambas as variáveis. A glutamina sintetase é uma enzima altamente dependente do amônio e do nitrato para formar a glutamina que é precursora dos principais aminoácidos das plantas, apesar de que Donato et al. (2004) verificaram que ocorreu a atividade dessa enzima mesmo na ausência do amônio e do nitrato no meio.

As plantas de curauá a pleno sol, mesmo sob radiação direta, e menor condição de umidade, apresentou considerada atividade da GS devido ao processo de catabolismo das proteínas e a fotorespiração que podem promover uma maior atividade da mesma.

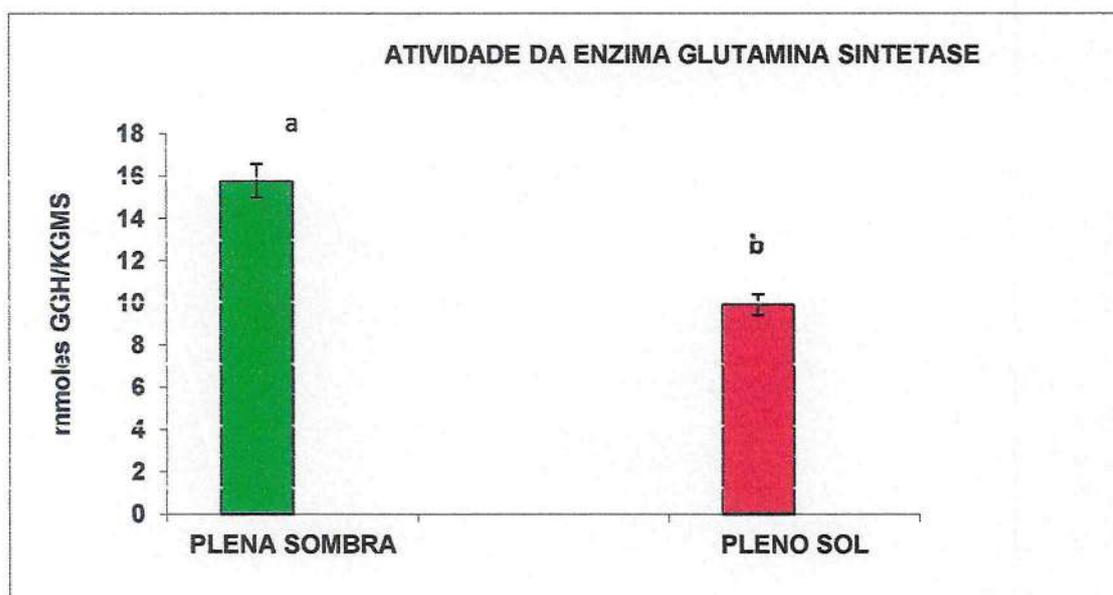


Figura 17 - Atividade da enzima glutamina sintetase em plantas de Curauá *Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Sm), Coppens & Leal sombreados e a pleno sol na Fazenda Tramontina, no município de Aurora do Pará, 2012. As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.2.9 Teores de clorofilas a, b e clorofilas totais a/b e carotenóides em plantas de curauá *Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Sm), sombreados e a pleno sol.

Os resultados encontrados nos dois níveis de luminosidades foram: clorofila a 0,158 e 0,80; clorofila b 0,226 e 196; clorofila totais 0,355 e 257 em sol e sombra, respectivamente e corotenóides 31,68 (sol) e 11,35 (sombra), figura 18, tais resultados nos mostram que houve um aumento significativa nos teores de pigmentos de clorofila a e clorofila a/b em plantas de curauá sombreadas. Taiz (2004) afirma que plantas sob sombreamento possuem mais clorofilas por centro reação, a razão clorofilas a/b são mais finas do que as folhas a pleno sol. Rego (2006) encontro maiores teores de clorofilas a e b em níveis elevados de sombreamento. Enquanto que é possível que os baixos teores desses pigmentos a pleno sol estejam relacionados a processos de degradação como a fotooxidação.

Os maiores teores encontrados de carotenóides em plantas de curauá *Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Sm), a pleno sol, estavam desempenhando o seu papel essencial de fotoproteção (TAIZ, 2005). Segundo o mesmo autor, as membranas relacionadas com as atividades fotossintéticas podem ser facilmente danificadas por grandes quantidades absorvidas de energia pelos pigmentos. Resultados semelhantes foram observados por Oliveira (2009) que encontrou maiores teores de carotenóides em plantas a pleno sol em vez das sombreadas a 50% de tela azul e 50% vermelhas.

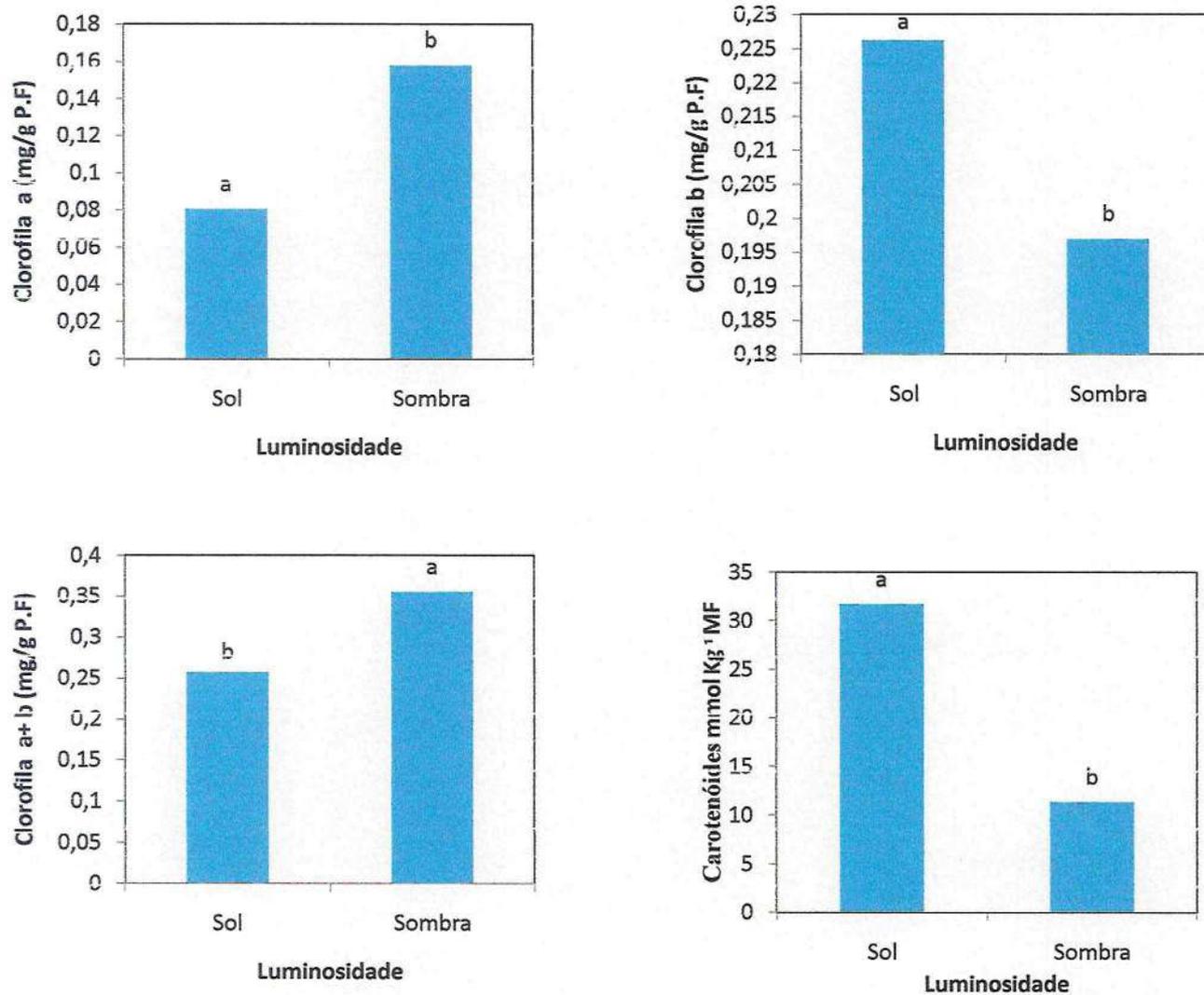


Figura 18 - Teores de clorofilas A, B, e clorofilas totais e carotenóides em folhas de curauá *Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Sm), Coppens & Leal sombreados e a pleno sol na Fazenda Tramontina, no município de Aurora do Pará, 2012. Sendo as médias comparadas pelo teste de tukey ao nível de 5% de probabilidade.

3.3 CONCLUSÃO

Houve um aumento significativo nos teores de sacarose, proteínas solúveis totais, amido, aminoácidos, nitrato e glutamina sintetase em plantas de curauá sombreadas em relação a plantas sob o sol, bem como os teores encontrados de pigmentos clorofila a e a/b foram maiores em plantas sob a sombra, no entanto nos teores de clorofila b e carotenóides foram maiores em plantas sob o sol.

O curauá pode ser cultivado em ambientes sob incidência luminosa reduzida, com o paricá, promovendo o sombreamento e melhor atividade bioquímica, e consequentemente maior produtividade de folhas.

REFERÊNCIAS

- ALVES, G. A. R. Aspectos ecofisiológicos, bioquímicos e crescimento de plantas jovens de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nicholson) em condições de déficit hídrico e alagamento. / Alves, Gustavo Antônio Ruffeil Alves. – Belém, 2010. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias/Agroecossistemas da Amazônia) – Universidade Federal Rural da Amazônia/Embrapa Amazônia Oriental, 2010.
- BAGGIO, A.J.; CARAMORI, P.H.; ANDROCIOLI FILHO, A.; MONTOYA, L. Productivity of Southern Brazilian coffee plantations shaded by diferente stocking of Grevillea robusta. **Agroforestry Systems**, v. 37. N 2, p. 111-120, 1997.
- BRADFORD, M, M, A rapid and sensitive method for quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding, **Anal, Biochem**, V, 72: 248-254, 1976.
- CANNEL, M. G. R. Crop physiological aspects of coffee bean yeld. **Kenya Coffe**, v. 41, n. 484, p. 245-253, 1976.
- CARELLI, M. L. C.; FAHL, J. I.; MAGALHÃES, A. C.; Redução de nitrato em plantas jovens de café cultivadas em diferentes níveis de luz e de nitrogênio. **II Reunião Brasileira de Fisiologia Vegetal**, realizada em Piracicaba, São Paulo. Em 20-24 de fevereiro de 1989.49(1): 1-9, 1990.
- CATALDO, D. A.; HAROON, S.L.E & YOUNGS, V. L. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. **Commum Soil Science Plant Analyse**, 6:(1) 71-80, 1975.
- CARVALHO, F. Estudo da atividade da redutase do nitrato em mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) cultivadas a meia sombra e pleno sol sob as formas nítrica e amoniacal de adubação nitrogenada. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESEQUISTRAS CAFEEIRAS, 3., Curitiba, 1975. GERCA, Resumos. Curitiba/IBC, 1975. p. 208-210.

COLARES, I. G., SEELIGER, U. Influência da luz sobre o crescimento e a produção de biomassa de *Ruppia marítima* L. em cultivo experimental. **Rev. Acta Amazonica Brasilica**, n. 20, p.31-36. 2006.

DONATO, V. M. T. S., ANDRADE, A. G., SOUZA, E. S., FRANÇA, J. G. E., MACIEL, G. A. Atividade enzimática em variedades de cana-de-açúcar cultivada in vitro sob diferentes níveis de nitrogênio. **Rev. de Pesquisa Agropecuária Brasileira**. V 39. Novembro 2004.

DUBOIS, M.; GILLES, K. A; HAMILTON, J. K; REBERS, P. A; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances, **Analytical Chemistry** v, 28, p, 305-356, 1956.

FREITAS, J. M. N. **Efeito de três diferentes formulações de NPK sobre a fisiologia e a produção de plantas de cordilene baby (*Cordylineterminalis* (L.) Kunth cv. Baby Doll)** / Belém, 2009. 59p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, 2009.

GONÇALVES, G. C. **Cultivo em campo de café *coffea arábica* L. cv. Obotã a pleno sol x sombreamento parcial: avaliações bioquímicas fisiológicas e nutricionais.** Tese de Doutorado. ESALQ. Piracicaba. 2007

HAO, X.; HALE, B. A.; ORMROD, D. P.; PAPADOPOULOS, A. P. Effects of pre-exposure to ultraviolet-B radiation on responses of tomato (*Lycopersicon esculentum* cv. New Yorker) to ozone in ambient and elevated carbon dioxide. **Environmental Pollution**, n.110, p.217-224. 2000.

JUNIOR, J. G. C.; BIANCHI, V. J.; STRELOW, E. Z.; BACARIN, M. A.; FACHINELLO, J. C. Influência do sombreamento sobre os teores de carboidratos e fenóis em estacas semi lenhosas de araçazeiro. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 34, n.12, p.2219-2223, dez. 1999

- LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: Rimas Artes e Textos. 2000.
- LAMEIRA, O. A.; LEMOS, O. F.; MENESES, I. C.; PINTO, J. E. B. P. **Cultura de tecido** (manual): Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000, 41p. (Documentos, 66).
- LIMA, M. C. **Influência de níveis de sombreamento sobre o crescimento, produção de pigmentos fotossintéticos e assimilação de nitrogênio em mil-folhas (*Achillea millefolium* L.)**. Pelotas, 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências) Universidade Federal de Pelotas / UFPel, 2009.
- MARTINAZZO, E. G.; ANESE, S.; WANDSCHEER, A. C. D.; PASTORINI, L. H. **Efeito do Sombreamento sobre os Teores de Carboidratos Não-estruturais de *Eugenia uniflora* L. (Pitanga) – Myrtaceae**. Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 168-170, jul. 2007.
- NETO, J. F. A. **Atividade das enzimas redutase do nitrato e glutamina sintetase cafeeiro arábica**. 2005. ICA/ Piracicaba - São Paulo. 2005. Dissertação (Mestrado em Agronomia), ESALQ. 2005.
- MEDINA, J. C. **Plantas fibrosas da flora mundial**. Instituto Agrônomo de Campinas. 913p. 1959.
- OLIVEIRA, M. I.; CASTRO, E.M.; COSTA, L.C.B.; OLIVEIRA, C. Características biométricas, anatômicas e fisiológicas de *Artemisia vulgaris* L. cultivada sob telas coloridas. **Revista brasileira de plantas medicinais**, Botucatu, v. 11 n. p. 56-62 2009.
- OLIVEIRA-NETO, C, F. **Crescimento e alterações ecofisiológica de bioquímicas em plantas jovens de jatobá (*Hyminaea caurbaril* L) submetidas à deficiência hídrica e ao alagamento** / Cândido Ferreira de Oliveira Neto – Belém, 2010. 93f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal Rural da Amazônia, 2010.

PEOPLES, M. B., FAIZAH, A.W, REAKASEM, B.,; HENRIDGE, D,F,1989. **Methods for evaluating nitrogen fixation by nodulated legumes in the field**, Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research, 1989, 76 p.

POORTER, L. Growth responses of 15 rain forest tree species to a light gradient: the relative importance of morphological and physiological traits. **Functional Ecology**, n.13, p.396-410. 1999.

REGO; G. M.; Possamai, E. Efeito do Sombreamento sobre o Teor de Clorofila e Crescimento Inicial do Jequitibá-rosa. **Bol. Pesq. Fl.**, Colombo, n. 53, p. 179-194, jul./dez. 2006.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Fisiologia das plantas**. 4 edição: Cengage Learning. 774p. 2013.

SANTOS, M. J. C.; PAIVA, S. N. Os sistemas agroflorestais como alternativa econômica em pequenas propriedades rurais: estudo de caso. **Ciência Florestal**, n.12, p.135-141. 2002.

SHEIBLER, W-R.; GONZÁLES-FONTES, A.; LAUERER, M. et al. Nitrate acts as a signal to introduce organic acid metabolism end repress starch metabolism in tobacco. **The plant Cell** , v. 9, p 783-798, 1997.

SHIMIZU, M. M.; SILVA, E. A; MAZZAFERA, P; COLOMBO, C. A.; BAPTISTA, G. G. Efeito da temperatura em aminoácidos e proteases de café. Departamento de Fisiologia Vegetal IB, Unicamp. Disponível em: <http://WWW.sbicafe.ufv.br/>

SORIANI, H. H.; CONTIN, D, R.; FAVARETTO, V. de F.; MARTINEZ, C. O teor de carboidratos e crescimento de espécies arbóreas aclimatadas em três condições de luminosidades. Acesso: 19/07/20012. Disponível: <http://www.unifra.br/eventos/sepe2012>.

TAIZ, L. e ZEIGER, E. *Plant Physiology*. 5. Ed. Massachusetts: Sinauer Associates, Inc., 2010. 782 p.

VAN HANDEL, E. Directmicro determination of sucrose, *Anal Biochemical*, 22:280-283, 1968.

OLIVEIRA-NETO. C, F. **Crescimento, produção e comportamento fisiológico e bioquímico em plantas de sorgo (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) submetido à deficiência hídrica /Belém, 2008. 114p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, 2008.**

ZEEMAN, S. C. et al. The breakdown of starch in leaves. *New Phytologist*, 163: 247-261, 2004