

IRENE FERRO DA SILVA



**MORFOANATOMIA FOLIAR E PRODUTIVIDADE DE ABACAXIZEIRO
EM CULTIVO SOMBREADO**

RIO BRANCO - AC

2013

IRENE FERRO DA SILVA

**MORFOANATOMIA FOLIAR E PRODUTIVIDADE DE ABACAXIZEIRO EM
CULTIVO SOMBREADO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal do Acre, em associação com a Embrapa Acre, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Sebastião Elviro de Araújo Neto

Co-orientador: Prof. Dr. Paulo Cesar P. Fermino Junior

RIO BRANCO - AC

2013

IRENE FERRO DA SILVA

**MORFOANATOMIA FOLIAR E PRODUTIVIDADE DE ABACAXIZEIRO EM
CULTIVO SOMBREADO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, Área de concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal do Acre, em associação com a Embrapa Acre, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia.

APROVADA em 31 de maio de 2013.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Sebastião Elviro de Araújo Neto
Universidade Federal do Acre
Orientador

Prof. Dr. Frederico Henrique da Silva Costa
Universidade Federal do Acre

Dr. Jacson Rondinelli da Silva Negreiros
Embrapa Acre

RIO BRANCO

2013

Ao mestre Manoel Alves Ribeiro Neto, *in memoriam*.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, e aos meus amados e queridos pais, Albertina de Mesquita Ferro e Antônio Lauro da Silva pelo amor incondicional ao longo de minha existência, sempre presentes nessa árdua caminhada.

Ao professor Dr. Sebastião Elviro de Araújo Neto pela orientação, amizade e solidariedade e prontidão no atendimento das necessidades surgidas no decorrer desta pesquisa.

Ao professor Dr. Paulo Cesar Poeta Fermino Junior pela co-orientação de eventuais necessidades surgidas no decorrer da pesquisa.

À Professora Dra. Regina Lúcia Félix Ferreira pela amizade e atendimento sempre que necessitei no decorrer desta pesquisa.

Aos meus queridos e solícitos amigos “do Ede ao senhor Luiz (Laboratório de solos)”, a todos que de forma direta e indireta estiveram presentes auxiliando e contribuindo nas distintas etapas desta pesquisa.

Aos meus amados irmãos e sobrinhos pelo amor incondicional e compreensão nos momentos ausentes ao longo desta pesquisa.

À Universidade Federal do Acre, UFAC e ao Programa de Pós-graduação em Agronomia - Produção Vegetal pela formação acadêmica nos níveis de graduação em Engenharia Agrônômica e mestrado.

Ao Centro de Pesquisa Agroflorestral do Acre – Embrapa Acre pelo apoio de pesquisadores e laboratoristas na realização das análises de solo e tecido vegetal.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) programa REUNI, que, por meio da concessão de bolsa de estudos, tornou possível minha dedicação exclusiva ao curso de mestrado.

Aos professores do Curso de Pós-graduação em Agronomia pelas informações recebidas em suas disciplinas e conhecimentos adquiridos em suas disciplinas em especial ao Prof. Dr. Jorge Ferreira Kusdra.

Aos membros da banca examinadora Prof. Dr. Frederico Henrique da Silva Costa (UFAC) e ao Dr. Jacson Rondinelli da Silva Negreiros (Embrapa- Acre) pela contribuição e avaliação crítica desta dissertação.

Enfim, a todos que, mesmo não citados, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização do trabalho experimental e conclusão desta pesquisa.

Nada é difícil se dividido em pequenas partes. Um pequeno passo é o mesmo, se o destino for a lua ou apenas o bar da esquina.

Aleksandar Mandic

PENSAMENTO

RESUMO

O abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merrill), é a terceira fruta tropical mais cultivada no Brasil, sendo fundamental o desenvolvimento de estudos que possam potencializar sua produção regionalmente. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do sombreamento sobre a morfoanatomia foliar, teores de clorofilas e produtividade do abacaxizeiro. O experimento foi realizado a campo em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições e cinco tratamentos de sombreamento 0% (abacaxizeiro a pleno sol); 45,0% (cobertura com plantas de mandioca); 48,3% (cobertura com plantas de feijão-de-porco); 30% (tela de sombreamento) e 50% (tela de sombreamento). As avaliações foram iniciadas aos 16 meses após o plantio do abacaxizeiro. Foi realizado teste de médias pelo teste de Scott-Knott e pelo teste não paramétrico de Friedman ($p < 0,05$). O abacaxizeiro sob sombreamento de mandioca ou feijão de porco apresenta plasticidade com menor comprimento de tricomas e diâmetro dos elementos de vasos. O sombreamento com mandioca aumenta a densidade estomática, o espessamento epiderme abaxial e do parênquima clorofilado e reduz o espessamento da hipoderme aquífera e a porcentagem de frutos queimados pelo sol, que foi maior com feijão-de-porco. O sombreamento com feijão de porco reduz o espessamento do parênquima clorofilado, do mesófilo e da lâmina foliar.

Palavras-Chave: *Ananas comosus*, anatomia, plasticidade, sombreamento.

ABSTRACT

The pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merrill), is the third most tropical fruit grown in Brazil, and the development of fundamental studies to enhance their production regionally. The objective of this study was to evaluate the effect of shading on morphoanatomy leaf, chlorophyll contents and yield of pineapple. The experiment was conducted in the field in a randomized block design with four replications and five treatments: 0% shading (full sun pineapple), 45.0% (coverage cassava plants) and 48.3% (covered with plants bean-to-pig), 30% (shade cloth) and 50% (shade cloth). The evaluations were initiated at 16 months after planting pineapple. We used analysis of variance and means were compared by the Scott-Knott and Friedman tests ($P < 0.05$). The pineapple under shade cassava or beans pork has plasticity less trichome length and diameter of vessel elements. Shading with cassava increased stomata density, thickness of the parenchyma and lower epidermis chlorophyll and reduces the thickness of the hypodermis aquifer and the percentage of sunburned fruit, which was higher with beans pork. Shading with beans pork reduces the thickness of chlorophyll parenchyma, mesophyll and leaf blade.

Keywords: *Ananas comosus*, anatomy, plasticity, shading.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Experimento de abacaxizeiro cv. Rio Branco-1(RBR-1) estabelecido por plantas sombreadas com telas de 30% e 50% (1A), plantas de feijão-de-porco (1B) e plantas de mandioca (1C), em Rio Branco, Acre. UFAC, 2012 23
Figura 2	Precipitação média mensal (mm), temperatura média mensal (°C), umidade relativa mensal (%) e insolação média (h/décimos) no período de 2011 e 2012. Fonte: UFAC, 2013 24
Figura 3	Área foliar e taxa de crescimento absoluto (TCA) de abacaxizeiro cv. RBR-1, em Rio Branco, Acre. UFAC, 2012 (Análise de variância APÊNDICE B) 29
Figura 4	Taxa de crescimento relativo de abacaxizeiro cv. RBR-1 sombreadas com plantas de mandioca, feijão-de-porco, telas de 30% e 50% e a pleno sol em Rio Branco, Acre. UFAC, 2012 (Análise de variância APÊNDICE B). 31
Figura 5	Vista frontal de estômatos de folhas de abacaxizeiro (5A-B). Estômatos dispostos em faixas longitudinais paralelas (5A) e disposição do poro estomático (5B↓) sombreados por plantas de mandioca. Barra= 50 µm (5A), 200 µm (5B). 32
Figura 6	Secção transversal de folha de abacaxizeiro (6A-B) evidenciando epidermes adaxial (EAD-6A) sob hipoderme aquífera (HA) e epiderme abaxial (EBA-6B) sobre parênquima clorofilado (PC). Barra= 50 µm (6A-B). 34
Figura 7	Vista geral de secções transversais de lâmina foliar de abacaxizeiro a pleno sol com hipoderme aquífera mais espessada (7A-HA) e parênquima clorofilado (7A-PC) menos espessado em relação ao sombreamento com plantas de mandioca (7B-HA, PC). CA= canais de aerênquimas; HA= hipoderme aquífera; PC= parênquima clorofilado; EAD= epiderme adaxial; EAB= epiderme abaxial. Barra= 200 µm (5A-5B). 35
Figura 8	Vista geral de secções transversais de lâminas foliares de abacaxizeiro sombreado por plantas de mandioca. Tricomas tectores (TT-8A); feixes vasculares imersos no parênquima clorofilado (FV-8B) e células dos elementos de vasos do metaxilema (MX-8B) 1. Barra= 100 µm (6A-B). 38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Comprimento de folha "D" (CFD), clorofila <i>a</i> , clorofila <i>b</i> , clorofila <i>a/b</i> e clorofila total <i>a+b</i> de folhas "D" de abacaxizeiro cv. RBR-1 aos 16 meses de idade, em Rio Branco, Acre. UFAC, 2012 31
Tabela 2	Densidade de estômatos (DDE), comprimento (CCG) e largura das células-guarda (LCG), comprimento (CP) e largura do poro estomático (LP) de folha "D" de abacaxizeiro cv. RBR-1 aos 16 meses de idade, em Rio Branco- Acre, UFAC, 2012 33
Tabela 3	Espessura do parênquima clorofilado (PC), hipoderme aquífera (HA), epidermes adaxial (EAD) e abaxial (EAB), espessura do mesofilo (EM) e espessura total (E.total), em (μm), de folha "D" de abacaxizeiro cv. RBR-1 aos 16 meses de idade, em Rio Branco- Acre, UFAC, 2012 37
Tabela 4	Comprimento dos tricomas tectores e diâmetro de células dos elementos de vasos do metaxilema em (μm), de abacaxizeiro cv. RBR-1 aos 16 meses de idade, em Rio Branco- Acre, UFAC, 2012 38
Tabela 5	Produtividade de frutos de abacaxi e raízes de mandioca, frutos queimados e massa média de frutos cv. RBR-1 aos 16 meses de idade, em Rio Branco- Acre, UFAC, 2012 39

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A	Perfil do solo de área consorciada de abacaxizeiro com plantas de feijão de-porco, mandioca e telas de 30% e 50% de sombreamento em, Rio Branco, Acre, 2012	53
Apêndice B	Resumo da análise de variância (QM) das variáveis área foliar (AF) taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR) de abacaxizeiro cv. RBR-1 aos 16 meses de idade, em Rio Branco- Acre, UFAC, 2012	53
Apêndice C	Resumo da análise de variância (QM) das variáveis, clorofila <i>a</i> , clorofila <i>b</i> , clorofila total <i>a+b</i> e razão entre clorofila <i>a/b</i> de folha "D" de abacaxizeiro cv. RBR-1 aos 16 meses de idade, em Rio Branco- Acre, UFAC, 2012	54
Apêndice D	Resumo da análise de variância (QM) das variáveis densidade de estômatos (DDE), comprimento (CCG) e largura das células-guarda (LCG), comprimento (CP) e largura do poro estomático (LP) de folha "D" de abacaxizeiro cv. RBR-1 aos 16 meses de idade, em Rio Branco- Acre, UFAC, 2012	54
Apêndice E	Resumo da análise de variância (QM) das variáveis parênquima clorofilado (PC), hipoderme aquífera (HA), epidermes adaxial (EAD) e abaxial (EAB) espessura do mesófilo (EM) e espessura total (E.total) de folha "D" de abacaxizeiro cv. RBR-1 aos 16 meses de idade, em Rio Branco- Acre, UFAC, 2012	55
Apêndice F	Resumo da análise de variância (QM) das variáveis comprimento de tricomas, diâmetro dos elementos de vasos e comprimento de folha "D" de abacaxizeiro cv. RBR-1 aos 16 meses de idade, em Rio Branco- Acre, UFAC, 2012	55
Apêndice G	Resumo da análises de variância (QM) das variáveis produtividade de frutos de abacaxi e massa média de frutos cv. RBR-1 aos 16 meses de idade, em Rio Branco- Acre, UFAC, 2012	56

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 CARACTERIZAÇÃO DAS PLANTAS DE ABACAXIZEIRO, FEIJÃO-DE-PORCO E MANDIOCA	14
2.2 EFEITOS DA INTENSIDADE LUMINOSA NA MORFOANATOMIA FOLIAR.....	16
2.3 ANATOMIA FOLIAR DE BROMÉLIAS.	19
2.4 QUEIMA SOLAR	20
3 MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1 DETERMINAÇÃO DA ÁREA FOLIAR E COMPRIMENTO DE FOLHA "D"..	24
3.1.1 Análise de crescimento	25
3.1.2 Estudos anatômicos foliares	25
3.1.3 Estômatos (secções paradérmicas)	25
3.1.4 Epiderme, mesofilo e sistema vascular (secção transversal)	26
3.2 EXTRAÇÃO E AVALIAÇÃO DO TEOR DE CLOROFILA	27
3.3 ANÁLISES DA PRODUTIVIDADE DE ABACAXI E MANDIOCA	27
3.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.1 MORFOLOGIA FOLIAR E TEORES DE CLOROFILAS SOB DIFERENTES SOMBREAMENTOS	29
4.1.2 Variações anatômicas foliares sob diferentes sombreamentos	32
4.1.3 Queima dos frutos e produtividade	39
5 CONCLUSÕES	42
REFERÊNCIAS	43
APÊNDICES	52

1 INTRODUÇÃO

O abacaxizeiro (*Ananas comosus* (L.) Merrill) pertence a família Bromeliácea que abrange cerca de 60 gêneros e mais de 3000 espécies encontradas em diversos habitats incluindo ambientes com características xeromórficas (DERWIDUEÉ; GONZALES, 2010, PROENÇA; SAJO, 2007).

No Brasil, a produção de abacaxi ocorre o ano inteiro, sendo que no período de entressafra (janeiro/abril), o preço pode atingir 19,3% acima do preço médio e durante a safra, cai até 10,1% (AGRIANUAL, 2012). No estado do Acre, o preço na entressafra pode atingir em média R\$ 3,25 cada fruto (BAYMA et al., 2012), sendo os frutos maiores e com ausência de defeitos, os que atingem preços mais elevados (AGRIANUAL, 2012, BAYMA et al., 2012).

O grande sucesso do cultivo é decorrente da ampla adaptabilidade da espécie em áreas tropicais e subtropicais, da elevada rusticidade, fácil propagação e, principalmente, da grande aceitabilidade do fruto (CUNHA; HAROLDO, 2008, CRESTANI et al., 2010). Entretanto a alta irradiação solar nas regiões tropicais causa perdas consideráveis na produção ou pode aumentar o custo de produção com proteção do fruto em até 11,7% do custo total (AGRIANUAL, 2012).

Numa condição de sombra, o crescimento e a sobrevivência das plantas estão intimamente ligados à sua capacidade para interceptar luz eficiente (KIM et al., 2011). O sombreamento natural promovido por plantas de mandioca (*Manihot esculenta*) e feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) são de fácil acesso e simples de reprodução (RICCI; RODRIGUES, 2009), além de apresentar vantagens ecológicas no uso eficiente da terra aumenta a cobertura do solo e a ciclagem de biomassa (CAMPOS, 2011) diversifica e maximiza os cultivos, de forma a garantir a segurança alimentar e gerar um adicional a comercialização (LUDEWIGS; BRONDIZIO, 2009).

O cultivo sombreado pode causar baixa eficiência na produção de fotossintatos, porém, as plantas possuem mecanismos de adaptação, tanto a alta como a baixa luminosidade, mantendo sua eficiência fotossintética. As plantas apresentam plasticidade fenotípica, modificando sua forma e estrutura em resposta a luminosidade ambiental, permitindo maior eficiência fotossintética (KIM et al, 2005). A partir de parâmetros anatômicos, fisiológicos e bioquímicos, alguns trabalhos associam a capacidade de ajustamento das plantas ao conceito de plasticidade fenotípica de algumas espécies submetidas à condição de estresse

luminoso (AOYAMA; SAJO, 2003, BARBOSA et al., 2006, DUZ et al, 2004; GRANATI et al, 2006; LENZI et al, 2006, PROENÇA; SAJO, 2007; ROZENDAAL et al., 2006; SOUZA et al., 2010; VOLTOLINI; SANTOS, 2011, DELAGRANGE, 2011).

Em função disso este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do sombreamento sobre a morfoanatomia foliar, teores de clorofilas e produtividade do abacaxizeiro.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CARACTERIZAÇÃO DO ABACAXIZEIRO, FEIJÃO-DE PORCO E MANDIOCA

O abacaxizeiro (*Ananas comosus* (L.) Merrill) é uma espécie frutífera de grande importância econômica e social, cultivada em mais de 70 países de clima tropical e subtropical. No Brasil a planta encontra excelentes condições para seu desenvolvimento, sendo cultivado em quase todos os estados sendo o estado da Paraíba o maior produtor nacional de frutos (FAO, 2012; IBGE, 2012). No entanto, observa-se que quase a totalidade da produção brasileira de abacaxi é consumida “in natura” sendo destinados apenas 21% à industrialização (CUNHA, 2007).

O abacaxizeiro é originário da América tropical e subtropical pertence a família das bromeliáceas, subfamília Bromelioideae, perene, herbácea, monocotiledônea podendo atingir até um metro de altura (CABRAL et al., 2004, JIMENEZ DIAZ, 2008). Possui folhas na forma de calha pontiagudas com ou sem espinhos, sendo a folha “D” a mais jovem entre as folhas adultas e a mais ativa fisiologicamente (PY et al., 1984) geralmente utilizada para avaliar crescimento e o estado nutricional da planta (CUNHA et al., 2005).

A planta apresenta crescimento ótimo e melhor qualidade dos frutos na faixa de temperatura de 22 a 32 °C exigindo boa luminosidade, com insolação anual ótima de 2.500 a 3.000 horas (NASCENTE, 2005). Mas o aumento da intensidade da luminosa corresponde também a uma elevação na atividade fotossintética da planta (LARCHER, 2004), que dentro de certos limites pode resultar em maior produção de matéria seca, mas o excesso de luz reduz a fotossíntese líquida, degrada pigmentos responsáveis pela fosforilação (clorofia e beta-caroteno) (LARCHER, 2004).

O fruto é caracterizado por até duas centenas de pequenos frutos (gomos) que se formam em torno do eixo central formando uma infrutescência da qual brota a coroa (CUNHA et al., 2005, JIMENEZ DIAZ, 2008).

De forma geral a propagação normalmente é realizada por via vegetativa, através de ramos da base da haste (rebentos, rebentão e filhotes) e da coroa da planta (CUNHA et al., 2005, JIMENEZ DIAZ, 2008).

O cultivar Rio Branco-1 (RBR-1) apresenta coloração das folhas verde, ausência de epinescências, o comprimento da folha pode chegar a 93,5 cm com largura de 5,6 cm e porte semiereto além de apresentar precocidade (RITZINGER, 1992).

Os cultivares RBR-1, RBR-2 e SNG-2 são as mais indicadas para o Acre, pois apresentam características próximas ao ideal, permitindo o manejo adequado e com boa qualidade de frutos para consumo “*in natura*” com massa de frutos superior a 1,5 kg (RITZINGER, 1992).

Além do excelente valor de mercado obtido com a comercialização dos frutos, a cultura apresenta grande importância social, por ser altamente absorvedora de mão-de-obra não especializada (AGRIANUAL, 2012, SOUZA et al., 2010).

O feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) é uma leguminosa da família fabaceae de origem americana, muito cultivado em regiões tropicais e equatoriais, herbácea, com crescimento arbustivo ereto atingindo 1,2 a 1,5 metros de altura de ciclo anual ou bianual (CASTRO; PREZOTTO, 2008, FORMENTINI, 2008).

Apresenta produtividade entre 20 a 40 toneladas de massa verde e 4 a 8 toneladas de massa seca/ciclo, fixada entre 120 a 280 kg de N por hectare (FORMENTINI, 2008).

O notável valor desta espécie está relacionado à rusticidade, adapta-se bem em solos compactados e argilosos, resistente a altas temperaturas, tolera sombreamento parcial, não suporta geada (FORMENTINI, 2008, PERIN et al., 2007), indicada principalmente para adubação verde, cobertura verde em cultura perene e também no controle de invasoras por apresentar efeito alelopático sendo muito usada no controle da tiririca (*Cyperus rotundus*) (CARVALHO; FONTANÉTTI; CANÇADO, 2002, PERIN et al., 2007).

O consórcio do feijão-de-porco com milho, quando semeados na mesma linha simultaneamente, não afeta a produção de milho verde e milho grão, em sistema orgânico (PERIN et al., 2007). Os melhores parâmetros fisiológicos no consórcio do milho foram obtidos com adubação verde de feijão-de-porco (CASTRO; PREZOTTO, 2008). Como adubo verde o feijão-de-porco apresenta grande potencial de cultivo nas entrelinhas de cafezais adultos e sombreados (RICCI; RODRIGUES, 2008).

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), pertencente a família das Euphorbiaceae, é uma planta herbácea, dicotiledônea com caule sub-arbustivo, ereto, podendo ser dicotômico, tricotômico ramificado ou não com nós e gemas (SILVA, 2009) cultivada em vários estados brasileiros.

Alguns elementos climáticos podem afetar esta cultura como radiação solar, temperatura e condição hídrica. A planta não suporta baixas temperaturas onde abaixo de 15 °C ocorre o retardamento das brotações e redução do número de gemas

(NASSAR, 2006) e segundo a Portaria 131/2011 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento-MAPA, temperaturas muito elevadas superiores as recomendadas para cada região afetam as brotações, emissão e o tamanho das folhas. Entretanto no estado do Acre é uma das principais culturas agrícolas mais praticadas Andrade Neto et al. (2011), com rendimento médio estadual de 19.982 kg ha⁻¹, superando inclusive a média nacional de 13.356 kg ha⁻¹(IBGE, 2012).

As variedades mansas são destinadas ao processamento tais quais as bravas que também podem ser consumidas após simples preparo de cozimento, fritura. Os derivados de maior valor econômico são as farinhas de mesa, fécula, povilho doce e azedo.

A planta pode alcançar produções satisfatórias mesmo sob condições de solos ácidos e com baixo teor de nutrientes e inaptos para outros tipos de cultivo (ALVES, 2006). No entanto em solos pobres a produtividade é variável (PYPERS et al., 2011). Apesar da variável produtividade de raízes essa cultura dentre as culturas temporárias praticadas no estado do Acre além do rendimento econômico, apresenta grande importância na segurança alimentar como uma das principais fontes energéticas na alimentação da população local (ANDRADE NETO et al. 2011).

2.2 EFEITOS DA INTENSIDADE LUMINOSA NA MORFOANATOMIA FOLIAR

Em plantas heliófitas (de sol) o aparato fotossintético das folhas é altamente especializado na captação dos raios solares, sem causar danos e ou alterações morfoanatômicas foliares e fisiológicas na condição à pleno sol (TAIZ; ZEIGER, 2006). Geralmente apresentam folhas lanceoladas, ponteadas, tricomas, pêlos, ceras menor área foliar, maior número de estômatos maiores taxas de crescimento relativo (TCR), o que explica um possível aumento na espessura das estruturas quando comparadas com plantas de sombra (CHIAMOLERA, et al., 2011, PROENÇA; SAJO, 2007, TAIZ; ZAIGER, 2006). Além disso, alguns autores relatam em seus trabalhos que folhas de sol são mais espessas com taxas fotossintéticas mais altas do que as folhas de sombra (BRANT et al., 2011, CHIAMOLERA, et al., 2011, TERASHIMA et al., 2006).

Como organismos sésseis, as plantas podem apresentar grande capacidade de ajustar-se ao ambiente no qual ela foi inserida (ROZENDAAL et al., 2006) cuja a plasticidade ou habilidade da planta ajustar seu rendimento pela alteração de sua morfologia e ou fisiologia, em resposta à variação das condições ambientais (GRATANI;

COVONE, 2006 ; NERY et al, 2011; LARCHER, 2004, KIM et al., 2011; OGUCHI et al, 2003 ;POMPELLI et al.,2010, ROZENDAAL et al., 2006).

A plasticidade da epiderme é variável em relação a mudanças na intensidade luminosa, podendo aumentar ou diminuir sua proporção com o sombreamento dependendo da espécie (GRATANI et al., 2006; PANDEY; KUSHWAHA, 2005 ; ROZENDAAL et al., 2006).

A plasticidade dá forma e estrutura em resposta a luminosidade ambiental, permitindo que a planta potencialize sua eficiência fotossintética (KIM et al., 2005).

Em mudas de açazeiro, a menor espessura de folhas crescidas sob 50% de sombra proporciona maior e melhor interceptação da energia disponível no ambiente (CONFORTO; CONTIN, 2009).

Lâminas foliares de *Aechmea lindenii* mostram-se mais alongadas sob baixa irradiação solar, em relação àquelas sob alta irradiação, determinando aumento na área, embora com menor largura (VOLTOLINI; SANTOS, 2011). Semelhantes resultados em cujos sombreamentos de 50%, 70% em maracujazeiro promoveu aumento na área foliar e maior teor de clorofila por unidade de massa, maior altura refletindo a adaptação para maximizar a absorção luz (SILVA, 2004).

De acordo com Markesteijn et al. (2007) as folhas de plantas desenvolvidas sob diferentes intensidades de irradiação solar apresentam características morfo-anatômicas relacionadas e relatadas para muitas espécies principalmente aos fatores quantidade e interação de irradiação recebida e disponibilidade hídrica.

Avaliando anatomia foliar de Broméliaceae Juss. Pereira (2011) obteve maior área foliar e comprimento nas folhas de sombra, características que podem estar associadas à dissipação de calor e diminuição da transpiração e aquecimento interno das estruturas nas folhas de sol.

Lima et al. (2007) avaliando o efeito da intensidade de luz no crescimento de mudas de *Virola surinamensis*, obtiveram maior área foliar sob 50% de sombreamento em relação a condição de pleno sol aos 120 dias após a semeadura. Alvarenga et al. (2003) avaliando o efeito de diferentes níveis de radiação sobre o crescimento inicial e fotossíntese de plantas de *Croton urucurana*, na região sudeste do Brasil obtiveram maior área folia em plantas submetidas a 70% de sombreamento. Diferentes resultados foram obtidos na avaliação do desenvolvimento inicial e trocas gasosas de (*Talisia subalbans*) por Nery et al.

(2011), estes autores obtiveram maior área foliar em plantas submetidas a 30% de sombreamento e em condições de sol pleno.

Segundo Lenzi et al. (2006) avaliando o efeito da intensidade luminosa sobre características morfológicas e reprodutivas de *Aechmea lindenii*, em ambientes sob alta e baixa luminosidade obtiveram resultados indicando que a intensidade luminosa pode influenciar no fenótipo das plantas, produção de néctar, fenologia e sucesso reprodutivo de *A. lindenii*.

Em plantas de curauá (*Ananas comosus* var. *erectifolius*) Oliveira et al. (2008), avaliando a estrutura foliar em diferentes intensidades de radiação fotossinteticamente ativa, obtiveram maiores médias de densidade estomática para plantas cultivadas sob sombreamento de 54% e menores médias de número de estômatos (mm^{-2}) na condição a pleno sol.

De acordo com Galmés et al. (2007), Larcher (2004) e Turley et al. (2012), a densa cobertura de tricomas sobre a superfície foliar age como um filtro capaz de modificar a radiação direta em luz difusa além de aumentar a reflexão, dessa forma minimizar o efeito interno da intensa irradiação nos tecidos fotossintetizantes.

Em cidrão (*Lippia citriodora* Lam.) a quantidade de tricomas glandulares foi maior com 70% de sombreamento, entretanto, a produção de óleo não foi influenciada com os sombreamentos adotados (GOMES et al., 2009).

Meira et al. (2012) avaliando o crescimento, produção de fitomassa e teor de óleo essencial de (*Melissa officinalis*) sob diferentes níveis de sombreamento observaram que o sombreamento de 50% aumentou o processo fotossintético beneficiando a produção e o desenvolvimento das plantas.

Botero et al. (2006), avaliando o desenvolvimento reprodutivo e a produção inicial de cafeeiros sob diferentes níveis de sombreamento e adubação obtiveram que o efeito da disponibilidade de 32% de luz favorece altos índices de retenção de frutos nas plantas de café arábica.

O aumento excessivo da luz acima da capacidade de utilização pela fotossíntese resulta em uma condição de estresse conhecida como fotoinibição (ARAÚJO; DEMINICIS, 2009). Apesar de existirem estudos sobre fotoinibição, pouco é o conhecimento sobre os fatores de estresse que influenciam o grau de fotoinibição e, conseqüentemente, a assimilação de carbono em espécies arbóreas e frutícolas da Amazônia (DIAS; MARENCO, 2007). Além da fotoinibição, processos de fotodegradação ou foto-oxidação causam danos celulares podendo levar a morte

das células além de comprometer a produtividade em algumas espécies (TAIZ; ZEIGER, 2006).

Sendo a luz uma condição crítica na Terra, sua interação com os organismos sempre será um campo inesgotável de pesquisa (CARVALHO et al., 2010).

2.3 ANATOMIA FOLIAR DE BROMÉLIAS

A família Bromeliácea é predominantemente neotropical incluindo cerca de 60 e mais de 3000 espécies de hábito epífita, terrestre e saxícolas encontradas em diversos habitats incluindo ambientes com características xeromórficas. Uma das principais características dessa família é capacidade de absorção de água e nutrientes através de escamas peltadas presentes nas folhas característica observada por alguns autores Aoyama; Sajo, (2003), Batagin et al. (2009), Laroccas (2010), Proença; Sajo (2007), Voltolini; Santos (2011). Além das espécies ornamentais o maior destaque ocorre para o gênero *Ananas*, ao qual pertence o abacaxizeiro, cujo fruto apresenta destaque de ordem econômica.

Algumas espécies apresentam células das paredes epidérmicas com contornos retangulares, ondulados e sinuosos com células epidérmicas revestidas ou não por cutículas com espessamentos variáveis entre as espécies (DERWIDUEÉ; GONZALEZ, 2010, PROENÇA; SAJO, 2007, VOLTOLINI; SANTOS, 2011).

Os estômatos ocorrem em uma ou em ambas as faces foliares podendo ser denominadas de anfiestomáticas, epistomáticas e hipoestomáticas com posição e número de estômatos variável com o ambiente e a espécie (AOYAMA; SAJO, 2003, PROENÇA; SAJO, 2007, VOLTOLINI; SANTOS, 2011). Estando aprofundados em maior ou menor grau na epiderme.

Alguns representantes desta família apresentam folhas com escamas distribuídas em sulcos longitudinais nas duas ou em apenas uma superfície foliar em algumas espécies as escamas cobrem completamente os estômatos (DERWIDUEÉ; GONZALEZ, 2010, PROENÇA; SAJO, 2007, VOLTOLINI; SANTOS, 2011). A pubescência, ou seja, a densidade, presença ou ausência de tricomas varia conforme a espécie e o ambiente de cultivo. Estômatos e escamas do abacaxizeiro cv. IAC "Gomo-de-mel" segundo Batagin et al. (2009) são encontrados em maior concentração nos sulcos longitudinais decorrentes da sinuosidade da superfície foliar, tanto nas microplantas mantidas sob telado com 50% de sombreamento

quanto nas expostas em pleno sol. De acordo com Castro et al. (2005) variação do comprimento e largura das células-guarda, podem ocorrer em função de alterações do ambiente sendo uma característica dependente da espécie.

É comum a presença de hipoderme aquífera constituída por células aclorofiladas com camadas e forma das células diversificada em algumas espécies (AOYAMA; SAJO, 2003, PROENÇA; SAJO, 2007, VOLTOLINI; SANTOS, 2011), entretanto, pode estar ausente em outras com *Tillandsia loliacea*, *T. recurvata*, *T. tricholepis* e *T. usneoides* (PROENÇA; SAJO, 2007). O parênquima clorofilado constitui-se em algumas Bromélias por células arredondadas, brachiformes ou alongadas com variado espessamento das células apresentando cordões de fibras dispersos no parênquima clorofiliano em uma ou em ambas as faces adaxiais associados ou não aos feixes vasculares (AOYAMA; SAJO, 2003, PROENÇA; SAJO, 2007, VOLTOLINI; SANTOS, 2011).

Epidermes, hipodermes e parênquimas aquíferos espessados e estômatos cobertos por escamas, densas camadas de tricomas são características presentes em plantas de ambientes xeromórficos, indicando variações na disponibilidade de luz, déficit hídrico contínuo podendo ser determinante na estrutura mofo-anatômica foliar de algumas espécies (PEREIRA, 2011, TAIZ; ZEIGER, 2006).

Em Bromeliaceae o espessamento epidérmico e hipodérmico atua diminuindo a evaporação de água dos tecidos, evitando o colapso das células pelo murchamento garantindo a sobrevivência das espécies em ambiente com condições abióticas extremas (SCATENA; SEGECIN, 2005) assim como em Melastomataceae e *Gochnatia polymorpha* o maior espessamento de alguns tecidos também são condicionados a maior intensidade luminosa recebida (ROSSATO; KOLB, 2010, SOMAVILLA; RIBEIRO, 2011).

2.4 QUEIMA SOLAR

A queima solar em frutos de abacaxi é uma anomalia decorrente da exposição excessiva dos raios solares. Ocorre geralmente pelo tombamento do fruto devido ao tamanho do pedúnculo expondo um dos lados a alta irradiação solar, ocasionando inicialmente descoloração amarelada, evoluindo para o escurecimento da região atingida, quando em estágio avançado podendo ainda ocorrer rachaduras entre os frutinhos (MATOS; CABRAL, 2004) inicialmente leva a paralisação do crescimento dos tecidos na região afetada enquanto que os tecidos sadios

continuam se desenvolvendo normalmente, entretanto, de forma assimétrica em relação ao seu eixo (MATOS; CABRAL, 2004). Essa anomalia deprecia a qualidade dos frutos para comercialização (CEAGESP, 2003).

A queima solar de frutos em abacaxizeiro pode ser controlada pela proteção mecânica dos frutos que geralmente é realizada pelo ensacamento dos frutos podendo aumentar o custo de produção com proteção do fruto em até 11,7% do custo total (AGRIANUAL, 2012).

Dessa forma esta pesquisa, busca identificar modificações morfoanatômicas foliares do abacaxizeiro que fundamentem a adaptação deste ao sombreamento uma vez que a luz influencia diretamente nos fatores de desenvolvimento, crescimento e produção dos vegetais e disponibilidade de água e nutrientes são fatores mais facilmente controlados em processos agronômicos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Sítio Ecológico Seridó, em Rio Branco, Acre, situado na latitude de 9° 53' 16" S e longitude de 67° 49' 11" W, a uma altitude de 150 m. O clima da região é quente e úmido, do tipo Am, segundo a classificação de Köppen, com temperaturas médias anuais variando em torno 24,5 °C, umidade relativa do ar de 84% com precipitação anual variando de 1.700 a 2.400 mm (ACRE, 2006) no período de fevereiro de 2011 a dezembro de 2012.

A área experimental é de topografia suavemente ondulada e o solo, classificado como ARGISSOLO AMARELO Alítico plíntico, sem erosão aparente, de drenagem moderada e o clima segundo a classificação de Köppen, é do tipo Am. Os teores de nutrientes na camada de 0-20 cm de profundidade é de: pH (H₂O) = 5,1; P = 2 mg dm⁻³; K = 1,8 mmolc dm⁻³; Ca = 19 mmolc dm⁻³; Mg = 9 mmolc dm⁻³; Al = 8 e H = 64 mmolc dm⁻³; M.O = 17 g dm⁻³; saturação de bases = 29%; Fe = 530 mg dm⁻³; Cu = 1,6 mg dm⁻³; Mn = 99 mg dm⁻³; Zn = 2,6 mg dm⁻³ e B = 0,17 mg dm⁻³ (APÊNDICE A). Inicialmente a área estava composta por pasto sujo (braquiária, carrapicho, goiabeiras e outros). A limpeza consistiu de roçagem e em seguida realizou-se apenas gradagem da área.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com cinco tratamentos de luminosidade e quatro repetições com 24 plantas por parcelas sendo as dez centrais consideradas áreas úteis dispostas da seguinte forma:

T1 controle abacaxizeiro a pleno sol (Controle);

T2 abacaxizeiro com plantas de mandioca 45,0% de sombreamento (Figura 1C);

T3 abacaxizeiro com plantas de feijão-de-porco com 48,3% de sombreamento (Figura 1B);

T4 abacaxizeiro com tela de 30% de sombreamento (Figura 1A);

T5 abacaxizeiro com tela de 50% de sombreamento (Figura 1A).



FIGURA 1- Experimento de abacaxizeiro cv. Rio Branco-1(RBR-1) estabelecido por plantas sombreadas com telas de 30% e 50% (1A), plantas de feijão-de-porco (1B) e plantas de mandioca (1C), em Rio Branco, AC.

Os dados de intensidade luminosa dos sombreamentos promovidos por plantas de feijão-de-porco e mandioca foram aferidos com auxílio de luxímetro modelo C.A 810 (lux/m^2) nos horários pré-estabelecidos: 10:00h, 12:00h, 14:00h e 15:30h correspondendo aos sombreamentos propostos acima.

Foram utilizadas mudas de abacaxizeiro, cv. Rio Branco-1 (RBR-1) selecionadas previamente por tamanho considerando entre 30 a 45 cm e observações visuais livres de doenças e pragas (CUNHA et al., 2005).

O abacaxizeiro foi cultivado em linhas triplas com arranjo em triângulo no espaçamento de 0,80 m x 0,25 m x 0,25 m, com 2,00 m entre as ruas.

Para o sombreamento do abacaxizeiro foram utilizadas plantas de mandioca etno-material denominado para região como “Manteiguinha”, plantadas no espaçamento de 1,0 m em linhas duplas paralelas ao abacaxizeiro, o feijão-de-porco foi semeado em covas no espaçamento de 0,50 m entre as plantas de cada linha lateral do abacaxizeiro devidamente replantas quando emergidas ou cortadas por formigas e telas de sombrite de 30% e 50% de sombreamento instaladas a 1,10 m acima do solo.

Foi realizado a indução floral no abacaxizeiro aos 12 meses após o plantio, utilizando um grama de carbureto de cálcio (KIST, et al., 2011, LEDO et al., 2004).

As variações meteorológicas ocorridas durante o período de condução do experimento estão apresentadas na figura 2.

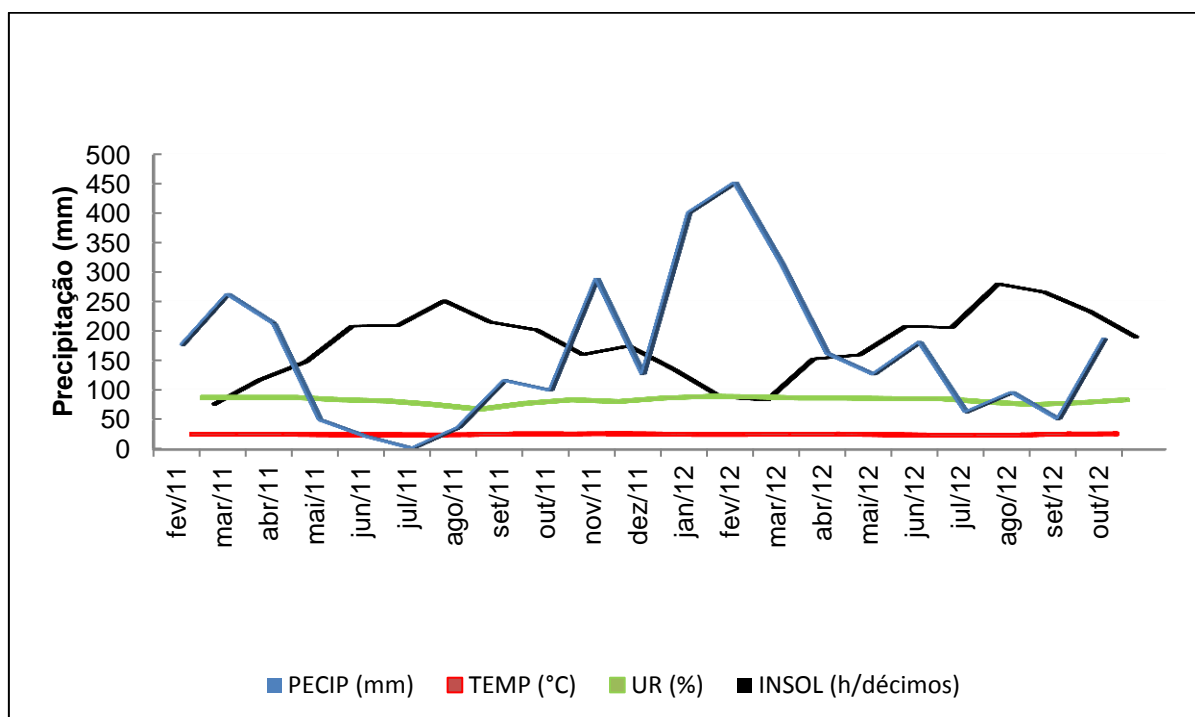


FIGURA 2- Precipitação média mensal (mm), temperatura média mensal (°C), umidade relativa mensal (%) e insolação média (h/décimos) no período de 2011 e 2012. Fonte:UFAC, 2013.

Foram realizadas capinas manuais durante o período de estabelecimento do cultivo e quando necessário de acordo com as recomendações para cultura do abacaxizeiro (CUNHA et al., 2005). Para o controle da broca do fruto 15 dias após a indução floral foi aplicado *Bacillus thuringiensis* em sua forma comercial Dipel®, 500 g ha⁻¹, com aplicações quinzenais do florescimento a maturação do fruto.

3.1 DETERMINAÇÃO DA ÁREA FOLIAR E COMPRIMENTO DE FOLHA “D”

A área foliar foi determinada por meio de metodologia adaptada de (VOLTOLINI; SANTOS, 2011) realizada de forma não destrutiva utilizando três folhas “D” de três plantas distintas previamente identificadas de cada tratamento por um período de 0, 30, 60, 90 e 120 dias. Para cada folha, o contorno foi delineado em papel com massa constante (cartolina 50 x 66 padrão 156,3 g/m²). Os moldes foram recortados e a massa aferida em balança digital com precisão de 0,01 g.

Relacionou-se a massa dos moldes com a massa média de área conhecida em cm^2 do mesmo papel. O comprimento das folhas “D” foi determinado em cm com auxílio de fita métrica.

3.1.1 Análises de crescimento

Foi realizada de forma destrutiva utilizando três folhas “D” de três plantas distintas previamente identificadas de cada tratamento de luminosidade para obtenção da massa seca. As taxas de crescimento absoluto (TCA) e relativo (TCR) foram determinadas por seus valores médios:

$$\text{TCA} = (P2 - P1) / (t2 - t1) \text{ (cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}\text{)}$$

$$\text{TCR} = (\ln P2 - \ln P1) / (t2 - t1) \text{ (cm}^{-2} \text{ cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}\text{)}$$

Em que, P representa a massa seca da planta, A é a área foliar total, t é o intervalo de tempo entre duas amostragens, e 1 e 2 referem-se a duas amostragens sucessivas.

3.1.2 Estudos anatômicos foliares

Os estudos anatômicos foliares foram realizados no Laboratório de Tecidos Vegetais da Universidade Federal do Acre (UFAC). Para as análises foi utilizado o material vegetal fresco de quatro folhas “D” de diferentes plantas previamente identificadas de cada tratamento de luminosidade. Secções paradérmicas e transversais foram preparadas em lâminas temporárias e semipermanentes para a observação de dez campos visuais por tratamento em microscopia óptica. As imagens foram projetadas, com auxílio de câmara clara OPTON acoplada ao microscópio de luz Olympus, modelo CH030, sobre o papel e aferida com escala micrométrica, através de lâmina com escala micrométrica Zeiss, de modo a apresentar os resultados em micrômetros, segundo metodologia descrita por Labouriau et al. (1961) as quais procedeu-se a leitura de dez campos visuais de quatro folhas distintas dos tratamentos.

3.1.3 Estômatos (secções paradérmicas)

Para a confecção das lâminas temporárias de secções paradérmicas empregando-se a técnica adaptada de Barboza et al., (2006), onde foi utilizado uma área de 5 cm x 1,5 cm do terço mediano da folha, as lâminas foram confeccionadas com películas de duas a três camadas de esmalte incolor com impressão (carimbo)

na face abaxial por possuírem representativamente maior número de estômatos. Após completamente secas as películas foram destacadas e então montadas em lâminas e lamínulas com glicerina a 50%.

Determinou-se o número de estômatos por área conhecida (200x200 μm). Os dados foram apresentados em número de estômatos por mm^2 (obj. 40x). Para as dimensões das células-guarda considerou-se o comprimento (eixo longitudinal entre os dois pólos da célula) e largura (eixo transversal na porção média da célula), quando em vista frontal da superfície epidérmica (obj. 100x). Para a determinação das dimensões do poro estomático também foram considerados eixos longitudinais e transversais, quando em vista frontal da superfície epidérmica (obj. 100x). Os dados foram delimitados e aferidos com escala micrométrica, de modo a apresentar os resultados em (μm).

3.1.4 Epiderme, mesofilo e sistema vascular (secção transversal)

Foram realizadas secções transversais do terço médio de quatro folhas "D" de quatro plantas distintas a mão livre com lâminas de aço inox para cada tratamento. Foram confeccionadas lâminas semipermanentes, coradas com safranina a 1% (KRAUS; ARDUIN, 1997).

As medidas das espessuras foliares foram restritas às zonas intercostais. Os limites de abrangência das espessuras das células epidérmicas (obj. 40x), espessamento da hipoderme aquífera (obj. 10x), parênquima clorofilado (obj. 10x), mesofilo (obj. 10x) e espessamento total (obj. 10x) da lâmina foliar foram delimitados e aferidos em escala micrométrica, de modo a apresentar os resultados em micrômetros (μm).

A mensuração do diâmetro dos elementos de vasos foram realizados no metaxilema (obj. 40x), onde os limites de abrangência do diâmetro das células foram delimitados e aferidos com escala micrométrica, de modo a apresentar os resultados em micrômetros (μm).

A mensuração do comprimento dos tricomas tectores foram delimitados e aferidos (obj. 40x) em escala micrométrica, de modo a apresentar os resultados em micrômetros (μm).

3.2 EXTRAÇÃO E AVALIAÇÃO DO TEOR DE CLOROFILA

Para a extração da clorofila, foram tomadas três plantas por tratamento ao acaso. Foi adotada a técnica da maceração. A extração dos pigmentos clorofilados e a determinação de suas concentrações foram realizadas, baseando-se no método adaptado de Arnon (1949) e Vieira et. al. (2010).

Coletou-se folhas previamente identificadas as quais foram envolvidas em papel alumínio e acondicionadas em isopor com gelo para evitar desidratação, para cada amostra foi utilizado 50 mg de material vegetal fresco macerado na ausência de luz utilizando como extrator 10 ml de acetona a 80%. A suspensão foi centrifugada a 2000 rotações por 2 minutos e imediatamente a centrifugação procedeu-se a leitura em espectrofotômetro a 645 e 663 nm. As concentrações dos pigmentos foram calculadas de acordo com as equações de Arnon (1949):

$$\text{Clorofila } a \text{ (mg/g}^{-1}\text{)} = (12,7 \times A_{663} - 2,69 \times A_{645}) \times V/1000W;$$

$$\text{Clorofila } b \text{ (mg/g}^{-1}\text{)} = (22,9 \times A_{645} - 4,68 \times A_{663}) \times V/1000W;$$

$$\text{Razão clorofila } a/b \text{ (mg/g}^{-1}\text{)} = (4,70 \times A_{663} - A_{645} / 4,87 \times A_{645} - A_{663}) \times 0,574$$

$$\text{Clorofila total } a+b \text{ (mg/g}^{-1}\text{)}.$$

Onde: A= absorvância (nm); Cl a = clorofila a; Cl b = clorofila b; V= volume final do extrato; W= massa fresca (mg).

3.3 ANÁLISES DA PRODUTIVIDADE DE ABACAXI E MANDIOCA

Para obtenção destes dados foi realizada a coleta dos frutos de abacaxi semanalmente os quais foram aferidos massa média de todos os frutos da parcela de cada tratamento, sendo expressa em kg fruto⁻¹. A massa média de raízes de mandioca foi determinada de igual maneira e os resultados expresso em kg planta⁻¹.

A produtividade dos frutos de abacaxi foi obtida pela multiplicação da massa de frutos pelo número de plantas distribuídos em um hectare e os valores expressos em kg ha⁻¹.

A determinação de frutos com sintomas de queima solar foi, obtida através da contagem de frutos que apresentavam coloração amarelada incidindo da base da coroa para a base do pedúnculo do fruto, os resultados foram expressos em porcentagem.

3.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

As análises foram submetidas a programas estatísticos, a partir dos quais as variáveis foram submetidas a existência de dados discrepantes teste de Grubbs (1969), verificação da normalidade dos erros pelo teste de Shapiro-Wilk (1965), homogeneidade das variâncias teste de Bartlett (1937), agrupamento de médias teste de scott-knott (1965) e quando as variáveis não atenderam a homogeneidade das variâncias para produtividade de raízes de mandioca e porcentagem de frutos queimados, aplicou-se o teste não paramétrico de Friedman (1937) e para as variáveis área, TCA e TCR foi realizado análises de regressão.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 MORFOLOGIA FOLIAR E TEOR DE CLOROFILA SOB DIFERENTES SOMBREAMENTOS

As folhas de abacaxizeiro responderam às diferentes intensidades luminosas como era esperado, apesar das respostas morfológicas não serem uniformes para todas as características analisadas. Ocorrendo efeito significativo apenas do tempo sobre a área foliar em cm^2 ($p < 0,05$) e efeito significativo da interação tempo e sombreamento para taxa de crescimento relativo (TCR) da área foliar do abacaxizeiro em $\text{cm}^2 \text{cm}^{-2} \text{dia}^{-1}$ ($p < 0,05$).

Neste trabalho a área foliar da folha “D” apresentou comportamento parabólico com crescimento máximo de $323,7 \text{ cm}^2$ aos 105,9 dias (APÊNDICE B, Figura 3) e a taxa de crescimento absoluto (TCA) respondeu a equação de 2º grau, com ponto de máximo de $3,75 \text{ cm}^2 \text{ dia}^{-1}$, aos 80,8 dias (APÊNDICE B, Figura 3).

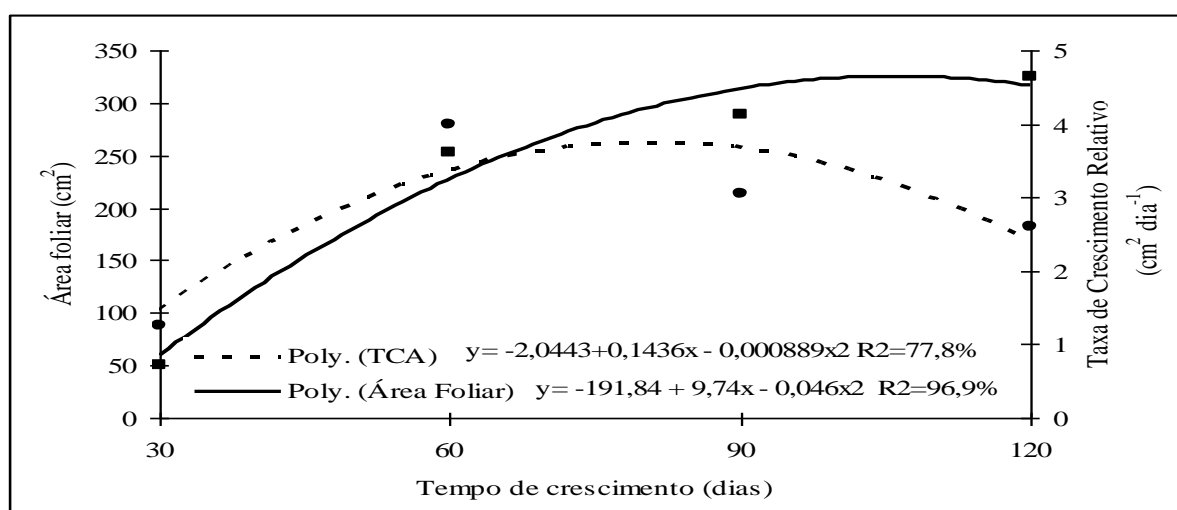


FIGURA 3 – Área foliar e taxa de crescimento absoluto (TCA) de abacaxizeiro cv. RBR-1, em Rio Branco, Acre. UFAC, 2012 (Análise de variância APÊNDICE B).

Segundo Souza et al. (2007) a parte aérea das Bromeliáceas são formadas essencialmente pelas folhas, as quais são expostas a uma atividade fotossintética maior, especificamente em abacaxizeiro, o acúmulo de matéria seca pela planta está associado aos elevados valores alcançados pelo índice de área foliar (IAF), com valores máximos de 12 aos 308 dias após o plantio. Várias pesquisas tem demonstrado que os menores valores da variável (AF) são encontrados geralmente

em condições de alta luminosidade (BRANT et al., 2011, MARKESTEIJN et al. 2007, SARIJEVA et al. 2007), como observado neste trabalho.

A taxa de crescimento relativo da folha “D” (TCR) foi maior nos sombreamentos com tela de 50% de sombreamento (339,75 cm²) aos 107,72 dias, seguido pelo feijão-de-porco 48,3% com máximo crescimento (333,6 cm² cm⁻² dia⁻¹) aos 105,9 dias, e a pleno sol (328,16 cm² cm⁻² dia⁻¹) aos 106,35 dias (APÊNDICE B Figura 4).

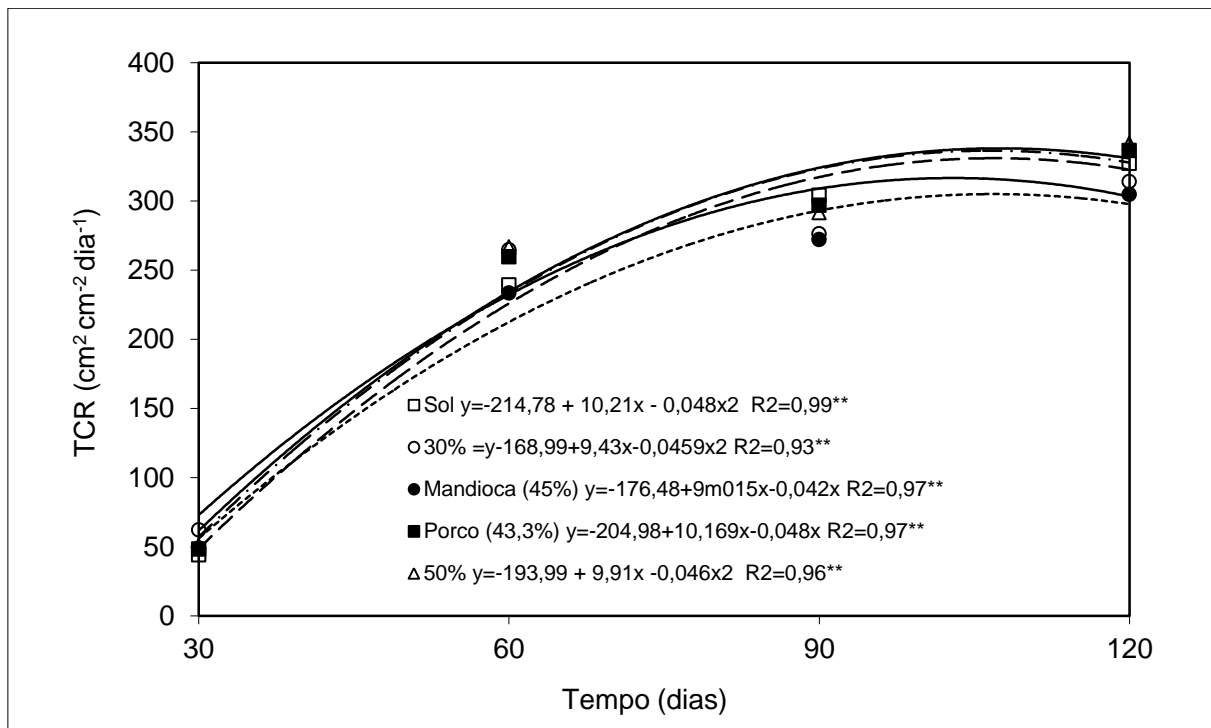


FIGURA 4- Taxa de crescimento relativo de abacaxizeiro cv. RBR-1 sombreadas com plantas de mandioca, feijão-de-porco, telas de 30% e 50% e a pleno sol em Rio Branco, Acre. UFAC, 2012 (Análise de variância APÊNDICE B).

A maior expansão da superfície de folhas condicionadas a sombra, em relação às de sol, é referida amplamente em vários trabalhos (BELTZER; THOMAS, 2005, BARCELAT et al., 2004; FERREIRA et al., 2005; PEGORARO et al., 2010, VOLTOLLINI; SANTOS, 2011), que normalmente ocorre pela plasticidade da planta em melhorar sua eficiência fotossintética (ARAÚJO; DEMINICIS, 2009, ZANELLA et al., 2006).

A TCR no abacaxizeiro é decrescente a medida, em que ocorre o estabelecimento da cultura com os sombreamentos, sugerindo que esta redução

ocorre devido a provável translocação de compostos das folhas para outros órgãos como inflorescência e frutificação (Souza et al., 2007).

Não houve efeito significativo do sombreamento para o comprimento de folhas "D" e para as variáveis clorofila *a*, clorofila *b*, clorofila total *a+b* e razão entre clorofila *a/b* ($p>0,05$) (APÊNDICE B; Tabela 1).

Tabela 1 – Comprimento de folha "D" (CFD), clorofila *a*, clorofila *b*, clorofila *a/b* e clorofila total *a+b* de folhas "D" de abacaxizeiro cv. RBR-1 aos 16 meses de idade, em Rio Branco, Acre. UFAC, 2012.

Tratamentos/ Sombreamentos	CFD (cm)	<i>a</i> (mg/g ⁻¹)	<i>b</i> (mg/g ⁻¹)	<i>a+b</i> (mg/g ⁻¹)	<i>a/b</i> (mg/g ⁻¹)
Pleno sol (0%)	88,15 a	0,052 a	0,024 a	0,077 a	0,077 a
Tela 30%	89,25 a	0,052 a	0,026 a	0,07 a	1,899 a
Mandioca (45%)	89,63 a	0,045 a	0,022 a	0,067 a	1,645 a
Feijão-de-porco (48,3%)	101,70 a	0,048 a	0,021 a	0,069 a	1,756 a
Tela 50%	90,60 a	0,057 a	0,022 a	0,079 a	2,073 a
Média	91,87	22,15	26,55	22,60	21,87
CV%	8,21	0,051	0,023	0,074	1,857

n = 60 para cada variável de clorofila.

n = 80 para a variável CFD.

Médias seguidas de mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de agrupamento de médias Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Em pleno sol, o maior espessamento da hipoderme aquífera em abacaxizeiro pode ter funcionado como filtro protegendo o tecido clorofilado reduzindo a degradação das clorofilas. Além disso, os carotenóides servem como agentes fotoprotetores e podem ter funcionado como "válvulas de segurança" liberando o excesso de luz que alcança os cloroplastos por meio do rápido "quenching" dos estados excitados da clorofila (TAIZ; ZIEGER, 2006). Sob sombreamento, as moléculas de clorofilas são sintetizadas e degradadas em igual proporção (FERREIRA et al., 2012).

De acordo com Souza et al. (2009) a luz se torna mais difusa na condição de sombreamento, sugerindo que os fótons poderiam estar mais homoganeamente distribuídos (2009). Em sombreamento moderado, a clorofila *a* sofre maior degradação que a clorofila *b*, que absorve irradiação em outros comprimentos de onda e transferem os elétrons para o fotossistema II, onde predomina a clorofila *a* (ZANELLA et al., 2006).

4.1.2. Variações anatômicas foliares sob diferentes sombreamentos

As folhas de abacaxizeiro independente dos níveis de exposição à irradiação solar apresentaram características anatômicas semelhantes.

As folhas são hipostomáticas com estômatos distribuídos em faixas longitudinais paralelas (Figura 5A) com estômatos posicionados no mesmo nível das demais células epidérmicas (PROENÇA; SAJO, 2007) tal característica sugere uma estratégia adaptativa da espécie no sentido de reduzir e/ou evitar o excesso de perdas por transpiração (LAROCCA, 2010, PROENÇA; SAJO, 2007).

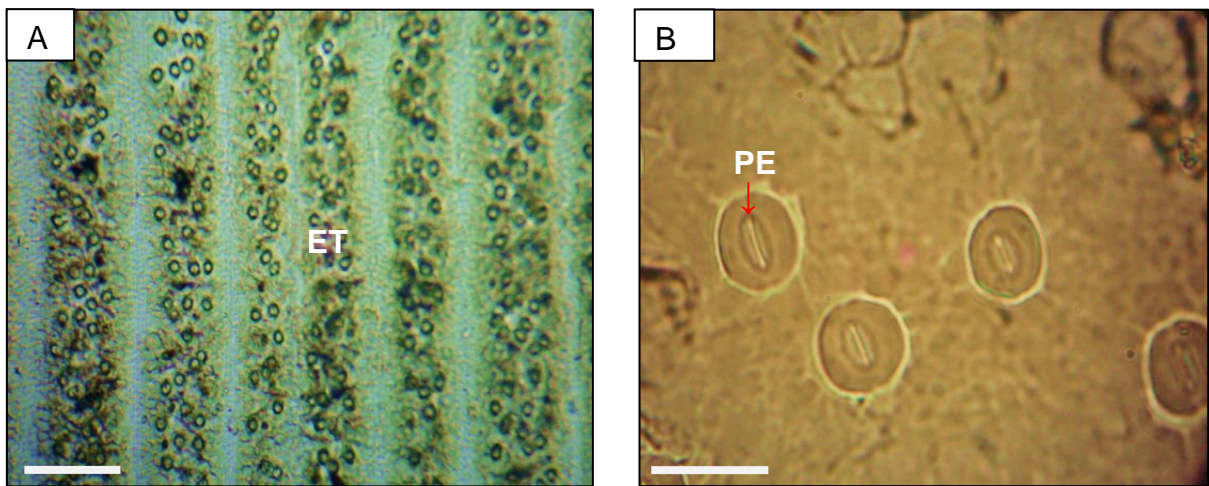


FIGURA 5- Vista frontal de estômatos de folhas de abacaxizeiro (5A-B). Estômatos dispostos em faixas longitudinais paralelas (5A) e disposição do poro estomático (5B↓) sombreados por plantas de mandioca. Barra= 50 μ m (5A), 200 μ m (5B).

As plantas de abacaxizeiro sombreadas por plantas de mandioca com 45% de sombreamento desenvolveram maior densidade de estômatos ($p < 0,05$) (Tabela 2).

Em plantas de sombra é comum maior área foliar, sendo que a densidade e o tamanho dos estômatos podem variar afetando a fotossíntese e a condutância estomática dependo da espécie (HOLLAND; RICHARDSON, 2009).

Segundo Tiwari et al. (2013) propriedades anatômicas da folha muda em conjunto com a condição adaptativa da folha às severas variações ecológicas.

Tabela 2 – Densidade de estômatos (DDE), comprimento (CCG) e largura das células-guarda (LCG), comprimento (CP) e largura do poro estomático (LP) de folha "D" de abacaxizeiro cv. RBR-1 aos 16 meses de idade, em Rio Branco- Acre, UFAC, 2012.

Tratamentos/ sombreamentos	DDE (n°.mm ⁻¹)	CCG (µm)	LCG (µm)	CP (µm)	LP (µm)
Pleno Sol (0%)	109,1 b	25,0 b	11,75 a	13,8 a	1,85 a
Tela 30%	105,2 b	33,5 a	12,50 a	13,3 a	1,98 a
Mandioca (45%)	125,0 a	24,8 b	9,75 b	13,0 a	2,19 a
Feijão-de-porco (48,3%)	99,6 b	33,8 a	12,75 a	12,0 a	1,93 a
Tela 50%	103,5 b	34,0 a	12,25 a	12,5 a	1,91 a
Média	108,46	30,2	11,8	12,9	1,98
C.V. (%)	8,23	5,71	9,54	7,82	12,14

n = 120 para cada variável

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de agrupamento de médias Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

O aumento da densidade de estômatos em algumas espécies de plantas como abacaxizeiro possibilita reduzir a perda de água com abertura e fechamento dos estômatos, em condições ambientais mais favoráveis de água e luminosidade. Também observado em plantas de curauá (*Ananas comosus* var. *erectifolius*) sombreadas (54%) em consórcio com plantas de paricá (*Schizolobium parahyba* (Vell.)) por Oliveira et al. (2008).

Apesar do aumento da densidade de estômatos ser comum em diversas espécies de plantas condicionadas a uma maior intensidade luminosa como observado por vários autores Lima júnior et al. (2006) em estudo com *Cupania vernalis* Camb., Kim et al. (2011) em plantas de mirtilo (*Vaccinium corymbosum* cv. Bluecrop) com maior densidade e estômatos menores em plantas de sol, Espindola Junior et al. (2009) em plantas de *Mikania glomerata*, ainda segundo estes autores baixas intensidades luminosas são suficientes para estimular as respostas expressas pela morfologia foliar, como medidas protetivas as condições adversas do ambiente. Evidenciando a plasticidade do abacaxizeiro sombreado com plantas de mandioca.

De acordo com Holland; Richardson, (2009) tanto a densidade estomática quanto o comprimento da célula-guarda são sensíveis ao ambiente, existindo uma considerável variação da plasticidade fenotípica para estas duas características.

O sombreamento com feijão-de-porco 48,3%, telas de 30% e 50%, promoveram maior comprimento da célula-guarda e semelhante ao cultivo a pleno sol, promoveram maior largura da célula-guarda ($p < 0,05$) (Tabela 2). Segundo Aoyama; Sajo (2003), Proença; Sajo (2007), Scatena; Segecin (2005), o posicionamento e comprimento das células-guarda apresentam caráter muito variável entre as espécies, variando inclusive na mesma folha da planta.

Em geral, as folhas que apresentam estômatos menores possuem tendência de apresentar maior eficiência hídrica com maior resistência à difusão de água (BALTZER; THOMAS, 2005, LARCHER, 2004, BARBOZA et al., 2006, BATAGIN et al, 2009).

De acordo com Duz et al. (2004) quando há um aumento da irradiação, a perda de água pode ser diminuída com a redução no tamanho das células-guarda e em ambientes com baixa irradiação solar as células-guarda expandem-se longitudinalmente (VOLTOLINI; SANTOS, 2011). Portanto, apesar do menor comprimento e largura das células-guarda do abacaxizeiro sombreado com plantas de mandioca, o maior número de estômatos e o menor estresse da irradiação atenuado pela mandioca, proporcionam boa eficiência fotossintética.

As folhas de abacaxizeiro cv. RBR-1 são semiperenes, apresentam forma lanceolada, constituídas por lâmina sem espinhos marginais e bainha. Estrutura anatômica com epiderme uniestratificada, células epidérmicas de formato retangular irregular em ambas as faces (Figura 6A-B), com pronunciada sinuosidade observada nas paredes anticlinais na face abaxial (Figura 6B) de folhas condicionadas ao sombreamento e hipoderme aquífera constituída por camada de células de formato arredondado destituídas de cloroplastos. Estruturas idênticas ao abacaxi cultivar Pérola (Barboza et al. (2006), Aoyama; Sajo (2003), Proença; Sajo (2007), Voltolini; Santos (2011).

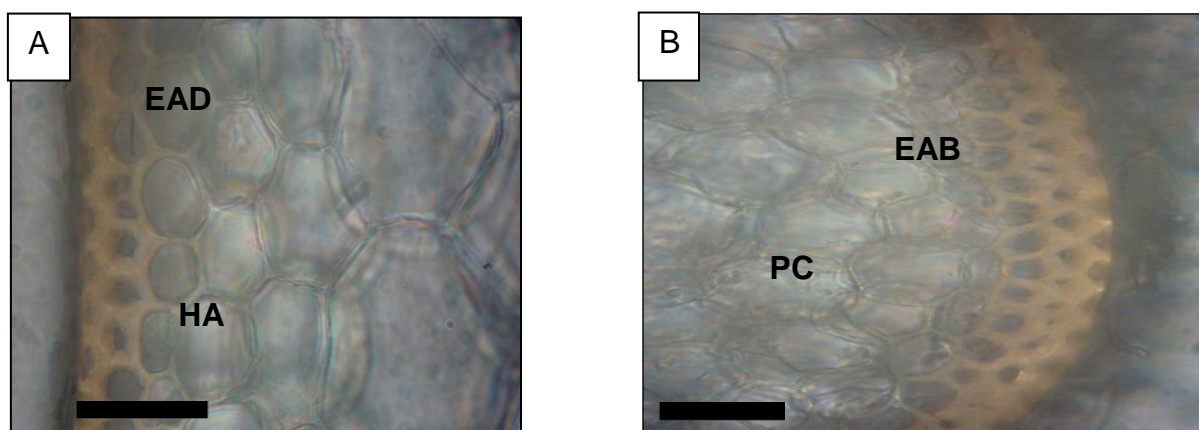


FIGURA 6- Secção transversal de folha de abacaxizeiro (6A-B) evidenciando epidermes adaxial (EAD-6A) sob hipoderme aquífera (HA) e epiderme abaxial (EBA-6B) sobre parênquima clorofilado (PC). Barra= 50 μ m (6A-B).

O mesofilo é do tipo dorsiventral, constituído por parênquima clorofilado com células arredondadas (Figura 6B) e hipoderme aquífera constituída por camada de células destituídas de cloroplastos.

Outra característica comum às folhas de abacaxizeiro é a ocorrência de canais de aerênquima (Figura 7B), intercalando-se com os feixes vasculares, adjacente aos tecidos clorofilados (Figura 7B) conectados com as câmaras subestomáticas além de permitir uma maior circulação de gases no interior da lâmina foliar esses canais permitem maior flexibilidade às folhas e maior resistência aos ventos (AOYMA; SAJO 2003). Essas cavidades aeríferas são estruturas frequentemente encontradas em representantes de Bromeliaceae, inclusive nas espécies do gênero *Ananas* (BATAGIN et al., 2009, SOUSA et al. 2005).

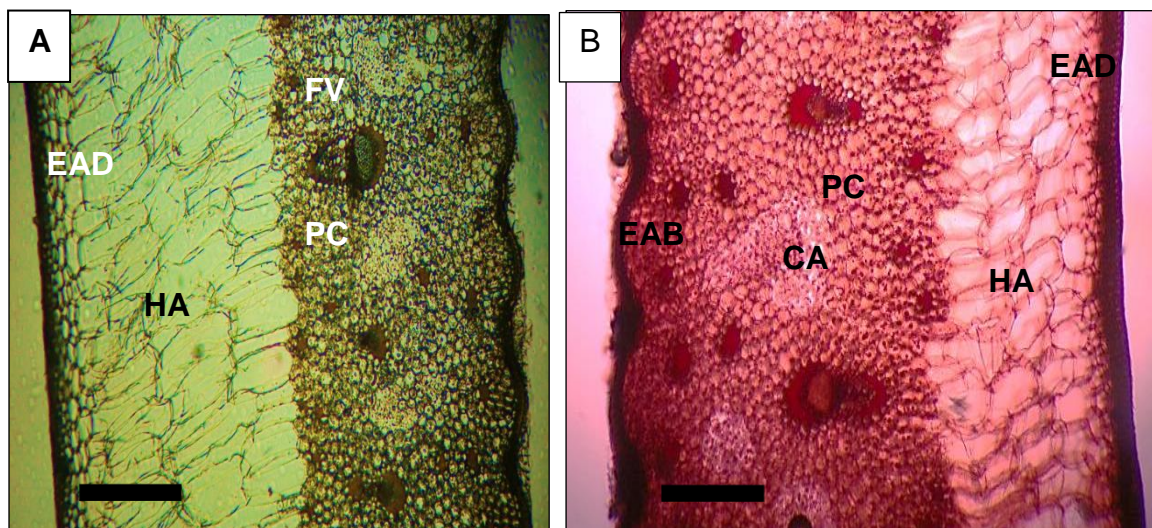


FIGURA 7- Vista geral de secções transversais de lâmina foliar de abacaxizeiro a pleno sol com hipoderme aquífera mais espessada (7A-HA) e parênquima clorofilado (7A-PC) menos espessado em relação ao sombreamento com plantas de mandioca (7B-HA, PC). CA= canais de aerênquimas; HA= hipoderme aquífera; PC= parênquima clorofilado; EAD= epiderme adaxial; EAB= epiderme abaxial. Barra= 100 μ m (5A-5B).

Neste estudo foram observados valores inferiores de espessura da hipoderme aquífera para os tratamentos com sombreamento comparados ao tratamento a pleno sol ($p < 0,05$) (Tabela 3; APÊNDICE D; Figura 7A) e valores superiores de espessura

da epiderme adaxial para plantas de abacaxizeiro submetidas aos sombreamentos promovidos por plantas de mandioca 45%, feijão-de-porco 48,3%, telas de 50% e 30% ($p < 0,05$) (Tabela 3; APÊNDICE D), e ainda maior espessura da epiderme abaxial em plantas submetidas a 50% e 30% de sombreamento.

De modo geral, a epiderme de folhas de plantas expostas a pleno sol costumam ser mais espessas em decorrência de maior proteção (filtro) contra a radiação solar incidente. Entretanto, outras estratégias podem ser utilizadas pela espécie, tais como variação na composição química de cutícula e ceras. Nesse contexto apresentado, a discussão pode ser conduzida no sentido de que o investimento foi na hipoderme (filtrando a luz excessiva) como medida protetora foliar dos tecidos interno.

Markesteyn et al. (2007), observaram que o maior espessamento da epiderme em folhas de sol minimiza o efeito da alta irradiação sob os sensíveis tecidos do mesofilo. Além disso, os resultados de epidermes adaxiais mais espessas obtidos neste trabalho podem estar também correlacionados ao período de avaliação (Figura 2), marcado por veranico evidenciando a plasticidade das plantas as variações nas condições do ambiente de cultivo (GRATANI et al., 2006; KIM et al., 2005, PANDEY; KUSHWAHA, 2005; ROZENDAAL et al., 2006).

A hipoderme aquífera além de executar a função de reserva hídrica, favorece o bloqueio do excedente de irradiação solar, limitando a intensidade de luz que atinge os cloroplastos dos tecidos, protegendo-os da foto-oxidação (AOYAMA; SAJO, 2003, PROENÇA; SAJO, 2007, VOLTOLINI; SANTOS, 2011), Keller; Luttge (2005) confirmam ainda que, plantas de *Ananas* possuem alta flexibilidade no uso de luz. De acordo com Oliveira et al. (2008) a maior proporção de parênquima lacunoso nas folhas de sombra ocorre para aumentar o espalhamento interno da luz no mesofilo. Aumentando a eficiência do uso da irradiação solar.

Quando submetidas a condições de sombreamento, promovido por plantas de mandioca 45% e tela de 50% de sombreamento as folhas de abacaxizeiro apresentaram maiores valores da espessura do parênquima clorofilado ($p < 0,05$) (Tabela 3; APÊNDICE D).

Nestas condições de sombreamento as folhas tenderam a uma condição mais amena de exposição à irradiação, cujas células encontram-se menos compactadas quando comparadas a uma condição de maior exposição à superfície evitando e/ou reduzindo a perda por transpiração além de serem, as células deste tecido

responsáveis pela maior produção de energia fotoquímica, contribui para o fluxo de CO₂ na folha, auxiliando preventivamente contra o dessecamento interno das células (ARAÚJO; DEMINICIS, 2009).

Tabela 3 – Espessura do parênquima paliçádico (PC), hipoderme aquífera (HA), epidermes adaxial (EAD) e abaxial (EAB), espessura do mesofilo (EM) e espessura total (E.total) em (µm) de folha "D" de abacaxizeiro cv. RBR-1 aos 16 meses de idade, em Rio Branco- Acre, UFAC, 2012.

Tratamentos/ Sombreamentos	PC	HÁ	EAD	EAB	EM	E.Total
Pleno Sol (0%)	3067,8b	4303,8a	12,6b	10,0c	7349,0a	7371,5a
Tela 30%	2555,0b	3744,5b	16,8a	15,0a	6269,3b	6299,5b
Mandioca (45%)	4493,8a	3220,8c	16,4a	12,5b	7685,8a	7714,5a
Feijão-de-porco (48,3%)	2680,0b	3113,8c	16,5a	12,5c	5765,0b	5793,8b
Tela 50%	5175,8a	2866,3c	15,5a	14,8a	8010,3a	8042,0a
Média	3594,45	3449,8	12,95	15,54	7015,85	7044,3
C.V (%)	13,73	9,93	6,98	4,74	6,72	6,7

n = 120 para cada variável

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de agrupamento de médias de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A espessura do mesófilo e espessura total foram maiores em plantas sombreadas com tela de 50% e mandioca, que não diferiram do cultivo a pleno sol (Tabela 3; APÊNDICE D), que ocorre normalmente quando os custos do aparelho assimilatório são elevados, tal como em longos períodos de seca (TAIZ; ZEIGER, 2006).

Em folhas de abacaxizeiro o maior espessamento total foi observado nos cultivos a pleno sol condicionado ao maior espessamento da hipoderme aquífera e células do mesofilo e em plantas com mandioca 45% e tela de 50% de sombreamento, condicionados ao maior espessamento da epiderme adaxial, parênquima clorofilado e células do mesofilo. Resultados semelhantes foram obtidos por Lobo (2007), com *Dyckia brevifolia* e por Martins et al. (2009) com alfavaca-cravo, que observaram aumento da espessura total da lâmina foliar em resposta a uma maior exposição luminosa.

As lâminas foliares de abacaxizeiro apresentam apêndices epidérmicos ou tricomas que são estruturas multicelulares complexas compostas por um escudo de células mortas e por um pedúnculo de células vivas localizadas em uma concavidade da epiderme comuns a todas as folhas avaliadas do cv. RBR-1.

O sombreamento com plantas de mandioca, feijão-de-porco e tela de 50% promoveu a formação de tricomas tectores (Figura 8A) menores em relação ao cultivo a pleno sol e tela de 30% de sombreamento ($p < 0,05$) (APÊNDICE E; Tabela 4).

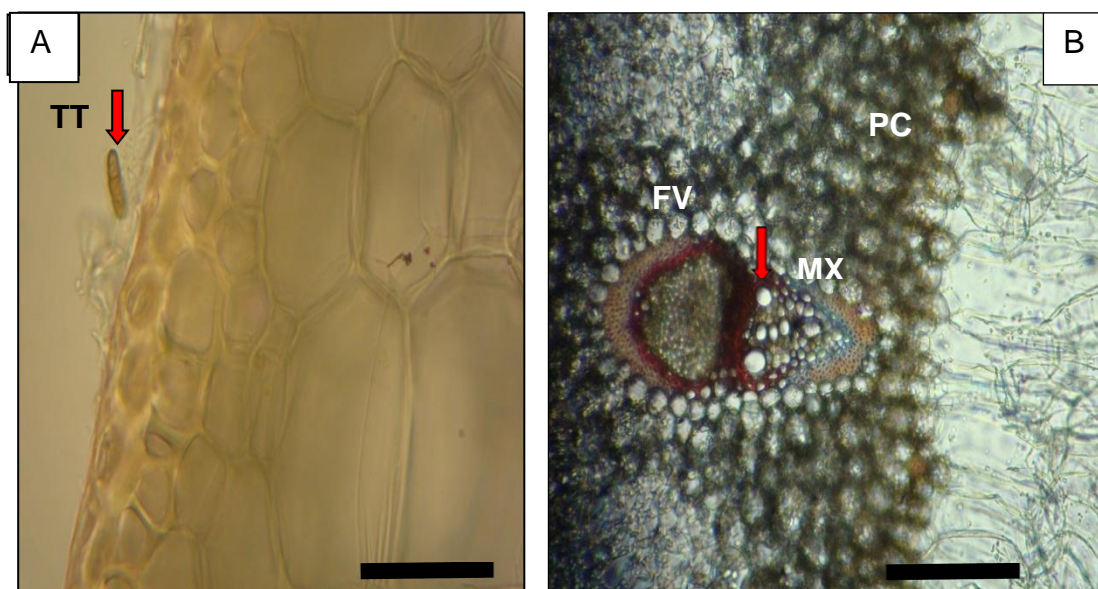


FIGURA 8- Vista geral de secções transversais de lâminas foliares de abacaxizeiro sombreado por plantas de mandioca. Tricomas tectores (TT-8A); feixes vasculares imersos no parênquima clorofilado (FV-8B) e células dos elementos de vasos do metaxilema (MX-8B) 1. Barra= 200 μm (6A-B).

Tabela 4 – Comprimento dos tricomas tectores e diâmetro de células dos elementos de vasos do metaxilema, em (μm) de folhas “D” do abacaxizeiro cv. RBR-1 aos 16 meses de idade, em Rio Branco- Acre, UFAC, 2012.

Tratamentos/ Sombreamentos	Comprimento de tricomas tectores	Diâmetro dos elementos de vasos
Pleno Sol (0%)	643,5 a	986,4 a
Tela 30%	621,8 a	845,8 b
Mandioca (45%)	511,5 b	527,0 c
Feijão-de-porco (48,3%)	584,5 b	806,5 b
Tela 50%	394,3 c	628,3 c
Média	551,1	758,8
C.V. (%)	11,32	12,34

n = 120 para cada variável

Médias seguidas de mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de agrupamento de médias de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Os tricomas podem estar relacionados com diversas funções, mas provavelmente a mais importante está relacionada à redução da transpiração por

reflectância, devido à formação de uma cobertura adicional a lâmina foliar dependendo da espécie (BARBOZA et al., 2006, PROENÇA; SAJO, 2007, TAIZ; ZEIG, 2006), podendo modificar a radiação direta em luz difusa minimizando o efeito interno da intensa radiação nos tecidos fotossintetizantes (LARCHER, 2004).

Nos cultivos de abacaxizeiro com sombreamento de plantas de feijão-de-porco, mandioca, telas de 30% e 50% foram observados menores diâmetros dos elementos de vaso do metaxilema (Figura 6C) em relação ao cultivo a pleno sol ($p < 0,05$) (APÊNDICE E; Tabela 4), evidenciando menor fluxo de seiva bruta, uma vez que a pleno sol a transpiração em geral é maior. Resultados semelhantes foram obtidos por Gomes et al. (2009) em trabalho com cidrão (*L. citriodora*) cultivado em quatro níveis de radiação.

4.1.3 Queima dos frutos e produtividade

Não houve efeito do sombreamento para produtividade e massa média de frutos de abacaxi, porém, o sombreamento influenciou na porcentagem de frutos queimados (APÊNDICE F; Tabela 5).

Tabela 5 – Produtividade de frutos de abacaxi e raízes de mandioca, frutos queimados e massa média de frutos (MMF) cv. RBR-1 aos 16 meses de idade, em Rio Branco- Acre, UFAC, 2012.

Tratamentos	Produtividade do abacaxi (kg ha ⁻¹)	Produtividade Mandioca (kg ha ⁻¹)	Frutos queimados (%)	MMF (kg fruto ⁻¹)
Pleno Sol (0%)	19.156,73 a	-	34,2 a	1,28 a
Tela 30%	18.894,58 a	-	0,0 c	1,26 a
Mandioca (45%)	20.540,20 a	21.717,50	8,8 b	1,37 a
Feijão-de-porco (48,3%)	18.950,88 a	-	43,6 a	1,27 a
Tela 50%	18.843,03 a	-	0,0 c	1,26 a
Média	19.277,08	-	-	1,29
C.V. (%)	10,96	-	-	10,86

¹Médias seguidas de mesma letras na coluna não diferem entre si pelo teste de agrupamento de médias de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

²Os dados de produtividade de raízes de mandioca e porcentagem de frutos queimados, por não apresentarem homogeneidade de variância, foram submetidos ao teste não paramétrico de Friedman a 5% de probabilidade.

O cultivo a pleno sol e em consórcio com feijão-de-porco promoveram as maiores porcentagens de frutos queimados, 34,2% e 43,6%, respectivamente,

seguido do consórcio com mandioca (8,8%), sendo nulo o número de furtos queimados sob tela de 30% e 50% de sombreamento.

Neste trabalho, observou-se que a senescência das folhas e o tombamento de algumas plantas de mandioca contribuíram para a entrada de irradiação direta contribuindo para a queima solar de alguns frutos, entretanto considerada relativamente baixa (8,8%) quando comparada a condição de pleno sol (34,2%). Além disso a planta de abacaxizeiro tomba com o peso dos frutos ao final de seu crescimento, expondo-o diretamente aos raios solares.

O sombreamento promovido por plantas de feijão-de-porco foi ineficiente no controle da queima dos frutos de abacaxi em função do rápido estabelecimento, tombamento da planta e senescência foliar desta leguminosa, sobre as plantas de abacaxizeiro favorecendo a incidência direta dos raios solares nos frutos.

Em cultivos comerciais de taro (*Araceae*) realizados a pleno sol; podem ser observadas injúrias foliares em períodos de intensa irradiância (GONDIM et al., 2008). Em frutos de abacaxi, alta incidência dos raios solares causa a queima, uma alteração anormal da descoloração da casca causada por intensa irradiação solar (CEAGESP, 2003).

Apesar do abacaxizeiro não ter respondido significativamente ($P < 0,05$) aos sombreamentos com plantas de feijão-de-porco e mandioca apresentou tendência de aumento da produtividade do abacaxizeiro com o sombreamento promovido por plantas de mandioca cujo rendimento médio das raízes (Tabela 5) superou o estadual $19.982 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ superior ao rendimento médio nacional de $13.356 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (IBGE, 2012). Por ser uma cultura temporária, constitui rendimento econômico adicional elevado a propriedade, além representar grande importância na segurança alimentar como uma das principais fontes energéticas na alimentação da população local (ANDRADE NETO et al. 2011).

A baixa produtividade do abacaxizeiro determinada através da massa média dos frutos pode estar diretamente relacionada ao cultivo adotado ao qual não foi adotada qualquer prática de correção e/ou adubação do solo. Entretanto os frutos de acordo com a Instrução Normativa de 01/02/2002 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), encontram-se dentro da classificação para comercialização para frutos de polpa amarela com massa maior que 1 200 kg até 1 500 kg (CEAGESP, 2003). Resultados similares obtidos por Sampaio et al. (2011) que ao avaliarem o crescimento vegetativo e características dos frutos de cinco

cultivares de abacaxi na região de Bauru/SP obtiveram massas dos cultivares Gold, Jupi e *S.cayenne* variando de 1,34 a 1,47(kg fruto⁻¹) semelhantes aos valores encontrados neste estudo para o cv. RBR-1 condicionados aos diferentes tipos de sombreamento utilizados.

5 CONCLUSÕES

O abacaxizeiro sob sombreamento de mandioca ou feijão de porco apresenta plasticidade com menor comprimento de tricomas e diâmetro dos elementos de vasos.

O sombreamento com mandioca aumenta a densidade estomática, o espessamento epiderme abaxial e do parênquima clorofilado e reduz o espessamento da hipoderme aquífera e a porcentagem de frutos queimados pelo sol, que foi maior com feijão-de-porco.

O sombreamento com feijão de porco reduz o espessamento do parênquima clorofilado, do mesófilo e da lâmina foliar.

As telas de sombreamento de 30% e 50 % reduz totalmente as perdas de frutos de abacaxi por queima solar.

REFERÊNCIAS

- ACRE. Governo do Estado do Acre. Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre. **Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre Fase II: documento síntese – Escala 1:250.000**. Rio Branco: SEMA, 2006. 356 p.
- AGRIANUAL. Anuário da Agricultura Brasileira. 2012, p.126-133.
- ALVARENGA, A. A. de; CASTRO, E. M. de; LIMA, E. de C.; MAGALHÃES, M. M. Effects of different light levels on the initial growth and photosynthesis of *Croton urucurana* Baill. in southeastern Brazil. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 27, n. 1, p. 53-57, jan./fev. 2003.
- ANDRADE NETO, R. C.; NEGREIROS, J. R. S.; FLORES, P. S.; ALECIO, M. R. SIVIERO, A. **Estado da Arte e Desafios da Mandiocultura no Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2011. 37 p. (Documentos,122).
- AOYAMA, E. M.; SAJO, M. das G. Estrutura foliar de *Aechmea* Ruiz & Pav. subgênero *Lamprococcus* (Beer) Baker e espécies relacionadas (Bromeliaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, n. 4, p. 461-473, out./dez. 2003.
- ARAÚJO, S. A. do C.; DEMINICIS, B. B. Fotoinibição da Fotossíntese. **Revista Brasileira de Biociências**. Porto Alegre, RS, v. 7, n. 4, p. 463-472, out./dez. 2009.
- ARNON, D.I. Copper enzymes in isolated chloroplasts: polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, Maryland, v. 24, n. 1, p. 1-15, Jan. 1949.
- BARBOZA, S. B. S. C.; GRACIANO-RIBEIRO, D.; TEIXEIRA, J. B. PORTES, T. A.; SOUZA, L. A. C. Anatomia foliar de plantas micropropagadas de abacaxi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n. 2, p. 185-194, fev. 2006.
- BACELAR, E. A.; CORREIA, C. M.; MOUTINHO-PEREIRA, J. M.; GONÇALVES, B. C.; LOPES, J. I.; TORRES- PEREIRA, J. M. G. Sclerophylly and leaf anatomical traits of five field-grown olive cultivares growing under drought conditions. **Tree Physiol.**, v. 24, p. 233-239, 2004.
- BARTLETT, M. S. Properties of sufficiency and statistical tests. **Proceedings of the Royal Society of London**, London, v.160, p. 268-282, may. 1937.
- BATAGIN, K. D.; ALMEIDA, C. V. de; TANAKA, F. A. O.; ALMEIDA, M. de. Alterações morfológicas foliares em abacaxizeiros cv. IAC “Gomo de Mel” micropropagados e aclimatizados em diferentes condições de luminosidade. **Acta Botânica Brasília**, Feira de Santana, v. 23, n. 1, p. 85-92, abr./jun. 2009.
- BALTZER, J. L.; THOMAS, S. C. Leaf optical responses to light and soil nutrient availability in temperate deciduous trees. **American Journal of Botany**, v. 92, n. 2, p. 214–223, 2005.

BAYMA, M. A.; de SÁ, C. P.; GONZAGA, D. de O. M.; KLEIN, M. A. Boletim de preços de produtos agropecuários e florestais do Estado do Acre. **Boletim Embrapa Acre-FAEAC**. 2 ed., Jul. 2012.

BRANT, R. S.; PINTO, J. E. B. P.; ROSAL, L. F.; ALVES, C.; OLIVEIRA, C.; ALBUQUERQUE, C. J. B. Adaptações fisiológicas e anatômicas de *Melissa officinalis* L. (Lamiaceae) cultivadas sob malhas termorrefletoras em diferentes intensidades luminosas. **Revista Brasileira de plantas Mediciniais**, Botucatu, v.13, n. 4, p. 467-474, 2011.

BOTERO, C. J.; SANTOS, R. H. J.; MARTINEZ, H. E. P.; CECON, P. R.; SANTOS, C. R.; PERÍN, A. Desenvolvimento reprodutivo e produção inicial de cafeeiros sob diferentes níveis de sombreamento e adubação. **Revista Ceres**, v. 53, n. 307, p. 343-349, 2006.

CABRAL, J. R. S.; CASTELLEN, M. da S.; SOUZA, F. V. D.; MATOS, A. P. de. **Banco de germoplasma de abacaxi**: Cruz das Almas. Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. 32 p. (Documentos, 146).

CAMPOS, P. A. Cultivo ecológico de maracujá-amarelo consorciado com milho, abacaxi, mandioca e plantas de cobertura do solo. Rio Branco, 2011. 48 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-graduação em Agronomia. Universidade Federal do Acre, Rio Branco.

CASTRO, E. M.; PINTO, J. E. B. P.; MELO, H. C.; SOARES, A. M.; ALVARENGA, A. A.; LIMA JÚNIOR, E. C. Aspectos anatômicos e fisiológicos de plantas de guaco submetidas a fotoperíodos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 3, p. 846-850, jul-set. 2005.

CASTRO, A. M. C. e C.; PREZOTTO, A. L. Desempenho agrônomo do milho em sistema de adubação verde. **Agrarian**, v.1, n. 2, p. 35-44, out./dez. 2008.

CHIAMOLERA, L. de B.; ÂNGELO, A. L.; BOEGERS, M. R. ARAÚJO, F. Aspectos anatômicos e fisiológicos de folhas de *mimosa scabrella* de áreas com diferentes graus de sucessão. **FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 41, n. 3, p. 435-450, jul./set. 2011.

CARVALHO, G. J. de; FONTANÉTTI, A. CANÇADO, C. T. Potencial alelopático do feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes*) e da mucuna preta (*Stilozobium aterrimum*) no controle da tiririca (*Cyperus rotandus*). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 3, p. 647-651, mai./jun. 2002.

CARVALHO, R. F.; TAKAKI, M.; AZEVEDO, R. A. Plant pigments: the many faces of light perception. **Acta Physiologiae Plantarum**, Kraków, v. 33, n. 2, p. 241-248, feb. 2010.

CEAGESP - Centro de qualidade de horticultura e companhia de entrepostos e armazéns gerais de São Paulo. **Programa brasileiro para a modernização da horticultura: normas de classificação do abacaxi**. SP, 2003. (Documentos, 24).

CONFORTO, E. de.; CONTIN, D. R. Desenvolvimento do açazeiro de terra firme, cultivar Pará, sob atenuação da radiação solar em fase de viveiro. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 4, p. 979-983, 2009.

CRESTANI, M.; BARBIERI, R. L.; HAWERROTH, F. J.; CARVALHO, F. I. F. de; OLIVEIRA, A. C. de. Das Américas para o Mundo origem, domesticação e dispersão do abacaxizeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 6, p.1473-1483, jun. 2010.

CUNHA, G. A. P.; REINHARDT, D. H.; MATOS, A. P. de; SOUZA, L. F. da S.; SANCHES, N. F.; CABRAL, J. R. S.; ALMEIDA, O. A. de. Recomendações técnicas para o cultivo do abacaxizeiro. **Embrapa mandioca e fruticultura tropical**. Cruz das Almas, BA, dez. 2005 (Circular técnica, 73).

CUNHA, G. A. P. DA; HAROLDO, D. Cuidados para evitar queima solar no abacaxi. **Revista Frutas e derivados**, Ano 3, Edição 9, p.17, 2008.

DELAGRANGE, S. Light- and seasonal-induced plasticity in leaf morphology, N partitioning and photosynthetic capacity of two temperate deciduous species. **Environmental and Experimental Botany**, v. 70, p. 1-10, 2011.

DERWIDUEÉ, F. S.; GONZALEZ, A. M. Anatomía foliar en Bromeliaceae del Nordeste Argentino y Paraguay. **Bonplandia**, v.19, n. 2, p. 153-173, 2010.

DIAS, D. P.; MARENCO, R. A. Fotossíntese e fotoinibição em mogno e acariquara em função da luminosidade e temperatura foliar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 3, p. 305-311, 2007.

DUZ, S. R.; SIMINSKI, A.; SANTOS, M.; PAULILO, M. T. Crescimento inicial de três espécies arbóreas da Floresta Atlântica em resposta à variação na quantidade de luz. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 27, n. 3, p. 587-596, jul./set. 2004.

ESPINDOLA JUNIOR, A.; BOEGER, M. R. T. MACCARI JÚNIOR, A.; REISSMANN, C.B.; RICKLI, F. L. Variação na estrutura foliar de *Mikania glomerata* Spreng. (Asteraceae) sob diferentes condições de luminosidade. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 32, n. 4, p. 749-758, out./dez. 2009.

FERREIRA, W. N.; ZANDAVALLI, R. B.; BEZERRA, A. M. E.; MEDEIROS FILHO, S. Crescimento inicial de *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke (Mimosaceae) e *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. cebil (Griseb.) Altshul (Mimosaceae) sob diferentes níveis de sombreamento. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 26, n. 2, p. 408-414, abr. 2012.

FONTANÉTTI, A.; CARVALHO, G. de; MORAIS, A. R. de; ALMEIDA, K. de; DUARTE, W. F. Adubação verde no controle de plantas invasoras nas culturas de alface-americana e de repolho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 5, p. 967-973, set./out. 2004.

FORMENTINI, E. A. Cartilha sobre adubação verde e compostagem. Vitória-ES, **INCAPER**, n. 27, 2008.

GALMÉS, J.; MEDRANO, H.; FLEXAS, J. Photosynthesis and photoinhibition in response to drought in a pubescent (var. minor) and a glabrous (var. palaui) variety of *digitalis minor*. **Environmental and Experimental Botany**, v. 60, p.105-111, 2007.

GOMES, P. A. SOUZA, M. F. de; SOUZA JÚNIRO, I. T. de; CARVALHO JUNIOR, W. G. O.; FIGUEIREDO, L. S. de; MARTINS, E. R. Influência do sombreamento na

produção de biomassa, óleo essencial e quantidade de tricomas glandulares em cidrão (*Lippia citriodora* Lam.). **Revista Biotemas**, v. 22, n. 4, dez. 2009.

GONDIM, A. R. de O.; PUIATTI, M.; VENTRELLA, M. C.; CECON, P.R. Plasticidade anatômica da folha de taro cultivado sob diferentes condições de sombreamento. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n.4, p.1037-1045, out. 2008.

GRATANI, L.; COVONE, F.; LARCHER, W. Leaf plasticity in response to light of three evergreen species of the Mediterranean maquis. **Trees**, Vancouver, v. 20, n. 5, p. 549-558, Sept. 2006.

HOLLAND, N.; RICHARDSON, A. D. Stomatal Length Correlates with Elevation of Growth in Four Temperate Species. **Journal of Sustainable Forestry**, v. 28, p. 63-73, 2009.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Banco de dados agregados**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Online. Acesso em: 16 mar. 2012.

JIMENEZ DÍAZ, J. A. **Manual práctico para el cultivo de la piña de exportación**. San José: Editorial Tecnológica de Costa Rica, 2008.

KELLER, P.; LUTTGE, U. Photosynthetic light-use by three bromeliads originating from shaded sites (*Ananas ananassoides*, *Ananas comosus* cv. Panare) and exposed sites (*Pitcairnia pruinosa*) in the medium Orinoco basin, Venezuela. **Journal Biologia Plantarum**, v. 49, n. 1, p. 73-79, mar. 2005.

KIM, G.; YANO, S.; KOZUKA, T.; TSUKAYA, H. Photomorphogenesis of leaves: shade-avoidance and differentiation of sun and shade leaves. **Photochemistry, Photobiology and Science**, Cambridge, v. 4, n. 5, p. 770-774, May. 2005.

KIM S. J.; YUA D. J.; KIM T.C.; LEE H. J. Growth and photosynthetic characteristics of blueberry (*Vaccinium corymbosum* cv. Bluecrop) under various shade levels. **Scientia Horticulturae**, v. 29, p. 486-492, Apri. 2011.

KIST, H. G.; RAMOS, J. D.; SANTOS, V. A. dos.; RUFINI, J. C. M. Fenologia e escalonamento da produção do abacaxizeiro 'Smooth Cayenne' no Cerrado de Mato Grosso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 46, n. 9, p. 992-997, set. 2011.

KRAUS, J. E.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Seropédica: Editora Universidade Rural, 1997.

LABOURIAU, L. G.; OLIVEIRA, J. G.; LABOURIAU, M. L. S. Transpiração de *Schizolobium parahyba* (Vell.) Toledo. I- Comportamento na estação chuvosa, nas condições de Caeté, Minas Gerais, Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.33, n.2, p.237-258, 1961.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. Physiological Ecology. Tradução Carlos Henrique Britto de Aassis Prado. São Carlos, SP: Rima Artes e Textos, 2004. p. 518.

LAROCCA, D. G.; SILVA, I. V. Anatomia foliar de *Bromelia balanzae* MEZ (Bromeliaceae, Bromelioideae) ocorrentes no parque estadual cristalino-MT In:

Congresso de Iniciação Científica, 3ª. (JC), 2010, Cáceres/MT. Anais... Cáceres/MT: Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação - PRPPG, v. 6, 2010. 1 CD-ROM.

LEDO, A. da S.; GONDIM, T. M. de S; OLIVEIRA, T. K. de; NEGREIROS, J. R. da S; AZEVEDO, F. F. de. Efeito de indutores de florescimento nas cultivares de abacaxizeiro RBR-1, SNG-2 e SNG-3 em Rio Branco-Acre **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 26, n. 3, p. 395-398, dez. 2004.

LENZI, M.; MATOS, J. Z.; ORTH, A. I. Variação morfológica e reprodutiva de *Aechmea lindenii* (E. Morren) Baker var. *lindenii* (Bromeliaceae). **Acta Botânica Brasílica**, v. 20, n. 2, p. 487-500, jun. 2006.

LIMA JR., E. de C.; ALVARENGA, CASTRO, E. M. de; VIEIRA, C. V.; BARBOSA, J. P. R. A. D. Aspectos fisioanatômicos de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 30, n. 1, p. 33-41, jan. 2006.

LOBO, G. M. **Morfoanatomia da reófito *Dyckia brevifolia* Baker (Bromeliaceae)**. 2007. 93 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Centro de Ciências Biológicas, Universidade federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

LOPES, O. P. **Tipos de proteção contra queima solar de frutos de abacaxizeiro ‘Pérola’ sob diferentes lâminas de irrigação**. 2010. 30 f. Dissertação de mestrado

LUDEWIGS, T.; BRONDOZIO, E. S. panths of diversification: land use, livelihood strategies and social learning along the aging of a land reform settlement in Acre, Brazil. **Amazônica-Revista de Antropologia**, v.1, n. 2, 2009.

MAPA- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa** de 01 fevereiro de 2002 .

MAPA- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria** nº 131, de 28 de Abril de 2011.

MARENCO, R. A.; NEVES, T. dos S.; CAMARGO, M. Â. B.; DIAS, D. P.; COSTA, G. F. da RODRIGUES, J. C. **Nota científica**. Fotoinibição dinâmica da fotossíntese em árvores de dossel da Amazônia Central **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 150-152, jul. 2007.

MARKESTEIJN, L.; POOTER, L.; BONGERS, F. Light-dependent leaf taint variation in 43 tropical dry forest tree species. **American Journal of Botany**. St. Louis, v.94, n.4, p. 515-525, Apri. 2007.

MARTINS, J. R.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M. de.; SILVA, A. P. O. da.; OLIVEIRA, C.; ALVES, E. Anatomia foliar de plantas de alfavaca-cravo cultivadas sob malhas coloridas. **Ciência Rural**. Santa Maria, v.39, n.1, p.82-87, jan./fev. 2009.

MATOS, A. P.; CABRAL, J. R. S. **A Queima-solar do Fruto do Abacaxizeiro e seu Controle**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. (Abacaxi em Foco, 27).

MEIRA, M. R.; MARTINS, E. R.; MANGANOTTI, S. A. Crescimento, produção de fitomassa e teor de óleo essencial de (*Melissa officinalis* L.) sob diferentes níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.14, n. 2, p. 352-357, 2012.

NASSAR, N. M. A. Mandioca: Opção contra a fome. **CIÊNCIA HOJE**, v. 39 n. 231, out. 2006.

NERY, F. C.; OLIVEIRA, H. M. de; ALVARENGA, A. A. de; DOUSSEAU S.; CASTRO, M.; CAMPOS, A. C. A. L. Initial development and gas Exchange of *Talisia subalbans* (Mart. Ralclk.) under different shading conditions. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 35, n. 1, p. 61-67, jan./fev. 2011.

OGUCHI, R.; HIKOSAKA, K.; HIROSE, T. Does the photosynthetic light-acclimation need change in leaf anatomy? **Plant, Cell and Environment**, Malden, v. 26, n. 4, p. 505-512, Apr. 2003.

OLIVEIRA, E. C. P. de; LAMEIRA, O. A.; SOUSA, F. I. B. de; SILVA, R. J. F. Estrutura foliar de curauá em diferentes intensidades de radiação fotossinteticamente ativa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 43, n. 2, p.163-169, fev. 2008.

PANDEY, S.; KUSHWAHA, R. Leaf anatomy and photosynthetic acclimation in *Valeriana jatamansi* L. Grown under high and low irradiance. **Photosynthetica**, v. 43, n.1, p. 85-90, 2005.

PEGORARO, R. L.; FALKENBERG, M. de B.; VOLTOLINI, C. H.; SANTOS, M.; PAULILO, M. T. S. Produção de óleos essenciais em plantas de *Mentha x piperita* L. var. *piperita* (Lamiaceae) submetidas a diferentes níveis de luz e nutrição do substrato. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 33, n.4, p.631-637, out./dec. 2010.

PEREIRA, T. A. R. **Anatomia foliar de Bromeliaceae Juss. do Parque Estadual do Itacolomi, Minas Gerais, Brasil**. 2011, 73 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal de Viçosa, MG, 2011.

PERIN, A.; BERNARDO, J. T.; SANTOS, R. H. S.; FREITAS, G. B. de. Desempenho agrônomo de milho consorciado com feijão-de-porco em duas épocas de cultivo no sistema orgânico de produção. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 31, n. 3, p. 903-908, mai./jun. 2007.

PROENÇA, S. L.; SAJO, M. das G. Anatomia foliar de bromélias ocorrentes em áreas de cerrado do Estado de São Paulo, Brasil. **Acta Botânica Brasília**, Feira de Santana, v. 21, n. 3, p. 657-673, set. 2007.

PY, C.; LACOEUILHE, J. J.; TEISSON, C. **L'ananas, sa culture, sés produits**. Paris: G. P. Maisonneuve & Larose, 1984. 562p.

PYPERS, P.; SANGINGAB, J. M.; KASEREKAB, B.; WALANGULULUC, M.; VANLAUWEA, B. Increased productivity through integrated soil fertility

management in cassava–legume intercropping systems in the highlands of Sud-Kivu, DR Congo. **Field Crops Research**, v. 120, p. 76-85, 2011.

POMPELLI, M. F.; MARTINS, S. C. V.; CELIN, E. F.; VENTRELLA, M.; C.; MATTA, F.; M.; da What is the influence of ordinary epidermal cells and stomata on the leaf plasticity of coffee plants grown under full-sun and shady conditions? **Brazilian Journal Biology**, v. 70, n. 4, p. 1083-1088, Out. 2010.

REITZINGER, R. **Avaliação e caracterização de cultivares de abacaxi no Acre**: Rio Branco. Embrapa- CPAF/ Acre, 1992, 28 p. (Boletim de Pesquisa, 3).

RICCI, M. dos S. F.; RODRIGUES, M. B. **Desenvolvimento do feijão-de-porco plantado para adubação verde do cafeeiro cultivado sob manejo orgânico e arborizado**. Seropédica- RJ. Embrapa Agrobiologia, 2009, 20 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 44).

RODRIGUES, H. J. B.; COSTA, R. F. da; RIBEIRO, J. B. M.; SOUZA FILHO, J. D. da C.; RUIVO, M. de L. P.; SILVA JÚNIOR, J. de A. Variabilidade sazonal da condutância estomática em um ecossistema de manguezal amazônico e suas relações com variáveis meteorológicas. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 26, n. 2, 189-196, 2011.

ROSSATTO, D. R.; KOLB, R. M. *Gochnatia polymorpha* (Less.) Cabrera (Asteraceae) changes in leaf structure due to differences in light and edaphic conditions. **Acta Botânica Brasílica**, v. 24, n. 3, p. 605-612. July./sept. 2010.

ROZENDAAL, D. M. A.; HURTADO, V. H.; POORTER, L. Plasticity in leaf traits of 38 tropical tree species in response to light; relationships with light demand and adult stature. **Functional Ecology**, London, v. 20, n. 2, p. 207-216, Apr. 2006.

SCATENA, V. L.; SEGECIN, S. Anatomia foliar de *Tillandsia* L. (Bromeliaceae) dos **Revista Brasileira de Botânica**. Campos Gerais, Paraná, v. 28, n. 3, p. 635-649, jul./set. 2005.

SAMPAIO, A. C. FUMIS, T. de F.; LEONEL, S. Vegetative growth and fruit characteristics of five cultivars of pineapple in the Bauru region. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 3, p. 816-822, Sept. 2011.

SARIJEVA, G.; KNAPP, M.; LICHTENTHALER, H. K. Differences in photosynthetic activity, chlorophyll and carotenoid levels, and in chlorophyll fluorescence parameters in green sun and shade leaves of *Ginkgo* and *Fagus*. **Journal of Plant Physiology**, Ohio, v.164, n.7, p. 950-955, 2007.

SILVA, M. L. S. **Avaliação do desenvolvimento de mudas de maracujazeiro (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) sob diferentes níveis de sombreamento**. 2004. 73 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Área de concentração em fitotecnia). Universidade Estadual da Bahia. Vitória da Conquista, BA.

SILVA, B. S. da. **Caracterização botânica e agrônômica da coleção de trabalho de mandioca da Embrapa Acre**. 2009. 75 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Centro de Ciências Biológicas da Natureza - Universidade Federal do Acre. Rio Branco, AC.

SOMAVILLA, N. S.; RIBEIRO, D. G. Análise comparativa da anatomia foliar de Melastomataceae em ambiente de vereda e cerrado *sensu stricto*. **Acta Botânica Brasílica**, v. 25, n. 4, p. 764-775, out./dez. 2011.

SOUSA, G. M. de; ESTELITA, M. E. M.; WANDERLEY, M. das G. L. Anatomia foliar de espécies brasileiras de *Aechmea* subg. *Chevaliera* (Gaudich. ex Beer) Baker, Bromelioideae-Bromeliaceae. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, n. 3, p. 603-613, jul./set. 2005.

SOUZA, C. B. de.; da SILVA, B. B. da.; AZEVEDO, P. V. de. Crescimento e rendimento do abacaxizeiro nas condições climáticas dos Tabuleiros Costeiros do Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n. 2, p.134-141, 2007.

SOUZA, G. M.; BALMANT, B. D.; VÍTOLO, H. F. GOMES, K. B. P.; FLORENTINO, T. M.; CATUCHI, T. A.; VIEIRA, W. de L. Estratégias de utilização de luz e estabilidade do desenvolvimento de plântulas de *Cordia superba* Cham. (Boraginaceae) crescidas em diferentes ambientes luminosos. **Acta Botânica Brasílica**, v. 23, n. 2, p. 474-485, 2009.

SOUZA, O. P. de; COUTINHO, A. C.; TORRES, J. L. R. Avaliação econômica da produção do abacaxi irrigado cv *Smooth cayenne* no cerrado, em Uberaba-MG. **Revista Universitária Rural**, Série Ciência Vida. Seropédica, RJ, EDUR, v. 30, n. 1, jan./jun, 2010.

TERASHIMA, I.; HANBA, Y. T.; TAZOE, Y.; VYAS, P.; YANO, S. Irradiance and phenotype: comparative eco-development of sun and shade leaves in relation to photosynthetic CO₂ diffusion. **Journal of Experimental Botany**, Lancaster, v. 57, n. 2, p. 343-354, Jan. 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Tradução Eliane Romanato Santarém. Porto Alegre: Artmed, 2006. 722 p. Tradução de: Plant physiology.

TURLEY, R. B.; VAUGHN, K. C. Molecular biology and physiology Differential Expression of Trichomes on the Leaves of Upland Cotton (*Gossypium hirsutum* L.). **Journal of cotton science**, v.16, n. 1, 2012.

TIWARI, S. P.; KUMAR, P.; YADAV, D.; CHAUHAN, D. V. Comparative morphological, epidermal, and anatomical studies of *Pinus roxburghii* needles at different altitudes in the North-West Indian Himalayas. **Turkish Journal of Botany**, v. 37,p. 65-73, 2013.

VIEIRA, D. A. de P.; PORTES, T. de A.; STACCIARINI-SERAPHIN, E.; TEIXEIRA, J. B. Fluorescência e teores de clorofilas em abacaxizeiro cv. pérola submetido a diferentes concentrações de sulfato de amônio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 32, n. 2, p. 360-368, jun. 2010.

VOLTOLINI, C. H.; SANTOS, M. Variações na morfoanatomia foliar de *Aechmea lindenii* (E. Morren) Baker var. *lindenii*(Bromeliaceae) sob distintas condições ambientais. **Acta Botanica Brasílica**, v. 25, n. 1, p. 2-10. Feira de Santana, mar. 2011.

ZANELLA, F.; SONCELA R.; LIMA, A. L. da S. Formação de mudas de maracujazeiro amarelo sob níveis de sombreamento em Ji-Paraná-RO. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 880-884, set./out., 2006.

UFAC-Universidade Federal do Acre. Departamento de Ciências Agrárias. Estação de meteorologia. Rio Branco: UFAC, 2013.

APÉNDICES

APÊNDICE A – Perfil do solo classificado como argissolo amarelo plíntico distrófico na camada de 0-20 cm da área de cultivo do abacaxizeiro cv. RBR-1, em Rio Branco- Acre, UFAC, 2012.



APENDICE B – Resumo da análise de variância (QM) das variáveis área foliar (AF), taxa de crescimento absoluto (TCA) e taxa de crescimento relativo (TCR) de abacaxizeiro cv. RBR-1 aos 16 meses de idade, em Rio Branco- Acre, UFAC, 2012.

Fonte de variação	GL	AF (cm ²)	TCA (cm ² .dia ⁻¹)	TCR (cm ⁻² cm ⁻² dia ⁻¹)
Bloco	3	6028,09*	0,773ns	0,000007ns
Tempo (A)	3	300010,13**	25,983**	0,005350**
Erro (A)	9	1167,68	0,216	0,000051
Sombreamento(B)	4	1271,60 ^{ns}	0,235 ^{ns}	0,000754**
A * B	12	514,58 ^{ns}	0,129 ^{ns}	0,000332**
Resíduo	48	1614,79	0,288	0,000019
C.V. 1 (%)		14,91	17,06	21,03
C.V. 2 (%)		17,53	19,68	12,93
Média		229,21	2,73	0,0339

(1) ns - não significativo; * - significativo a 5%; ** - significativo a 1% de probabilidade.

(2) QM – quadrado médio; GL – grau de liberdade; CV – coeficiente de variação.

APÊNDICE C – Resumo da análise de variância (QM) das variáveis, clorofila *a*, clorofila *b*, clorofila total *a+b* e razão entre clorofila *a/b* de folha "D" de abacaxizeiro cv. RBR-1 aos 16 meses de idade, em Rio Branco- Acre, UFAC, 2012.

F.V.	G.L.	a (mg/g ⁻¹)	b (mg/g ⁻¹)	ab (mg/g ⁻¹)	a/b (mg/g ⁻¹)
Bloco	3	0,000155 ^{ns}	0.000017 ^{ns}	0,000165 ^{ns}	0,184261 ^{ns}
Tratamento	4	0,000085 ^{ns}	0.000016 ^{ns}	0,000118 ^{ns}	0,106624 ^{ns}
Resíduo	12	0,000127	0.000037	0,000280	0,164970
Média		22,15	26,55	22,60	21,87
C.V. (%)		0,051	0,023	0,074	1,857

(1) ns - não significativo; * - significativo a 5%; ** - significativo a 1% de probabilidade.

(2) QM – quadrado médio; GL – grau de liberdade; CV – coeficiente de variação.

APÊNDICE D – Resumo da análise de variância (QM) das variáveis densidade de estômatos (DDE), comprimento (CCG) e largura das células-guarda (LCG), comprimento (CP) e largura do poro estomático (LP) de folha "D" de abacaxizeiro cv. RBR-1 aos 16 meses de idade, em Rio Branco- Acre, UFAC, 2012.

F.V.	G.L.	DDE (n.mm ²)	CCG (µm)	LCG (µm)	CP (µm)	LP (µm)
Bloco	3	21,55 ^{ns}	0,93 ^{ns}	0,93 ^{ns}	8,60 ^{**}	0,018 ^{ns}
Tratamento	4	389,01 [*]	94,67 ^{**}	5,8 [*]	1,82 ^{ns}	0,068 ^{ns}
Resíduo	12	79,65	2,98	1,26	0,89	0,057
Média		108,46	30,2	11,8	12,9	1,98
C.V. (%)		8,23	5,71	9,54	7,82	12,14

(1) ns - não significativo; * - significativo a 5%; ** - significativo a 1% de probabilidade.

(2) QM – quadrado médio; GL – grau de liberdade; CV – coeficiente de variação.

APÊNDICE E – Resumo da análise de variância (QM) das variáveis parênquima paliçádico (PC), hipoderme aquífera (HA), epidermes adaxial (EAD) e abaxial (EAB) espessura do mesófilo (EM) e espessura total (E.total) de folha "D" de abacaxizeiro cv. RBR-1 aos 16 meses de idade, em Rio Branco- Acre, UFAC, 2012.

F.V.	G.L.	PC (μm)	HA (μm)	EAB (μm)	EAD (μm)	EM (μm)	E. total (μm)
Bloco	3	385050,4 ^{ns}	588029,2*	1,65 ^{ns}	1,148 ^{ns}	1116167,9 ^{ns}	1120098,5**
Tratamento	4	5503338,2**	1322002,8**	16,55**	11,92**	3670623,6**	3670235,5**
Resíduo	1 2	243635,6	117386,7	0,8166	0,54	222534,0	222550,7
Média		3594,45	3449,8	12,95	15,54	7015,85	7044,3
C.V. (%)		13,73	9,93	6,98	4,74	6,72	6,7

(1) ns - não significativo; * - significativo a 5%; ** - significativo a 1% de probabilidade.

(2) QM – quadrado médio; GL – grau de liberdade; CV – coeficiente de variação.

APÊNDICE F - Resumo da análise de variância (QM) das variáveis comprimento de tricomas, diâmetro dos elementos de vasos em e comprimento de folha "D" de abacaxizeiro cv. RBR-1 aos 16 meses de idade, em Rio Branco- Acre, UFAC, 2012.

F.V.	G.L.	Comprimento de tricomas tectores (μ)	Diâmetro dos elementos de vasos (μ)	Comprimento da folha D (cm)
Bloco	3	2221,13 ^{ns}	43519,2*	125,03 ^{ns}
Tratamento	4	40814,8**	132457,4**	123,92 ^{ns}
Resíduo	12	3892,3	8762,7	56,93
Média		551,1	758,8	91,87
C.V. (%)		11,32	12,34	8,21

(1) ns - não significativo; * - significativo a 5%; ** - significativo a 1% de probabilidade.

(2) QM – quadrado médio; GL – grau de liberdade; CV – coeficiente de variação.

APÊNDICE G – Resumo da análise (QM) de variância das variáveis produtividade de frutos de abacaxi e massa média de frutos cv. RBR-1 aos 16 meses de idade, em Rio Branco- Acre, UFAC, 2012.

F.V.	G.L.	Produtividade do abacaxi (kg ha ⁻¹)	MMF (kg ha ⁻¹)
Bloco	3	5231042,8 ^{ns}	0,0234 ^{ns}
Tratamento	4	2051081,0 ^{ns}	0,0091 ^{ns}
Resíduo	12	4464359,5	0,0195
Média		19277,08	1,29
C.V. (%)		10,96	10,86

(1) ns - não significativo; * - significativo a 5%; ** - significativo a 1% de probabilidade.

(2) QM – quadrado médio; GL – grau de liberdade; CV – coeficiente de variação.