

DHEIMY DA SILVA NOVELLI

SOMBREAMENTO E MÉTODOS DE PROPAGAÇÃO NO ESTABELECIMENTO E
MORFOANATOMIA DE CUPUACUZEIRO



RIO BRANCO - AC

2014

DHEIMY DA SILVA NOVELLI

SOMBREAMENTO E MÉTODOS DE PROPAGAÇÃO NO ESTABELECIMENTO E
MORFOANATOMIA DECUPUAÇUZEIRO

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: Paulo Cesar Fermino Poeta Junior

RIO BRANCO - AC

2014

©NOVELLI, D. S., 2014.

NOVELLI, Dheimy da Silva. **Sombreamento e método de propagação no estabelecimento e morfoanatomia de cupuaçuzeiro** Rio Branco, 2014. 44 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-graduação em Agronomia. Universidade Federal do Acre, 2014.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFAC

N938s Novelli, Dheimy da Silva.

Sombreamento e método de propagação no Estabelecimento e morfoanatomia de cupuaçuzeiro / Dheimy da Silva Novelli. – 2014. 44 f.: il.; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Acre, Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Área de Concentração em Produção Vegetal. Rio Branco, 2014.

Inclui Referências bibliográficas e apêndices.

Orientador: Prof. Dr. Sebastião Elviro de Araújo Neto.

Co-orientador: Prof. Paulo Cesar Fermino Poeta Junior.

1. Cupuaçu – Plantio – Sombreamento. 2. Efeito de sombra. 3. Cupuaçu – cultivo. 4. *Theobroma grandiflorum*. I. Título.

CDD. 634.65


DHEIMY DA SILVA NOVELLI

**SOMBREAMENTO E MÉTODOS DE PROPAGAÇÃO NO
ESTABELECIMENTO E MORFOANATOMIA DE CUPUAÇUZEIRO**

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

APROVADA em 06 de março de 2014


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


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



Prof. Dr. Jairo Rafael Machado Dias
Universidade Federal de Rondônia
Membro

RIO BRANCO - AC
2014

Aos meus amados pais, Edson de Souza Novelli e Maria Irisma da Silva Novelli.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. Sebastião Elviro de Araújo Neto, pela orientação e amizade.

À Professora Dra. Regina Lúcia Félix Ferreira, pela amizade e orientações.

Ao professor Dr. Paulo Cesar Poeta Fermino Junior, pelas contribuições e sugestões ao trabalho.

A todos os professores do curso de Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, em especial ao Dr. Jorge Ferreira Kusdra, pelos ensinamentos.

Aos pesquisadores Dr. Frederico Henrique da Silva Costa (UFAC), e Dr. Jairo Rafael Machado Dias (UNIR), pelas contribuições.

A minha família, pelo incentivo e compreensão dos momentos de ausência no decorrer da pesquisa.

A todos os colegas de curso, pela amizade, paciência, colaboração e incentivo aos estudos, em especial a Nohelene Thandara Nogueira Fredenberg, Irene Ferro da Silva, Rafaela Damasceno, Aldenice Lima, Shirlei Cristina Minosso e Camila Lustosa.

À Universidade Federal do Acre e ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal pela oportunidade.

Ao Ministério da Educação/CAPES, pela concessão da bolsa de estudo através do Programa REUNI.

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

O cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum.) é uma frutífera amazônica, de grande aceitação pelos consumidores e comumente cultivada em sistemas agroflorestais. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do sombreamento e métodos de propagação no estabelecimento e a morfoanatomia de cupuaçuzeiros. O experimento foi realizado a campo em blocos casualizados, com quatro repetições de 10 plantas cada. Para análise de crescimento utilizou-se esquema de parcelas sub-subdivididas (cinco épocas – parcela; três níveis de sombreamento – subparcela e quatro métodos de propagação – sub-subparcela). Para avaliação de massa de planta utilizou-se esquema de parcela subdividida com os sombreamento na parcela e os métodos de propagação nas subparcelas; e para as análises morfoanatômicas considerou-se DBC com os sombreamentos nas parcelas. As medições de área foliar e altura da planta foram realizadas a cada 90 dias e as morfoanatômicas, massa fresca (MFPA) e seca da parte aérea (MSPA) aos 15 meses. Foi aplicado o teste de Tukey para a comparação de médias e o teste não-paramétrico de Friedman ($p < 0,05\%$) para as variáveis qualitativas e análise de regressão para as quantitativas. A espessura do parênquima lacunoso foi maior nas folhas sombreadas por tela 50%, as outras características morfoanatômicas e os teores de clorofila não sofreram influência significativa dos tratamentos. As mudas com desenvolvimento inicial em viveiro atingiram maior altura, taxa de crescimento relativo (TCR) e absoluta (TCA). As maiores altura, TCR e TCA foram obtidos em cultivo sob tela 50%, seguido pelo consórcio. Os piores desempenhos em todas as características avaliadas ficaram para mudas cultivadas a pleno sol.

Palavras-chave: *Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum., sombreamento, plantio.

ABSTRACT

The cupuassu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum.) Is an Amazonian fruit, widely accepted by consumers and commonly grown in agroforestry systems to be demanding in shading. The objective of this study was to evaluate the effect of shadowing and propagation methods in establishing and morphoanatomy of cupuassu. The field experiment was conducted in a randomized complete block design with four replications of 10 plants each. For growth analysis was used to plot sub - divided (five times - plot, three levels of shading - subplot and four methods of propagation - sub - subplots). To review the biometrics of plant was used to subdivide plot design with shading in the plot and subplots propagation methods, and to morphoanatomical analyzes considered the randomization in blocks of shading. Analyses of growth (leaf area and plant height) were taken every 90 days and morphoanatomical, fresh and dry mass of the aerial part of 15 months. To compare means for qualitative variables Tukey tests and Friedman ($p < 0.05\%$) for quantitative variables and regression analysis were applied. The thickness of the spongy parenchyma was higher in shaded leaves by 50 % screen, the other morphoanatomic characteristics and chlorophyll content did not show a significant influence of other levels of shading. Seedlings with initial development in nurseries reached greater height, relative growth rate and absolute. The highest point, TCA and TCR were obtained in culture under 50 % screen, followed by the consortium. The worst performers in all characteristics were evaluated for seedling grown in full sun.

Keywords: *Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum, anatomy, growth.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Precipitação média mensal (mm), temperatura média mensal (°C), umidade relativa mensal (%) e insolação média (h/décimos) no período de 2012 e 2013. Fonte: UFAC, 2013.....	22
Figura 2 - Altura de mudas de cupuaçuzeiro, em Rio Branco, Acre. UFAC, 2013.	23
Figura 3 - Taxa de crescimento relativo (TCR) de mudas de cupuaçuzeiro sombreadas por consórcio, tela de 50% e a pleno sol, em plantio a lanço, direto, plântulas e mudas de viveiro, em Rio Branco, Acre. UFAC, 2013 (Análise de variância APÊNDICE A).....	24
Figura 4 - Taxa de crescimento absoluto (TCA) de mudas de cupuaçuzeiro sob consórcio, tela 50% e pleno sol, em Rio Branco, Acre. UFAC, 2013 (Análise de variância APÊNDICE A).....	25
Figura 5 - Taxa de crescimento absoluto (TCA) de mudas de cupuaçuzeiro em plantio direto, à lanço, transplantio de plântulas e mudas, em Rio Branco, Acre. UFAC, 2013 (Análise de variância APÊNDICE A).....	26
Figura 6 - Área foliar de mudas de cupuaçuzeiro em plantio direto, à lanço, transplantio de plântulas e mudas, em Rio Branco, Acre. UFAC, 2013 (Análise de variância APÊNDICE A).....	27
Figura 7 - Área foliar de mudas de cupuaçuzeiro sob consórcio, tela 50% e pleno sol, em Rio Branco, Acre. UFAC, 2013 (Análise de variância APÊNDICE A).....	29
Figura 8 - Corte transversal da nervura secundária de folha de cupuaçuzeiro sobre tela de 50%. Xilema (x), floema (f), células parenquimáticas (cp), parênquima fundamental central (pfc) e córtex (co). Barra = 100 µm.....	30
Figura 9- Corte transversal da lâmina foliar do cupuaçuzeiro. Aspecto geral da região mediana de plantas cultivadas a pleno sol (A); Aspecto geral da região mediana de plantas cultivadas à sombra (B). Epiderme adaxial (ead), epiderme abaxial (eab), parênquima paliçádico (pp), parênquima lacunoso (pl), tricoma estrelado (t). Barra = 10 µm.....	31
Figura 10- Corte paradérmico da epiderme abaxial de folha de cupuaçuzeiro sobre pleno sol. Tricoma estrelado (te), tricoma glandular (t) e estômato (e) (A); detalhe dos estômatos (e) (B). Barra = 100 µm....	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-	Taxa de Crescimento Absoluto (TCA) de mudas de cupuaçuzeiro, sob tela de 50%, consórcio e pleno sol em plantio direto (PD), á lanço, transplântio de plântulas e mudas de viveiro, em Rio Branco, Acre. UFAC, 2013.....	28
Tabela 2-	Massa seca da parte aérea (MSPA) e massa fresca da parte aérea (MFPA) de mudas de cupuaçuzeiro, sob tela de 50%, consórcio e pleno sol; e em plantio direto, á lanço, transplântio de plântulas e plantio de mudas de viveiro, em Rio Branco, Acre. UFAC, 2013.....	29
Tabela 3-	Clorofila <i>a</i> , clorofila <i>b</i> , clorofila <i>a/b</i> e clorofila total <i>a+b</i> de folhas de cupuaçuzeiro aos 15 meses de idade, cultivados sob consórcio, tela de 50% e pleno sol, em Rio Branco, Acre. UFAC, 2013.	30
Tabela 4-	Comprimento (CCG) e largura das células-guarda (LCG), comprimento (CP) e largura do poro estomático (LP), espessura da epiderme adaxial (EEAD), espessura do parênquima paliçádico (EPP), espessura dos parênquima lacunoso (EPL), espessura da epiderme abaxial (EEAB), comprimento do feixe vascular (CFV), densidade de estômatos (DE) e densidade de tricomas (DT) de folhas de cupuaçuzeiro aos 15 meses de idade, cultivadas em consórcio, a pleno sol e sob tela de 50%, em Rio Branco- Acre, UFAC, 2013.....	33

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A -	Resumo da análise de variância (quadrado médio) DBC em parcelas subdivididas, das variáveis área foliar (AF), taxa de crescimento absoluto (TCA) e taxa de crescimento relativo (TCR) de mudas de cupuaçuzeiro aos 15 meses de idade, em Rio Branco - Acre, UFAC, 2013.....	42
APÊNDICE B -	Resumo da análise de variância (quadrado médio) DBC em parcela subdivididas, das variáveis massa fresca (MFPA) e massa seca (MSPA) da parte aérea de mudas de cupuaçuzeiro aos 15 meses de idade, em Rio Branco - Acre, UFAC, 2013.....	42
APÊNDICE C -	Resumo da análise de variância (quadrado médio), em DBC, das variáveis comprimento (CCG) e largura das células-guarda (LCG), comprimento (CPE) e largura do poro estomático (LPE) de folhas de cupuaçuzeiro aos 15 meses de idade, cultivados a pleno sol, consórcio e tela de 50%, em Rio Branco - Acre, UFAC, 2013.....	43
APÊNDICE D -	Resumo da análise de variância (quadrado médio) em DBC das variáveis espessura da epiderme adaxial (EEAD), parênquima paliçádico (EPP), parênquima lacunoso (EPL), epiderme abaxial (EEAB) de folhas de cupuaçuzeiro aos 15 meses de idade, cultivados a pleno sol, consórcio e tela de 50%, em Rio Branco - Acre, UFAC, 2013.....	43
APÊNDICE E -	Resumo da análise de variância (quadrado médio) em DBC, das variáveis comprimento dos feixes vasculares (CFV), densidade de tricomas (DT) e de estômatos (DE) de folhas de cupuaçuzeiro aos 15 meses de idade, cultivados a pleno sol, consórcio e tela de 50%, em Rio Branco - Acre, UFAC, 2013.....	43

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1 DESCRIÇÃO DO CUPUAÇUZEIRO	11
2.2 MÉTODOS DE PLANTIO	12
2.3 CONSÓRCIO NO SOMBREAMENTO DO CUPUAÇUZEIRO	14
2.4 2.4 ANATOMIA DE PLANTAS DE SOL E DE SOMBRA	
2.5 ESPÉCIES SOMBREADORAS	15
3 MATERIAL E MÉTODOS	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5 CONCLUSÕES	33
REFERÊNCIAS	34
APÊNDICES	41

1 INTRODUÇÃO

O cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum.) é uma frutífera amazônica (SOUZA et al., 2008), cultivada principalmente, em consórcio com outras culturas em sistemas agroflorestais (SAF's). Tem excelente potencial econômico devido a polpa extraída do fruto, que agrada pelo sabor agri-doce e aroma característico. Extrai-se também o óleo das amêndoas para a fabricação de alimentos e cosméticos e a casca pode ser utilizada para a produção de artesanatos ou reaproveitamento em compostagem (CARVALHO et al., 2004).

A propagação do cupuaçuzeiro é feita basicamente por sementes, principalmente, devido ao curto período juvenil, com início da frutificação no terceiro ano após o plantio, e também a fácil germinação. As mudas permanecem de 6 a 12 meses no viveiro antes de serem levadas a campo (SOUZA; SILVA, 1999). A eliminação da fase de viveiro, como o plantio diretamente no campo possui bom rendimento operacional e baixo custo, em comparação ao transplântio de mudas (ARAKI, 2005).

Por necessitar de sombra em sua fase juvenil, o cultivo em consórcio é comumente aplicado ao cupuaçuzeiro, o que altera a quantidade de luz disponível devido ao sombreamento. Afeta características foliares e fotossíntese, regula o crescimento e a sobrevivência das plantas (KIM et al., 2011).

O sombreamento proporcionado pelo consórcio, traz vantagens como o aumento do rendimento por área, traz benefícios ao solo pela maior cobertura e aporte de matéria orgânica, diminui a erosão e lixiviação, aumenta o aproveitamento de recursos como luz, água e nutrientes pela exploração de níveis distintos do solo devido as diferenças dos sistemas radiculares das espécies. A diversificação melhora a alimentação do produtor rural e diminui o risco agrícola (CUNHA, 2004).

Há necessidade de estudos que viabilize um sistema de produção economicamente viável e ecologicamente correto (ANDRADE NETO et al., 2011). Alterar o sistema de plantio comumente utilizado para a espécie, com a semeadura direta ou transplântio de plântulas pode facilitar a implantação da cultura (FERREIRA et al., 2009). Além disso, é um dos princípios da agroecologia o baixo gasto energético (AZEVEDO; PELICIONI, 2012).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do sombreamento e métodos de propagação no estabelecimento e a morfoanatomia de cupuaçuzeiros.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O cupuaçu está entre os frutos mais populares na Amazônia. Seu cheiro forte e exótico e seu sabor agridoce atrai consumidores, antes pelos sucos, sorvetes e outros derivados e mais recentemente pelos produtos cosméticos feitos tanto da polpa quanto do óleo extraído das sementes (SOUZA; SILVA, 1999).

2.1 DESCRIÇÃO DO CUPUAÇUZEIRO

O cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum.) é uma árvore frutífera com 06 m a 20 m de altura, nativa da região amazônica, com centro de origem primária no estado do Pará, sendo característico de matas primárias onde ainda é encontrado (CARVALHO et al., 2004).

O crescimento do cupuaçuzeiro é pseudoapical, dá-se pelo desenvolvimento de ramos ortotrópicos do eixo principal, que na sua porção terminal, emite 3 ramos plagiotrópicos sucessivos, até que a planta atinja idade adulta (CALZAVARA et al., 1984).

Possui folhas simples, opostas, de pecíolo curto, subcoriáceas, discolores, glabras na face superior e com pelos estrelados na face inferior, com nervuras bem visíveis, com 20-40 cm de comprimento e 6-12 cm de largura. Sua inflorescência é em cimeiras com 2-4 flores pequenas (LORENZI, 2000), as pétalas são arroxeadas, com seis estames de mesma cor e ovário obovado (VENTURIERI, 1993).

O fruto é uma baga em formato elipsóide com massa de 1,2 kg (LORENZI, 2000), mede de 12 a 25 cm de comprimento, possui epicarpo lenhoso, coberto por pelos ferruginosos de cor marrom, que se raspados expõe camada clorofilada. O mesocarpo e o endocarpo apresentam cor clara e pouca resistência, sendo o primeiro de aspecto esponjoso (VENTURIERI, 1993; CALZAVARA et al., 1984), e o segundo carnoso de sabor ácido, muito utilizado na preparação de sucos, sorvetes e compotas (VASCONCELOS et al., 1975). Cada fruto possui em média 36 sementes com massa variando de 2,9 g a 8,8 g, sendo o rendimento da polpa em trono de 30% (MACHADO et al., 2002).

O florescimento ocorre nos meses de setembro a novembro e o amadurecimento dos frutos de fevereiro a abril, colhidos no chão (LORENZI, 2000).

A cultura do cupuaçu exige temperaturas médias acima de 22 °C, índices pluviométricos anuais superiores a 1500 mm, bem distribuídos, e umidade relativa do ar acima de 75%. É de terra firme, podendo o solo ser de baixa, média ou alta fertilidade, desde que bem estruturado, preferencialmente profundos e bem drenados com textura areno-argilosa (FRAIFE FILHO, 2012).

2.2 MÉTODOS DE PROPAGAÇÃO

A propagação do cupuaçuzeiro é realizada principalmente por sementes, podendo também ser feita por estaquia e enxertia, este último é o mais comumente utilizado, possibilitando a obtenção de mudas com bons aspectos produtivos e elevado rendimento de polpa (CARVALHO; MÜLLER, 2004).

As sementes são necessárias tanto para a formação de mudas por via sexuada quanto assexuadas, e são produzidas pelo produtor rural ou compradas em viveiros. Quando as mudas são oriundas de semente levam de 8 a 12 meses para serem levadas a campo, quando alcançam de 60 a 80 cm de altura (SOUZA; SILVA, 1999).

Fachinello et al. (2005) mencionam como vantagens para a propagação sexuada de plantas frutíferas o sistema radicular mais profundo e vigoroso, e conseqüentemente o desenvolvimento mais robusto das plantas que apresentam também maior longevidade. As desvantagens referem-se a heterogeneidade devida a segregação genética que pode resultar em irregularidade na produção, cor, tamanho e características organolépticas, além de porte mais elevado e frutificação tardia.

O cupuaçuzeiro não apresenta frutificação tardia que é uma das principais motivações para se optar pela propagação vegetativa, a produção de frutos começa no 3º ano após o plantio (LOCATELLI et al., 2001). A polinização é cruzada e por isso há grande variabilidade em plantas derivadas de sementes, sendo importante a retirada das mesmas em pomares de plantas vigorosas, livre de pragas e doenças, especialmente a vassoura-de-bruxa, que apresentem frutos grandes e bem formados, maduros, sem manchas ou qualquer outro dano (SOUZA; SILVA, 1999).

Nas sementes, a escolha deve ser pelas maiores, evitando as “chochas” ou muito pequenas. É feita a retirada da polpa antes do semeio, normalmente realizado em seguida, pois as sementes de cupuaçu apresentam caráter recalcitrante (CARVALHO; MÜLLER, 2004; SOUZA; SILVA, 1999). A faixa de temperatura ideal

para germinação da espécie é de 20 °C a 30 °C (GARCIA, 1994) e a germinação ocorre de 13 a 25 dias após a sementeira (SOUZA; SILVA, 1999).

Outro tipo de plantio é o realizado diretamente no campo que possui bom rendimento operacional e baixo custo, em comparação ao transplante de mudas, onde é necessária a abertura de covas (ARAKI, 2005).

É interessante encontrar formas de proteção a semente em sementeira direta, evitando a incidência direta da radiação solar e diminuindo a predação, que se apresentam como os principais problemas neste tipo de sementeira (MATTEI, 1993). Pode-se utilizar protetores como garrafas PET (tereftalato de polietileno) ou copos plásticos, e cascas dos frutos, no caso do cupuaçu, que além de evitar despesas com a aquisição dos protetores não requer o trabalho da retirada deste do campo. Ferreira et al. (2007) afirmam que proteção da semente e das plântulas é necessário para o bom estabelecimento da cultura.

A otimização da sementeira direta com o uso de protetores foi verificado por Mattei (1993) com *Pinus taeda* L., que utilizou copos plásticos e Andrade (2008) usando garrafas PET cortadas ao meio em experimento conduzido com *Copaifera langsdorffii* Desf. e *Enterolobium contortisiliquum* (VELL.), o primeiro verificou redução na predação das plantas e o segundo na mortalidade, em ambos os casos sem a necessidade do uso de defensivos químicos.

Em experimento com *Platypodium elegans*, Araki (2005) avaliando o desempenho de sementes incorporadas e não incorporadas ao solo, verificou que o primeiro diminui as taxas de predação (por insetos, aves, roedores e outros) e destaca que o dessecamento das sementes pela incidência direta da luz também foi evitado.

O plantio direto no campo evita problemas com enovelamento de raízes que ocorre na propagação do cupuaçuzeiro por mudas tanto no viveiro quanto no campo e pode ser minimizado tomando cuidado na hora do transplante. Leite et al. (2005) verificaram 20,3% de morte em plântulas de cupuaçu transplantadas de sementeira para sacos plásticos devido ao enovelamento de raízes.

A implantação da cultura direto no campo possibilita o não revolvimento do solo, que para regiões tropicais traz benefícios por permitir o acúmulo de matéria orgânica na superfície, protegendo da radiação direta e do impacto das gotas de chuva (PRIMAVESI, 2002).

A abertura da cova para o convencional transplante da muda pode parecer

pequena comparada as arações e gradagens comuns no preparo de culturas anuais e perenes. Entretanto, Araújo Neto et al. (2009) avaliando o desempenho produtivo de maracujazeiro-amarelo sob plantio direto e em covas, verificaram que a desestruturação do solo e o enterrio da matéria orgânica provocados na abertura das covas elevou a densidade do solo após dois anos de cultivo, em comparação ao plantio direto.

Para que a implantação da cultura direto no campo obtenha sucesso é necessário dar condições favoráveis a rápida germinação das sementes e ao estabelecimento da plântula, pois é grande a exposição aos fatores bióticos e abióticos. O contato com o solo mineral, a umidade adequada a espécie até o aprofundamento das raízes e temperatura que auxilie na germinação e estabelecimento da futura plântula são fatores que devem ser observados.

2.3 CONSÓRCIO NO SOMBREAMENTO DO CUPUAÇUZEIRO

O cupuaçuzeiro é adaptado a sombra, sendo comum nos sistemas de produção de frutas na Amazônia, em consórcios com outras espécies, que além de diversificar a produção, dá alternativas ao produtor na entressafra e serve de sombreamento para o cupuaçuzeiro (CARVALHO et al., 2003). A diversificação de cultivo é o melhor para a região amazônica, por mais se aproximar do sistema floresta, com grande aproveitamento de recursos como água, radiação e nutrientes (PRIMAVESI, 2002).

O consórcio de espécies frutíferas na Amazônia permite mudança no tipo de agricultura praticada, que antes consistia no desmatamento e queima e aproveitamento da área por três a quatro anos, até o esgotamento dos nutrientes, necessitando sempre da abertura de novas áreas (OLIVEIRA, 2009).

Segundo Figueirêdo et al. (2002) plantas de cupuaçu cultivadas ao sol e a sombra podem sofrer alterações biofísicas, devido as mudanças de temperatura, concentração de gases, radiação e disponibilidade de água; sendo o nível de sombreamento adequado para o desenvolvimento de mudas de cupuaçu de 50% (SILVA et al., 2007).

Embora o cultivo a pleno sol aumente a absorção de nutrientes pela cultura, igualmente sua produção e culturas como o cacau (*Theobroma cacao*) tenham sido tiradas da sombra, o que é tendência também para o cupuaçu, é importante ressaltar

que assim como os baixos rendimentos, os custos de produção das culturas a sombra são menores o que garante o lucro, principalmente a longo prazo em que as vantagens do cultivo a pleno sol diminuem gradativamente pela degradação provocada ao solo (PRIMAVESI, 2002).

A proteção promovida pela sombra em culturas consorciadas, traz benefícios ao agroecossistema, pois solos tropicais podem atingir temperatura de até 75 °C quando submetidos a insolação direta, amenizando a temperatura diminuindo as perdas de água por evaporação, auxilia na manutenção da microvida benéfica do solo e, se o sombreamento é feito também sobre a cultura, diminui as perdas de água pela planta (PRIMAVESI, 2002).

Há que se considerar também os benefícios econômicos do consórcio. Arco-Verde (2008), avaliando os custos de produção de um sistema agroflorestal, verificou que a mandioca, uma das culturas sombreadoras mais utilizadas para o cupuaçuzeiro, conseguiu amortizar os custos de produção do SAF's e que o cupuaçuzeiro apresentou o melhor desempenho cultural e econômico entre os componentes do sistema.

É importante também a diversidade de culturas para compensar a alternância na produção do cupuaçu, garantindo renda ao produtor (LOCATELLI et al., 2001).

2.4 ANATOMIA DE PLANTAS DE SOL E DE SOMBRA

A capacidade de cada espécie em adaptar-se a diferentes intensidades de irradiância é variável com o estágio sucessional ao qual pertence (SOUZA; VÁLIO, 2003).

A exemplo, plantas em ambiente sombreado alocam seus recursos em função de um crescimento mais rápido em extensão, quando é sombreada por outra planta e, assim, adquirir maior porção de radiação fotossinteticamente ativa não – filtrada (TAIZ e ZEIGER, 2013).

A baixa irradiância tende a provocar nas plantas aumento da área foliar, como forma de maximizar a absorção da luz disponível. Quando a irradiância é aumentada ocorre diminuição da área foliar, no intuito de diminuir a transpiração, através da redução da camada limite de troca de calor com o ambiente; e uma adaptação compensatória, ocorre aumento na espessura da folha é aumentada devido à

formação de várias camadas de parênquima fotossinteticamente ativos. Deste modo, otimiza-se a capacidade fotossintética das folhas (POORTER, 1999).

Outra adaptação compensatória comum é o aumento na clorofila total em plantas sombreadas, para otimizar a captação da luz disponível (ALMEIDA et al., 2005, SANTOS et al., 2010).

2.5 ESPÉCIES SOMBREADORAS

Espécies comuns como sombreamento provisório para o cupuaçuzeiro são a banananeira (*Musa* ssp.), a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), o mamoeiro (*Carica papaya*) e o maracujazeiro (*Passiflora edulis* Sims) (RIBEIRO et al., 2005; ALVES; FERREIRA, 2012).

De acordo com o censo 2010, a mandioca e a banana apresentam-se entre as principais culturas no Acre, ocupando ambas o primeiro lugar, uma entre as culturas temporárias com 41.108 hectares plantados e a outra entre as permanentes com 9.357 hectares plantados; o abacaxi também possui importância econômica com 469 hectares plantados (IBGE, 2011).

A banana (*Musa* ssp.) está entre as frutas mais consumidas do mundo, é de clima tropical, sendo cultivada em todas as regiões brasileiras. É uma monocotiledônea herbácea, com caule do tipo rizoma, com sistema radicular fasciculado. Possui pseudocaule formado por sobreposição de bainhas foliares, terminado por folhas compridas e largas com nervura central bem desenvolvida. A inflorescência é do tipo penca saindo do centro da copa, possui brácteas ovaladas normalmente roxo-avermelhadas, em cujas axilas nascem as flores (BORGES; SOUZA, 2004).

Os solos adequados ao cultivo da bananeira são os de topografia plana e levemente ondulados, profundos e bem drenados (BORGES; SOUZA, 2004; PEREIRA et al., 2002).

A temperatura ótima para o desenvolvimento da planta é de 28 °C, como faixa limite de 15 °C a 35 °C, em altitudes de 0 a 1.000 m, com precipitação anual de 1.900 mm bem distribuídos, umidade relativa do ar superior a 80%; a planta requer alta luminosidade, embora não apresente fotoperiodismo, e não tolera ventos acima de 40 km/h, onde ocorre fendilhamento das folhas provocando desidratação, tombamento das plantas, podendo as perdas serem de até 30% da produção total, sendo

recomendado quando necessário a implantação de quebra-ventos (BORGES; SOUZA, 2004; PEREIRA et al., 2002).

A propagação é feita por mudas e o espaçamento é variável com a cultivar escolhida, tipo de solo, declive e nível tecnológico do bananicultor (PEREIRA et al., 2002).

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é de origem tropical, sendo o Brasil seu possível centro de origem (DIAS et al., 2004). Possui raízes tuberosas de forma variável entre cultivares e entre indivíduos de uma mesma cultivar (SILVA, 2010).

A temperatura ideal ao cultivo varia de 20 °C a 26 °C anual, podendo ser cultivada a até 2.000 m de altitude. Requer alta luminosidade, em torno de 12 horas/dia, sendo considerada de dias curtos. Índices pluviométricos de 1.000 mm a 1.500 mm anuais bem distribuídos são o adequado (DIAS et al., 2004; SOUZA; FIALHO, 2003).

O tipo de solo ideal são os friáveis (soltos), profundos e bem drenados devido ao principal produto da cultura ser as raízes. Solos de textura média possibilitam fácil desenvolvimento das mesmas e facilidade de colheita. Recomenda-se evitar solos muito argilosos por serem mais propensos a compactação e aqueles com potencial para encharcamento, o que poderá levar ao apodrecimento das raízes. Buscar terrenos levemente ondulados com declividade menor que 5%, podendo ser no máximo de 10% (SOUZA; FIALHO, 2003).

A propagação da mandioca é vegetativa, realizada por partes da haste, denominadas de manivas/semente (DIAS et al., 2004).

O abacaxi (*Ananas comosus* L. Merr.) é monocotiledônea herbácea e perene da família Bromeliaceae, com caule curto e grosso, ao redor do qual crescem folhas disposta em forma de roseta, são estreitas, compridas e resistentes, muitas vezes com espinhos ao redor. A planta quando adulta tem altura variando de 1,0 m a 1,20 m e 1,0 m a 1,5 m de diâmetro. O pedúnculo inserido no caule sustenta a inflorescência e depois um único fruto (NASCENTE et al., 2012).

A utilização do abacaxi vai do consumo *in natura* aos mais variados produtos processados como suco, pedaços cristalizados e em calda, geleia, licor, vinho, vinagre e aguardente, além dos subprodutos do processo industrial como o álcool, ácidos cítrico, málico e ascórbico, bromelina e rações para animais (NASCENTE et al., 2012).

É uma planta tropical situando a temperatura ideal ao seu desenvolvimento entre 22 °C e 32 °C. Solos de textura média, sem riscos de encharcamento e com declive máximo de 5% são os mais indicados a cultura; por não proteger muito o solo

é necessário para declividades maiores o uso de práticas conservacionistas que evitem processos erosivos (SILVA, 2007).

A propagação do abacaxizeiro é vegetativa, devendo-se prezar por mudas saudáveis e vigorosas, pois neste método a disseminação de pragas e doenças é facilitada. As mudas podem ter origem da coroa do fruto, secções do caule, micropropagação, filhotes e rebentos, sendo estes dois últimos os mais utilizados pela facilidade de obtenção (SILVA, 2007).

Quanto ao tipo de muda escolhido segundo Freitas (2003) mudas menores são menos precoces e produzem frutos maiores, enquanto as mudas maiores são mais precoces produzindo até sete meses antes da mudas menores apresentam, entretanto frutos menores.

A cultura que se beneficia com rotações e consórcios, tanto como cultura primária como secundária. A mandioca, os feijões (*Vigna ssp.* e *Phaseolus vulgaris*), mamão e amendoim são exemplo de consórcios utilizados com sucesso (CUNHA et al., 2004).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Sítio Ecológico Seridó, município de Rio Branco - AC, latitude de 9° 53' 16" S e longitude de 67° 49' 11" W, altitude de 170 m, no mês de março de 2012 com de 15 meses de duração.

O clima é característico da região amazônica com temperatura média anual de 24,5 °C, com máxima de 32 °C, altos índices pluviométricos que variam de 1.600 mm a 2.750 mm anuais, com duas estações, sendo estas seca e chuvosa (ACRE, 2010).

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 valores da análise de solo na camada de 0 – 20 cm de profundidade são: pH (H₂O) = 5,1; P = 2 mg dm⁻³; K = 0,18 cmolc dm⁻³; Ca = 1,9 cmolc dm⁻³; Mg = 0,9 cmolc dm⁻³; Al = 0,8 e H = 0,64 cmolc dm⁻³; matéria orgânica = 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.

O experimento consistiu no estabelecimento de plantas de cupuaçuzeiro provenientes de cruzamento livre sob três níveis de sombreamentos: consórcio (abacaxi, variedade Smooth Cayenne, cv. Rio Branco, mandioca cv. Manteguiinha, e bananeira cv. Pacovan Ken), tela de 50% e pleno sol; quatro métodos de propagação: semeadura direta, a lanço com proteção das sementes pela casca dos frutos, transplântio de plântula e de mudas produzidas em viveiro, em cinco épocas de avaliação (aos 90, 180, 270, 360,450 dias).

O abacaxi e a mandioca foram plantados na primeira semana de setembro de 2012. O abacaxizeiro foi cultivado em linhas triplas com arranjo em triângulo isósceles no espaçamento de 0,80m x 0,25 m x 0,25 m, com 2,00 metros entre as ruas, totalizando 15.000 plantas.ha⁻¹.

O plantio das mudas de abacaxi, foi efetuado após aração e gradagem. Os tratos culturais utilizados foram duas capinas manuais e quatro roçadas moto - mecanizadas, conforme necessidade. As manivas de mandioca cv. Manteguiinha foram cultivadas a 0,20 m das linhas externas do abacaxi em espaçamento de 1,0 m x 1,0 m.

O plantio da bananeira cv. Pacovan Ken foi realizado no mês de abril de 2012, no espaçamento de 4 m x 4 m.

Frutos de cupuaçu foram coletados após sua queda natural, na véspera da instalação do experimento e despulpados, as sementes retiradas, semeadas nos três níveis de sombreamento e acondicionadas em sulco e a lanço com o uso de cascas dos frutos contados ao meio como protetor, plântulas com aproximadamente sete cm de altura e em saquinho no viveiro.

As plântulas foram mantidas à sombra, em ambiente úmido e cobertas por palha, até serem levadas a campo, nos 45 dias que antecederam a instalação do experimento.

As quantidades de sementes utilizadas no plantio direto foi de 50 sementes em cada repetição para os tratamentos a pleno sol e tela de 50% e consórcio. Na semeadura a lanço utilizou-se 16 protetores por parcela com três sementes cada; foram transplantadas 16 plântulas por subparcela, espaçadas a 0,20 m, o mesmo espaçamento utilizado para a semeadura direta. Após 30 dias de semeadura, foram eliminadas plantas em excesso e mantidas em espaçamento de 0,60 m (16 plantas por repetição) em todos os tratamentos.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, arranjados em parcelas sub-subdivididas, sendo as parcelas as cinco épocas de avaliação, as subparcelas os três níveis de sombreamento e os quatro métodos de plantio nas sub-subparcelas, com quatro repetições.

Nas avaliações anatômica e teores de clorofila considerou-se delineamento em blocos casualizados, com os sombreamentos nas parcelas, isso porque os sistemas de plantio e a época não influenciam na anatomia das folhas. Utilizou-se quatro repetições com 15 amostras dentro de cada repetição.

Foi utilizado luxímetro modelo C.A 810 (lux/m²) para aferir os níveis de intensidade luminosa dos sombreamentos em horários pré-estabelecidos: 10:00h, 12:00h, 14:00h e 15:30h. Os níveis de sombreamento foram definidos em porcentagem, ficando o pleno sol com 0%, o consórcio com 45% e a tela com 50% de sombra.

Foram medidas a altura e a área foliar a cada três meses e a massa fresca e seca da parte aérea e as avaliações anatômicas, ao final do experimento, 15 meses após o plantio.

A determinação da área foliar nas plantas identificadas foi feita a cada 90 dias por método não destrutivo adaptado de Voltolini e Santos (2011), que consiste em

contornar com lápis todas as folhas da planta em cartolina de cor branca; posteriormente os desenhos foram recortados e levados a estufa (60 °C), até obterem massa constante, juntamente com cortes da mesma cartolina com área conhecida para determinar a sua densidade. Os cortes com área conhecida forneceram a massa média, possibilitando a determinação da área foliar em cm² dos desenhos por regra de três.

As avaliações de massa fresca (MFPA) e massa seca (MSPA) da parte aérea das plantas consistiram na pesagem destas em balança de precisão, na primeira, assim que coletadas a campo, e na segunda, após secagem em estufa até massa constante.

Foram retiradas 30 folhas do terceiro nó por tratamento de plantas identificadas para as análises anatômicas, realizadas no Laboratório de Tecidos Vegetais da Universidade Federal do Acre.

As avaliações anatômicas foram realizadas entre 22/05/2013 a 11/06/2013. Foram feitas as medições de comprimento do feixe vascular (CFV) (objetiva 10), morfometria de estômatos (comprimento (CCG) e espessura das células-guarda (ECG), comprimento (CPE) e espessura do poro estomático (EPE) (objetiva 100), espessura das epidermes adaxial (EEAD) e abaxial (EEAB), parênquimas paliçádico (EPP) e lacunoso (EPL) (objetiva 40), densidades de tricomas (DT) (objetiva 10) e estômatos (DE) (objetiva 40).

Foram feitas lâminas semipermanentes de acordo com o descrito no Manual básico de métodos em morfologia vegetal (KRAUS; ARDUIM, 1997) e feita a aferição em escala micrométrica, realizada por meio de microscopia óptica e câmara clara que projeta a imagem em papel, permitindo as medições.

Os teores de clorofila foram determinados pelo método proposto por Arnon (1949), que consiste na maceração das folhas com acetona 80%.

A absorvância da clorofila foi medida com espectrofotômetro na faixa de 645 nm (A_{645}) e 663 nm (A_{663}) (JESUS e MARENCO, 2008), com emprego das concentrações obtidas nas equações:

$$\text{Clorofila a (mg m}^{-2}\text{)} = 12,7 \times A_{663} - 2,69 \times A_{645} \times \text{FD}$$

$$\text{Clorofila b (mg m}^{-2}\text{)} = 22,9 \times A_{645} - 4,68 \times A_{663} \times \text{FD}$$

Das análises estatísticas realizadas foram verificados da presença de dados

discrepantes pelo Teste de Grubbs, verificação da normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk, verificação da homogeneidade de variâncias pelo teste de Bartlett, comparação das médias pelo Teste de Tukey para os tratamentos qualitativos, comparação das médias de clorofila apenas, pelo Teste de Friedman, não paramétrico, e análise de regressão para as variáveis quantitativas.

Foram considerados os dados de precipitação, insolação, temperatura e umidade relativa para justificar os resultados da pesquisa; obtidos pelo (Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizado na UFAC (Figura 1).

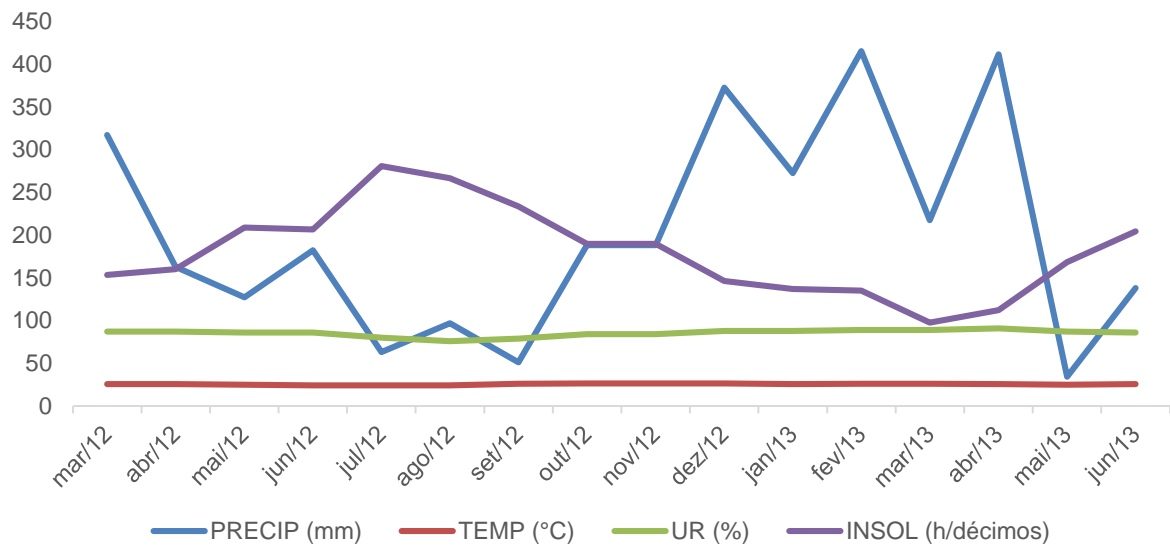


Figura 1 - Precipitação média mensal (mm), temperatura média mensal (°C), umidade relativa mensal (%) e insolação média (h/décimos) no período de 2012 e 2013. Fonte: UFAC, 2013.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A plantas de cupuaçuzeiro cultivadas sob tela com 50% de sombreamento ou em consórcio, atingiram altura superior às plantas cultivadas em pleno sol, exceto para as mudas produzidas em viveiro (Figura 2).

O sombreamento pode ter amenizado estresse causados as plantas por fatores climáticos (luz e temperatura), assim, as plantas a pleno sol apresentam redução no crescimento quando comparadas as mudas sombreadas. Este comportamento também foi observado por Scalon et al. (2003) em mudas de castanha-do-maranhão (*Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Robyns) com maior altura das mudas sob tela de 50% de sombreamento. Ajalla et al. (2012) avaliando níveis de sombreamento e textura do solo no desenvolvimento de mudas de Baru (*Dipteryx alata* Vog.), justificam o incremento em altura das mudas sombreadas ($p < 0,05$) a maior fotossíntese líquida resultante da proteção oferecida pelo telado, não havendo interação entre sombreamentos e as texturas de solo.

O maior crescimento de plantas em ambiente sombreado deve-se a alocação de seus recursos em função de um crescimento mais rápido em extensão, quando é sombreada por outra planta e, assim, adquirir maior porção de radiação fotossinteticamente ativa não – filtrada. Ocorre normalmente redução da área foliar em favor do alongamento dos entrenós (TAIZ e ZEIGER, 2013).

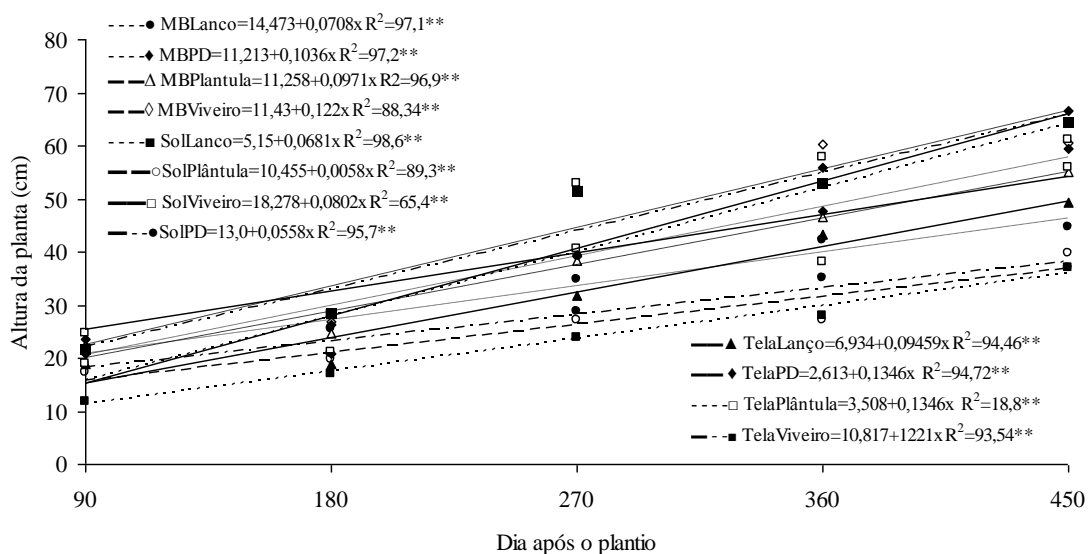


Figura 2 – Altura de plantas de cupuaçuzeiro, em Rio Branco, Acre. UFAC, 2013.

O cupuaçuzeiro mostrou-se sensível à radiação, pois quando excluiu-se o sombreamento a mudas tiveram redução no crescimento em altura (Figura 2), na TCR (Figura 4) e TCA (Figura 5). Espécies fotolábeis podem sofrer danos quando estas são expostas a radiação (TAIZ; ZEIGER, 2013; LARCHER, 2004). A TCR no cultivo a pleno sol, está vinculado ao estágio sucessional da espécie avaliada, tendendo as pioneiras e intermediárias a apresentarem desempenho superior em comparação as secundárias e clímax (SOUZA; VÁLIO, 2003), neste último, é que se enquadra o cupuaçuzeiro. A capacidade de cada espécie em adaptar-se a diferentes intensidades de irradiância pode ser caracterizada quando se avaliam plantas em estágio inicial de desenvolvimento (POORTER, 1999; VALLADARES et al., 2000).

No desenvolvimento inicial de *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke e *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. *cebil*, Ferreira et al. (2012) observaram as diferenças na exigência por luz em cada espécie; a primeira apresentou maior TCR, diâmetro do caule, menor razão raiz/parte aérea e conteúdo de clorofila total em comparação a segunda. Constatou-se que o desempenho de *A. colubrina* foi superior quando era submetida a níveis intermediários de sombra.

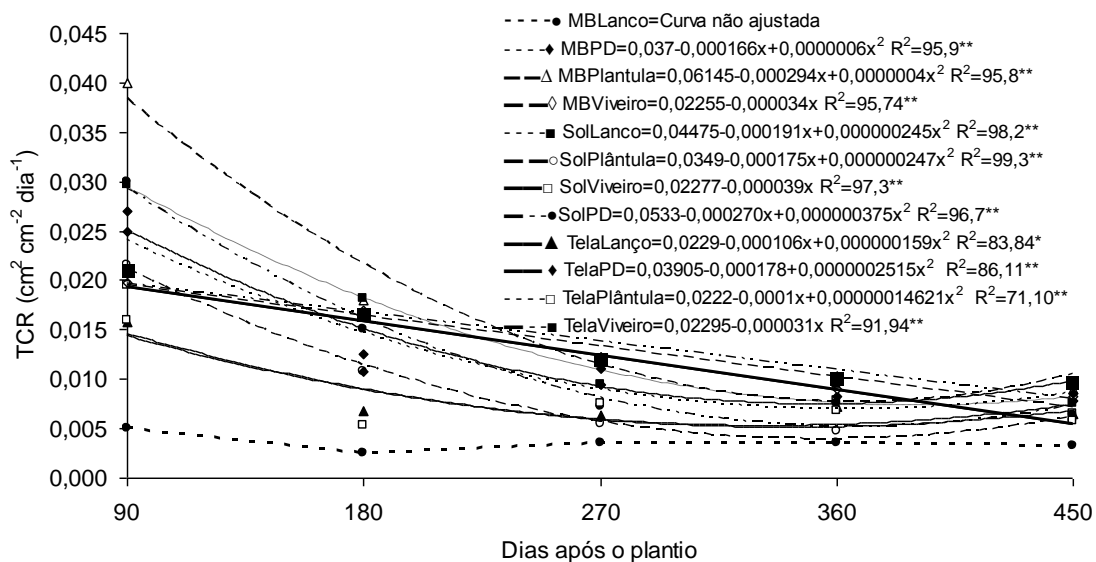


Figura 3 – Taxa de crescimento relativo (TCR) de mudas de cupuaçuzeiro sombreadas por consórcio, tela de 50% e a pleno sol, em plantio a lanço, direto, plântulas e mudas de viveiro, em Rio Branco, Acre. UFAC, 2013 (Análise de variância APÊNDICE A).

A taxa de crescimento absoluta (TCA) reduziu em $0,002139 \text{ cm}^2 \text{ dia}^{-1}$ nas plantas cultivadas a pleno sol (Figura 4). Observou-se redução no crescimento absoluto também para plantas cultivadas sob tela de 50% e em consórcio até os 199 e 281 dias, respectivamente, retornando o crescimento a partir desse período. Este fato pode ser explicado pelos baixos índices pluviométricos no período, assim as mudas produzidas no viveiro não sofreram redução na TCA devido a irrigação que recebiam.

A condição estressante a qual as mudas a campo sofreram pode ter induzido a senescência das folhas o que também pode ter contribuído para a redução da TCA. Larcher (2004) afirma que em espécies perenes a senescência das folhas se inicia comumente devido a fatores externos, como dias curtos, limites de temperatura e outras situações estressantes a planta.

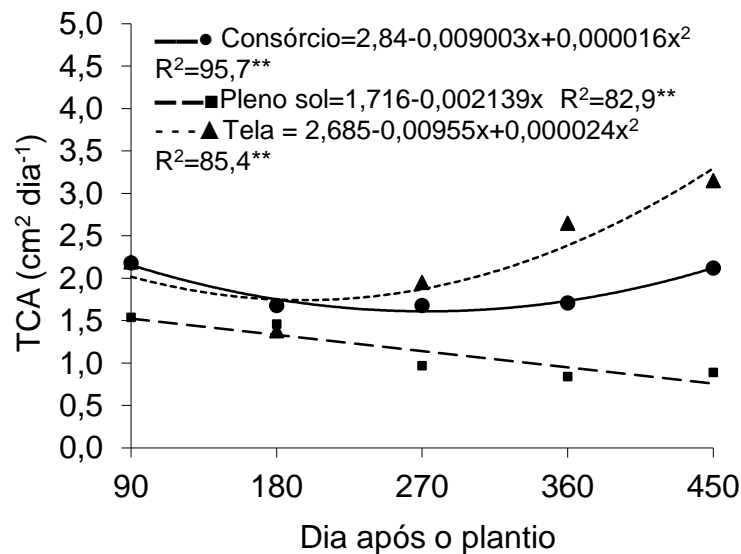


Figura 4 - Taxa de crescimento absoluto (TCA) de mudas de cupuaçuzeiro sob consórcio, tela 50% e pleno sol, em Rio Branco, Acre. UFAC, 2013 (Análise de variância APÊNDICE A).

A TCA das mudas com período inicial em viveiro foi linear, com acúmulo de $0,006837 \text{ cm}^2 \text{ dia}^{-1}$, e as plantas crescidas diretamente no campo, apresentam redução da taxa de crescimento absoluta até os 235, 268 e 282 dias, respectivamente, para semeadura à lanço, plantio direto e plântula (Figura 5). O período de redução da TCA nos 3 sistemas de plantio a campo, coincide com o decréscimo dos índices pluviométricos e aumento da insolação (Figura 1), devendo-se portanto a estes fatores ambientais a diminuição no crescimento das plantas.

Constatou-se que o uso de plântulas proporcionou a maior redução na TCA, devido a fase considerada de particular sensibilidade das plantas devido ao rápido crescimento, necessitando de suprimentos como água, nutrientes e luz adequados (LARCHER, 2004); assim sendo, a brusca mudança nesses fatores ambientais, quando levadas a campo, pode ter provocado a diminuição da TCA.

Menor TCA também ocorreu em *Gallesia integrifolia* que paralisou o crescimento nos primeiros 90 dias após o transplântio das mudas a pleno sol e 60 dias em 45 e 90% de sombra (DEMUNER et al., 2004) devido a acentuada mudança nas condições de luz. Em plântulas de *Euperte edulis* Mart. a sobrevivência inicial em clareira e sub-bosque em fragmentos de um Floresta Estacional Semidecidual foi negativamente afetada pela baixa disponibilidade hídrica (RIBEIRO et al., 2011).

Quanto ao melhor desempenho das mudas crescidas em viveiro, o controle de fatores como temperatura, luminosidade e umidade, favoreceu o acúmulo de biomassa das plantas (PEGORARO et al., 2010).

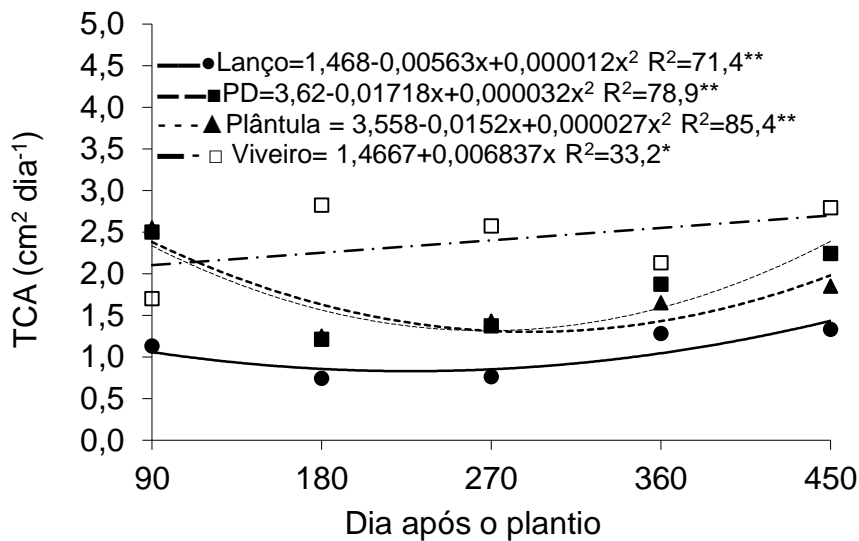


Figura 5 - Taxa de crescimento absoluto (TCA) de mudas de cupuaçuzeiro em plantio direto, à lanço, transplântio de plântulas e mudas, em Rio Branco, Acre. UFAC, 2013 (Análise de variância APÊNDICE A).

O maior crescimento em área foliar foi observado em plantas que tiveram desenvolvimento inicial em viveiro, com aumento linear de $2,71 \text{ cm}^2 \text{ dia}^{-1}$. O crescimento em área foliar de plantas propagadas por plantio direto respondeu em função quadrática, com ponto de mínima aos 93 dias após a semeadura, para as demais formas de propagação do cupuaçu, observou-se crescimento quadrático com

ponto de mínimo crescimento anterior ao período observado, de 39 dias para o plantio à lanço e transplântio de plântula (Figura 6).

O plantio direto mostrou-se eficiente para pau-ferro (*Caesalpinia leiostachya* Benth.), canafístula (*Cassia grandis* L.f.), tamboril *Enterolobium contortisiliquum* Vell.) e jatobá (*Hymenaea courbaril* L.), espécies clímax exigentes em luz como o cupuaçuzeiro, e para a pioneira a aroeira vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi.) na recuperação de matas ciliares (FERREIRA et al., 2009).

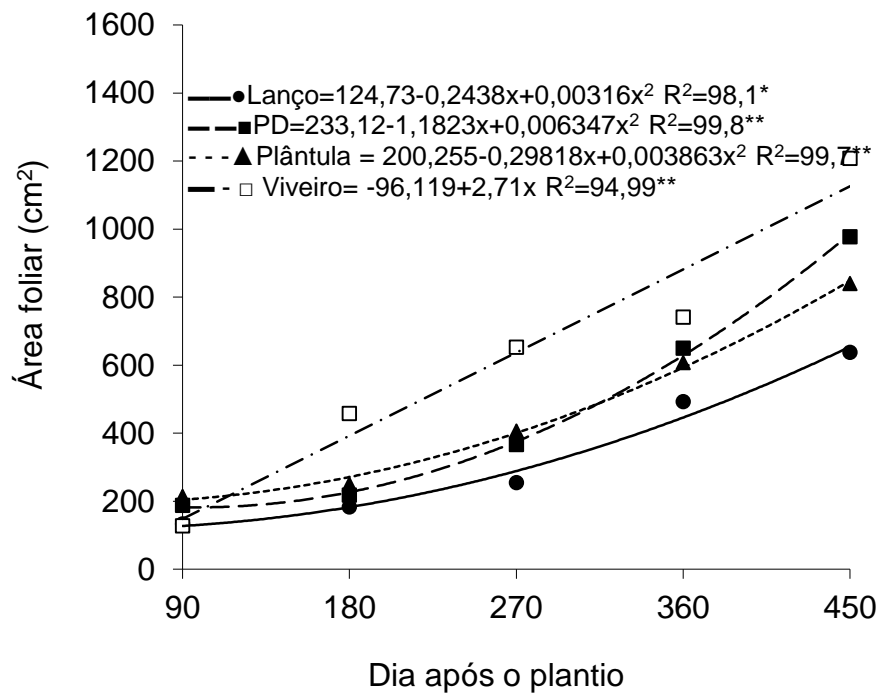


Figura 6 - Área foliar de mudas de cupuaçuzeiro em plantio direto, à lanço, transplântio de plântulas e mudas, em Rio Branco, Acre. UFAC, 2013 (Análise de variância APÊNDICE A).

O cultivo sombreado com tela de 50% proporcionou maior taxa de crescimento absoluto quando se utilizou propagação a lanço e mudas de viveiro, sendo semelhante ao consórcio quando propagadas por plantio direto e transplântio de plântulas, ambos superiores ao ambiente à pleno sol (Tabela 1).

No consórcio não houve diferença da taxa de crescimento entre o plantio direto, plântulas e mudas de viveiro, que foram superior a propagação a lanço. Este fato pode ter ocorrido devido as condições próximas as quais a espécie é encontrada na natureza (LORENZI, 2000).

Tabela 1– Taxa de Crescimento Absoluto (TCA) de mudas de cupuaçuzeiro, sob tela de 50%, consórcio e pleno sol em plantio direto (PD), à lanço, transplântio de plântulas e mudas de viveiro, em Rio Branco, Acre. UFAC, 2013.

Plantio	Sombreamento		
	Sol	Consórcio	Tela 50%
Lanço	0,74 bB	0,83 bB	1,58 cA
PD	0,95 bB	2,09 aA	2,19 bA
Plântula	1,01 bB	2,11 aA	2,43 bA
Viveiro	1,87 aC	2,48 aB	2,87 aA
CV%	35,05	27,16	27,52

Médias seguidas de mesma letra, minúsculas nas colunas e maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O maior crescimento em área foliar foi observado em plantas cultivadas sob tela de 50%, com função quadrática (Figura 7), este fato deve-se a proximidade na disponibilidade fotossintética com o ambiente natural em que a espécie ocorre, que de acordo com Carvalho et al. (2004) é encontrada sob matas primárias.

Observa-se que plântulas de cupuaçuzeiro cultivadas sob 50% de sombra apresentaram maior crescimento em altura, diâmetro do caule, número de folhas e alocação de massa da planta (SILVA et al., 2007).

Apesar do sombreamento no consórcio (45% de sombra) ser muito próximo ao da tela de 50%, a que se considerar a competição por água e nutrientes (CUNHA, 2004), que também pode ter influenciado no melhor desempenho das mudas cultivadas sob tela 50%. O crescimento em altura e diâmetro de mogno (*Swietenia macrophylla* King) foi prejudicado quando em cultivo com eucalipto (*Eucalyptus urophylla*), justificado pela competição entre as espécies (GUIMARÃES NETO et al., 2004).

A menor área foliar foi observada em plantas cultivadas à pleno sol, que tiveram crescimento linear de $0,6979 \text{ cm}^2 \text{ dia}^{-1}$ (Figura 7). As plantas tendem a aumentar a área foliar quando submetidas a baixa irradiância, como forma de otimizar a absorção da luz disponível; e o contrário ocorre quando a irradiância é aumentada, no intuito de diminuir a transpiração, através da redução da camada limite de troca de calor com o ambiente (GIVNISH, 1984; POORTER, 1999).

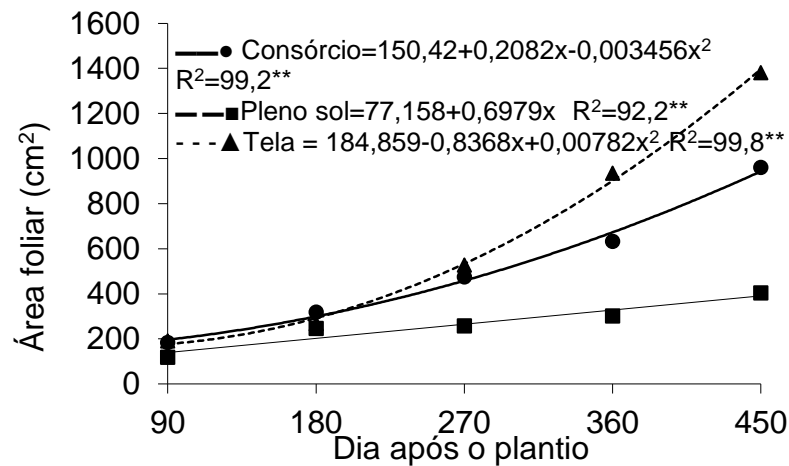


Figura 7 - Área foliar de mudas de cupuaçuzeiro sob consórcio, tela 50% e pleno sol, em Rio Branco, Acre. UFAC, 2013 (Análise de variância APÊNDICE A).

As plantas propagadas por plantio direto e em viveiro tiveram massa seca da parte aérea (MSPA) superior a transplântio e plantio à lanço, sendo este último o de pior desempenho (Tabela 2). Plantas propagadas em viveiro tiveram também maior massa fresca da parte aérea (MFPA).

A MSPA e MFPA das plantas que cresceram sob tela de 50% foi maior que as do consórcio e pleno sol (Tabela 2). Avaliando o crescimento e a plasticidade fenotípica de plantas jovens de pau-Brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.), jequitibá (*Cariniana legalis* (Martius) Kuntze) e jenipapo (*Lecythidaceae* e *Genipa americana* L.), sob diferentes níveis de luz, concluíram que para as 3 espécies o incremento na biomassa seca foi proporcional ao aumento na disponibilidade de luz (LIMA et al., 2010).

Tabela 2 – Massa seca da parte aérea (MSPA) e massa fresca da parte aérea (MFPA) de mudas de cupuaçuzeiro, sob tela de 50%, consórcio e pleno sol; e em plantio direto, à lanço, transplântio de plântulas e plantio de mudas de viveiro, em Rio Branco, Acre. UFAC, 2013.

	Plantio			
	Lanço	PD	Plântula	Viveiro
Massa Seca (g)	8,88 c	19,85 a	13,55 b	21,03 a
CV% 1		5,99	CV% 2	8,26
Massa Fresca (g)	18,21 c	30,39 b	26,91 b	42,11 a
CV% 1		5,05	CV% 2	8,24
	Sombreamento			
	Sol	Consórcio	Tela 50%	
Massa Seca (g)	9,94 c	13,87 b	23,66 a	
CV% 1	5,99	CV% 2	8,26	
Massa Fresca (g)	19,26 c	22,85 b	46,10 a	
CV% 1	5,05	CV% 2	8,24	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os teores de clorofila *a*, clorofila *b*, clorofila *a/b* e clorofila total *a+b* foram iguais em todos os níveis de sombreamento (Tabela 3). O aumento na clorofila total é uma resposta adaptativa da planta a diminuição da radiação disponível, como tentativa de compensação (ALMEIDA et al., 2005, SANTOS et al., 2010). Pode-se afirmar assim que a espécie apresenta baixa adaptabilidade a diferentes intensidades luminosas, visto que, este fato não foi observado neste trabalho.

Plantas submetidas a níveis diferentes de irradiância podem apresentar respostas distintas de acordo com a espécie. Em mirtilo do gênero *Vaccinium* sp., o sombreamento proporcionou aumento da área foliar e dos estômatos, reduziu a espessura da folha, a densidade estomática e a capacidade fotossintética; para este gênero é necessário ao menos 60% de luz, para que a produtividade não seja comprometida (KIM et al., 2011).

Souza et. al., (2009) encontraram em *Cordia superba* Cham. teores de clorofila 2,5 vezes maior nas plantas de sombra, quando comparadas as de sol. O aumento da proporção relativa de clorofila *b* é uma resposta adaptativa importante da planta à baixa luminosidade, pois esse pigmento capta energia de outros comprimentos de onda e a transfere para a clorofila *a*, que efetivamente atua nas reações fotoquímicas da fotossíntese, tornando a captação de luz mais eficiente em condições ambientais de baixa intensidade luminosa (LIMA et al., 2010).

Tabela 3 - Clorofila *a*, clorofila *b*, clorofila *a/b* e clorofila total *a+b* de folhas de cupuaçuzeiro aos 15 meses de idade, cultivados sob consórcio, tela de 50% e pleno sol, em Rio Branco, Acre. UFAC, 2013.

Sombreamento	Clorofila <i>a</i>	Clorofila <i>b</i>	Clorofila total <i>a+b</i> (mg/g-1)	Clorofila <i>a/b</i>
Pleno sol	0.01191 a	0.00607 a	1.51922 a	2.17552 a
Consórcio	0.01675 a	0.00726 a	2.06213 a	3.03080 a
Tela 50%	0.01635 a	0.00842 a	2.08656 a	2.95913 a

n = 60 para cada variável.

Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo Teste de Friedman a 5% de probabilidade.

Os feixes vasculares das folhas de cupuaçuzeiro cultivados a pleno sol, em consórcio e em tela de 50% apresentaram as mesmas características estruturais (Figura 8). Os feixes de xilema são separados por células parenquimáticas. O floema envolve quase que totalmente o xilema. O parênquima fundamental central é formado por células grandes e arredondadas (FERREIRA et al., 2002).

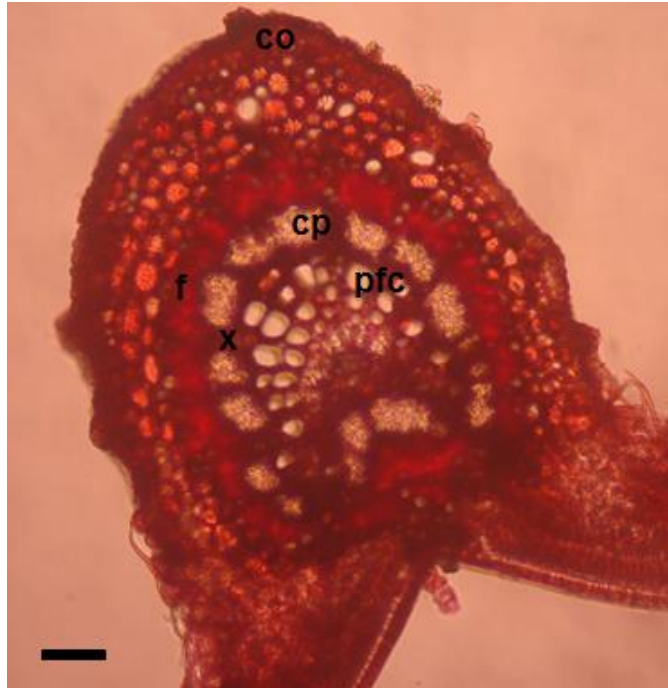


Figura 8 – Corte transversal da nervura secundária de folha de cupuaçuzeiro sobre tela de 50%. Xilema (x), floema (f), células parenquimáticas (cp), parênquima fundamental central (pfc) e córtex (co). Barra = 100 μ m.

O mesofilo de folhas cultivadas a pleno sol possuem duas camadas de células do parênquima paliçádico (Figura 9A), enquanto as folhas sombreadas apresentam apenas uma (Figura 9B), não havendo entretanto, diferença significativa ($p < 0,05$) na espessura dos mesmos (Apêndice D). Ferreira et al. (2002) avaliando folhas de cupuaçuzeiros adultos cultivados a sol e sombra, encontraram esta mesma disposição celular, havendo porém, diferença na espessura do mesofilo foliar devido ao número superior de células parenquimáticas nas folhas de sol.

O aumento na espessura do mesofilo foliar é uma resposta adaptativa comum a várias plantas cultivadas sob alta intensidade de luz (RAVEN et al., 1996; BALIZA et al., 2012; QUEIROZ-VOLTAN et al., 2011; ESPINDOLA JUNIOR et al., 2009; BRANT et al., 2011), entretanto neste trabalho, possivelmente, devido ao fato das plantas ainda serem jovens, observou-se que a espessura do parênquima lacunoso foi maior sob tela de 50%, seguido do consórcio e o menor valor encontrado, nas folhas de sol (Tabela 4).

Plantas de cupuaçuzeiro se adaptam ao sol quando adultas (FERREIRA et al., 2002), assim, confirmamos a necessidade da espécie de sombreamento nos primeiros estágios de desenvolvimento, pela baixa plasticidade morfoanatômica, que justifica o pior desempenho das mudas cultivadas a pleno sol em todas as características avaliadas neste trabalho.

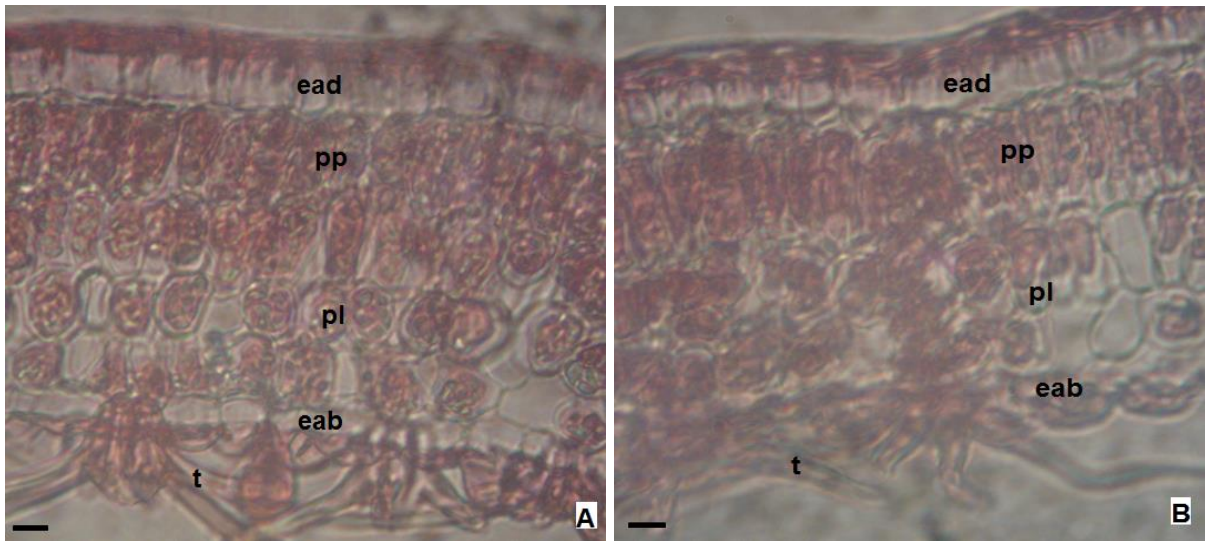


Figura 9 – Corte transversal da lâmina foliar do cupuaçuzeiro. Aspecto geral da região mediana de plantas cultivadas a pleno sol (A); Aspecto geral da região mediana de plantas cultivadas à sombra (B). Epiderme adaxial (ead), epiderme abaxial (eab), parênquima paliçádico (pp), parênquima lacunoso (pl), tricoma estrelado (t). Barra = 10 µm.

A face abaxial das folhas de cupuaçuzeiro apresentam tricomas do tipo estrelado e glandular, além dos estômatos esparsamente distribuídos (Figura 10A e 10B), sendo a espécie classificada com hipoestomática (FERREIRA et al., 2008). A espessura da epiderme abaxial foi igual ($p < 0,05$) em todos os níveis de radiação avaliados (Tabela 4), devido à baixa incidência luminosa que recebe (BALIZA et al., 2012).

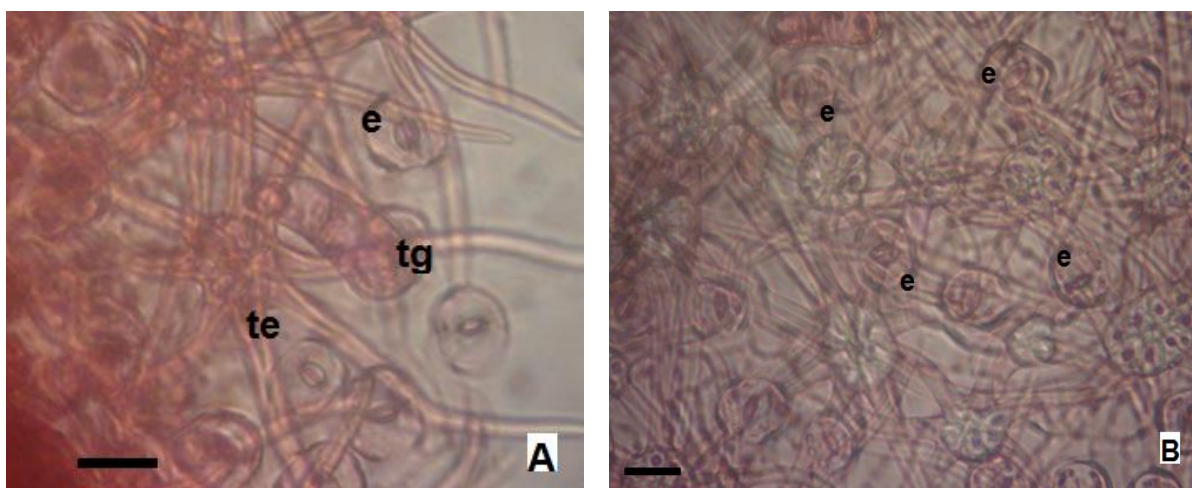


Figura 10 - Corte paradérmico da epiderme abaxial de folha de cupuaçuzeiro sobre pleno sol. Tricoma estrelado (te), tricoma glandular (t) e estômato (e) (A); detalhe dos estômatos (e) (B). Barra = 10 µm.

As características anatômicas, com exceção do parênquima lacunoso (LPL), não apresentaram alterações quando submetidas a diferentes níveis de sombreamento (Tabela 4). Novelini et al. (2006), avaliando anatomia foliar em folhas de seringueira (*Hevea brasiliensis*) submetidas a sol e sombra, concluem que não houve diferença significativa ($p>0,05$) na espessura total das folhas.

O espessamento de parênquimas clorofilianos, como o lacunoso, é uma adaptação da planta sobre alta intensidade luminosa, para aumentar a captação de luz e otimizar a fotossíntese, visto que, a área foliar tende a diminuir para minimizar as perdas por transpiração, o aumento de parênquimas clorofilados visa otimizar ganhos de carbono (DUZ et al., 2004; POORTER, 1999; PALAZZO e MONTEIRO, 2010; MORAIS et al., 2004).

Tabela 4 – Comprimento (CCG) e largura das células-guarda (LCG), comprimento (CP) e largura do poro estomático (LP), espessura da epiderme adaxial (EEAD), espessura do parênquima paliçádico (EPP), espessura dos parênquima lacunoso (EPL), espessura da epiderme abaxial (EEAB), comprimento do feixe vascular (CFV), densidade de estômatos (DE) e densidade de tricomas (DT) de folhas de cupuaçuzeiro aos 15 meses de idade, cultivadas em consórcio, a pleno sol e sob tela de 50%, em Rio Branco- Acre, UFAC, 2013.

Variáveis	Sombreamento			CV%
	Pleno sol	Consórcio	Tela 50%	
CCG (μm)	16,61 a	15,63 a	15,55 a	3,26
LCG (μm)	6,01 a	5,92 a	6,28 a	6,18
CP (μm)	7,88 a	7,32 a	7,24 a	5,5
LP (μm)	5,05 a	5,07 a	4,61 a	7,28
EEAD (μm)	15,08 a	14,54 a	15,45 a	7,62
EPP (μm)	31,29 a	30,74 a	30,86 a	7,02
EPL (μm)	36,15 c	38,94 b	41,28 a	6,41
EEAB (μm)	8,02 a	7,52 a	7,72 a	6,46
CFV (μm)	425,15 a	441,65 a	484,15 a	6,22
DE ($\text{n}^\circ.\text{mm}^{-1}$)	8,57 a	7,46 a	7,58 a	6,7
DT ($\text{n}^\circ.\text{mm}^{-1}$)	9,64 a	9,21 a	8,35 a	8,43

n = 60 para cada variável.

Médias seguidas de mesma letra, nas linhas, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O sombreamento é essencial para as mudas cupuaçuzeiro, sendo que a tela de 50% apresenta os melhores resultados. As plantas cultivadas a pleno sol tem menor crescimento em altura, taxa de crescimento relativo, taxa de crescimento absoluto e área foliar.

5 CONCLUSÕES

As mudas cultivadas inicialmente em viveiro tem crescimento favorecido, seguida das plantas em semeadura direta para área foliar e taxa de crescimento absoluto.

A maior taxa de crescimento absoluto, massa seca e fresca da parte aérea são de mudas de viveiro e ambiente tela de 50%.

As plantas cultivadas sob tela de 50% e em consórcio tem maior espessura do parênquima lacunoso, não havendo diferença significativa para as demais características morfoanatômicas avaliadas e para os teores de clorofila.

REFERÊNCIAS

- ACRE. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. **Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre fase II: recursos naturais: biodiversidade e ambientes do Acre.** Rio Branco, AC: Secretaria de Estado de Meio Ambiente, 2010. (Coleção Temática do Zoneamento Ecológico-Econômico, 3).
- ALVES, R. M.; FERREIRA, F. N. BRS Carimbó – A nova cultivar de cupuaçuzeiro da Embrapa Amazônia Oriental. **Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2012. (Comunicado Técnico, 232).**
- ANDRADE, A. P. A. **Avaliação da utilização de protetor físico de germinação em semeadura direta das espécies *Copaifera langsdorffii* Desf. e *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. em área degradada pela mineração.** 2008. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.
- ANDRADE NETO, R. de C.; NEGREIROS, J. R. da S.; ARAÚJO NETO, S. E. de; CAVALCANTE, M. de J. B.; ALÉCIO, M. R.; SANTOS, R. S. **Diagnóstico da potencialidade da fruticultura no Acre.** Rio Branco, AC: Embrapa Acre 2011. (Documentos, 125).
- ARAKI, D. F. **Avaliação da semeadura a lanço de espécies florestais nativas para a recuperação de áreas degradadas.** 2005. 151 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.
- AJALLA, A. C. A.; E. V.; VIEIRA, M. C.; ZÁRATE, N. A. H. Produção de mudas de baru (*Dipteryx alata* Vog.) sob três níveis de sombreamento e quatro classes texturais de solo. **Revista brasileira de fruticultura**, Jaboticabal, São Paulo, v. 34, n. 3, p. 888-896, set. 2012.
- ARAÚJO NETO, S. E. de; SOUZA, S. R. de; SALDANHA, C. S.; FONTINELE, Y. da R.; NEGREIROS, J. R. da S.; MENDES, R.; AZEVEDO, J. M. A. de; OLIVEIRA, E. B. de L. Produtividade e vigor do maracujazeiro-amarelo plantado em covas e plantio direto sob manejo orgânico. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 39, n. 3, p. 678-683, mai./jun. 2009.
- ARCO-VERDE, M. F. **Sustentabilidade biofísica e socioeconômica de sistemas agroflorestais na Amazônia brasileira.** 2010. 188 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.
- ARNON, D. I. Copper enzymes in isolated chloroplasts Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**. v. 24, n.1, p. 1-15, Jan. 1949.
- AZEVEDO, E.; PELICIONI, M. C. F. Agroecologia e promoção da saúde no Brasil. **Rev Panam Salud Publica**, v. 31, n.4, p. 290–5. 2012.
- BALIZA, D. P.; CUNHA, R. L.; CASTRO, E. M.; BARBOSA, J. P. R. A. D.; PIRES, M. F.; GOMES, R. A. Trocas gasosas e características estruturais adaptativas de

cafeeiros cultivados em diferentes níveis de radiação. **Coffee Science**, Lavras, v. 7, n. 3, p. 250-258, set./dez. 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, São Paulo, v.13, n.4, p.467-474, 2011.

BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S. (Ed.). **O cultivo da bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. 279 p.

CALZAVARA, B. B. G.; MULLER, C. H.; KAHWAGE, O. N. C. Fruticultura tropical: O cupuaçuzeiro: cultivo, beneficiamento e utilização do fruto. Belém, PA: Embrapa: Centro de Pesquisa Agropecuária do Tropicó Úmido. 1984. (Documentos, 32).

CARVALHO, J. E. U. de; MÜLLER, C. H. **Propagação do cupuaçuzeiro**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2004. (Comunicado Técnico, 116).

CARVALHO, J. E. U. de; MÜLLER, C. H.; ALVES, R. M.; NAZARÉ, R. F. R. de **Cupuaçuzeiro**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2004. (Comunicado Técnico, 115).

CHIAMOLERA, L. de B.; ÂNGELO, A. C.; BOEGER, M. R. Crescimento e sobrevivência de quatro espécies florestais nativas plantadas em áreas com diferentes estágios de sucessão no reservatório Iraí-PR. **Floresta**, Curitiba, v. 41, n. 4, p. 765-778, out./dez. 2011.

CUNHA, G. A. P. da. **Cultivo do abacaxizeiro: consorciação e rotação de culturas**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. (Comunicado Técnico, 108).

DIAS, M. C.; XAVIER, J. J. B. N.; BARRETO, J. F.; PAMPLONA, A. M. S. R. **Recomendações técnicas do cultivo de mandioca para o Amazonas**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2004. (Circular Técnica, 23).

DEMUNER, V. G.; HEBLING, S. A.; DAGUSTINHO, D. M. Efeito do sombreamento no crescimento inicial de *Galesia integrifolia* (Spreng.) Harms. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, Santa Teresa, ES, n. 17, p.45-55, jul. 2004.

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

FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C. **Propagação de Plantas Frutíferas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005.

FRANCO, F. S. **Sistemas agroflorestais: uma contribuição para a conservação dos recursos naturais na zona da mata de Minas Gerais**. 2000. 160 f. Tese (Doutorado em ciência florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

FERREIRA, C. da S.; POTIGUARA, R. C. V.; FIGUEIRÊDO, F. J. C. **Anatomia foliar de cupuaçuzeiros cultivados ao sol e à sombra**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 12).

FERREIRA, M. G. R.; NOGUEIRA, A. E.; DAMIÃO FILHO, C. F. Morfologia foliar de *Theobroma grandiflorum* Schum. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.2, p.530-533, mar/abr, 2008.

FERREIRA, R. A.; DAVIDE, A. C.; BEARZOTI, E.; MOTTA, M. S. Semeadura direta com espécies arbóreas para a recuperação de ecossistemas florestais. **Cerne**, Lavras, v. 13, n. 3, p. 271-279, jul./set. 2007.

FERREIRA, R. A.; SANTOS, P. L.; ARAGÃO, A. G.; SANTOS, T. I. S.; SANTOS NETO, E. M.; REZENDE, A. M. S. Semeadura direta com espécies florestais na implantação de mata ciliar no Baixo São Francisco em Sergipe. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 37, n. 81, p. 037-046, mar. 2009.

FERREIRA, W. N.; ZANDEVALLI, 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**, São Paulo, SP, v.26, n.2, p.408-414. 2012.

FIGUEIRÊDO, F. J. C.; FERREIRA, C. S.; ROCHA NETO, O. G. da; CARVALHO, C. J. R. de. **Emergência e mobilização de reservas de sementes de cupuaçuzeiro na ausência de luz**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 1999. (Boletim de Pesquisa, 8).

FIGUEIRÊDO, F. J. C.; ROCHA NETO, O. G. da. **Aspectos biofísicos de cupuaçuzeiros de cupuaçuzeiros cultivados ao sol e à sombra**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 15).

FONSECA, M. G.; LEÃO, N. V. M.; SANTOS, F. A. M. Germinação de sementes e crescimento inicial de plântulas de *Pseudopiptadenia psilostachya* (DC.) G.P.Lewis & M.P.Lima (Leguminosae) em diferentes ambientes de luz. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.6, p.885-891, 2006.

FRAIFE FILHO, G. de A. **Cupuaçu**. Disponível em: <www.ceplac.gov.br/radar/cupuacu.htm>. Acesso em: 10 ago. 2012.

FREITAS, N. C. de. **Crescimento e produção do abacaxizeiro pérola, com mudas tipo filhote em Dom Aquino – MT**. 2003. 90 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2003.

GARCIA, L. C. Influência da temperatura na germinação de sementes e no vigor de plântulas de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng.) Schum.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, n. 7, p. 1145-1150, jul. 1994.

GONDIM, T. M. de S.; THOMAZINI, M. J.; CAVALCANTE, M. de J. B.; SOUZA, J. M.

L. de. **Aspectos da produção de cupuaçu.** Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2001. (Documentos, 67).

GUIMARÃES NETO, A. B.; FELFILI, J. M.; SILVA, G. F.; MAZZEI, L.; FAGG, C. W.; NOGUEIRA, P. E. Avaliação do plantio homogêneo de mogno, *Swietenia macrophylla* King, em comparação com o plantio consorciado com *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake, após 40 meses de idade. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.28, n.6, p.777-784, 2004.

JESUS, S. V. de; MARENCO, R. A. O SPAD-502 com alternativa para a determinação dos teores de clorofila em espécies frutíferas. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 38, n. 4, p. 815-818, set./dez. 2008.

JORGE, L. H. de A. **Cultivo e beneficiamento do cupuaçu.** Manaus: Escola SENAI “Antônio Simões”, 2011. (Dossiê Técnico).

KRAUS, J.E.; ARDUIN, M. **Manual básico de morfologia vegetal.** Seropédica, SP: Editora da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1997.

KIM S. J.; YUA D. J.; KIMB 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.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal.** São Carlos: Rima, 2004. 355 p.

LEITE, G. L. D.; SOARES, M. A.; ROCHA, S. L.; MENDES DE SÁ, V. G. Insetos e doenças em mudas de cupuaçuzeiro. **Agropecuária Técnica**, Areia, PB, v. 26, n. 2, p. 134-137, jul/dez. 2005.

LIMA, M. A. O.; MIELKE, M. S.; LAVINSKY, A. O.; FRANÇA, S.; Alex-Alan Furtado de ALMEIDA, A. A. F.; GOMES, F. P. Crescimento e plasticidade fenotípica de três espécies arbóreas com uso potencial em sistemas agroflorestais. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 87, p. 527-534, set. 2010.

LIMA, M. C.; AMARANTE, L.; MARIOT, M. P.; SERPA, R. Crescimento e produção de pigmentos fotossintéticos em *Achillea millefolium* L. cultivada sob diferentes níveis de sombreamento e doses de nitrogênio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.1, p.45-50, jan. 2011.

LOCATELLI, M.; SOUZA, V. F. de; VIEIRA, A. H.; QUISEN, R. C. **Nutrientes e biomassa em sistemas agroflorestais com ênfase no cupuaçuzeiro, em solo de baixa fertilidade.** Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2001. (Boletim de Pesquisa em desenvolvimento, 1).

LORENZI, H. **Árvores brasileiras:** manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 2000.

MACHADO, G. M. E.; REGAZZI, A. J.; VIANA, J. M. S.; CRUZ, C. D.; GRANATE, M. J. Estimação de parâmetros genéticos de uma população amazônica de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng.) Schum.). **Revista Ceres**, v. 49, n. 281, p. 13-27, jan./fev. 2002.

MATTEI, L. V. Avaliação de protetores físicos em semeadura direta de *Pinus taeda* L. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 7, n. 1, p. 91-100, nov. 1997.

MORAIS, H.; MEDRI, M. E.; MARUR, C. J.; CARAMORI, P. H.; RIBEIRO, A. M. A.; GOMES, J. C. Modifications on Leaf Anatomy of *Coffea arabica* caused by Shade of Pigeonpea (*Cajanus cajan*). **Brazilian Archives of Biology and Technology**. V.47, n. 6, p. 863-871, nov. 2004.

NASCENTE, A. S.; COSTA, R. S. C.; COSTA, J. N. M. **Cultivo do abacaxi em Rondônia**. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/CultivodoabacaxiRO/index.htm>>. Acesso em: 08 ago. 2012.

NOVELINI, A. C.; CONFORTO, E. C. **Comparação Anatômica e Fisiológica entre Folhas de Seringueira de Sol e de Sombra**. Disponível em: <<http://www.unifafibe.com.br/revistasonline/arquivos/revistafafibeonline/sumario/10/19042010082150.pdf>>. Acesso em: 07 jan. 2014.

OLIVEIRA, T. K. de; FURTADO, S. C.; MACEDO, R. L. G.; AMARAL, E. F. do; FRANKE, I. L. **Manejo da fertilidade do solo em sistemas agroflorestais**. In: WADT, P. G. S. (Ed.). Manejo do solo e recomendação de adubação para o estado do Acre. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2005. p. 375-412.

PALAZZO, F. M. A.; MONTEIRO, M. H. D. A. **Morfologia de bapeba (*Pouteria grandiflora* (A.DC) Baehni, Sapotaceae)**. Disponível em: <<http://www.unicesumar.edu.br/pesquisa/periodicos/index.php/iccesumar/article/viewArticle/1305>>. Acesso em: 07 jan. 2014.

PEGORARO, R. L.; FALKENBERG, M. 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**, São Paulo, v.33, n.4, p.631-637, out.-dec. 2010.

PEREIRA, M. C. N.; GASPAROTTO, L.; PEREIRA, J. C. R.; LOPES, C. de M. d'A. **Manejo da cultura da bananeira no estado do Amazonas**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2002. (Circular Técnica, 10).

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

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. São Paulo: Nobel, 2002. 549 p.

QUEIROZ-VOLTAN, R. B.; ROLIM, G. S.; PEDRO JÚNIOR, M. J.; HERNANDES, J. L. Variações na anatomia foliar de videira Niagara em diferentes sistemas de condução. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 3, p.488-493, 2011.

RAVEN, P.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. 728p.

RIBEIRO, G. D.; COSTA, R. S. C.; FERREIRA, M. G. R.; NASCENTE, A. S.; NUNES, A. M. L.; TEIXEIRA, C. A. D.; BENTES-GAMA, M. M. **Cultivo do cupuaçu em Rondônia**. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Cupuacu/CultivodoCupuacuRO/autores.htm>>. Acesso em: 14 ago. 2012.

RIBEIRO, T. M.; MARTINS, S. V.; LANA, V. M.; SILVA, K. A. Sobrevivência e crescimento inicial de plântulas de *Euterpe edulis* Mart. transplantadas para clareiras e sub-bosque em uma floresta estacional semidecidual, em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.35, n.6, p.1219-1226, 2011.

SÁ, C. P.; OLIVEIRA, T. K., BAYMA, M. M. A. Caracterização e análise da rentabilidade financeira de um consócio agroflorestal para áreas de fácil acesso. Rio Branco: Embrapa Acre, 2008. (Comunicado técnico, 166)

SANTOS, M.; FERMINO JUNIOR, P. C. P.; VAILATI, M. G.; PAULILO, M. T. S. Aspectos estruturais de folhas de indivíduos de *Guapira opposita* (Vell) Reitz (Nyctaginaceae) ocorrentes em restinga e na floresta ombrófila densa. **Insula**, Florianópolis, n. 39, p. 59-78. 2010.

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

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

SILVA, M. Z. A.; SOARES, A. M.; CASTRO, E. M.; VIEIRA, C. V.; GAJETO, E. B. Alterações morfológicas e alocação de biomassa em plantas jovens de espécies florestais sob diferentes condições de sombreamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.1, p.62-68, jan-fev. 2005.

SILVA, R. R.; FREITAS, G. A.; SIEBENEICHLER, S. C.; MATA, J. F.; CHAGAS, J. R. Desenvolvimento inicial de plântulas de *Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum. sob influência de sombreamento. **Acta Amazonica**, v. 37, N.3, p. 365 – 370, 2007.

SOUZA, A. G. C.; SILVA, S. E. L. **Produção de mudas de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum.)**. Disponível em: <<http://www.almanaqueado campo.com.br/imagens/files/Produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20Mudas.pdf>>. Acesso em 08 nov. 2012.

SOUZA, A. G. C.; SOUZA, M. G.; SOUSA, N. R.; BERNI, R. F.; SILVA, S. E. L. **Clones de cupuaçuzeiro para o Amazonas**. Manaus, AM: Embrapa Amazônia Ocidental, 2008. (Comunicado técnico, 67).

SOUZA, G. M.; BALMANT, B. D.; VÍTOLO, H. F.; GOMES, K. B. P.; FLORENTINO, T. M.; CATUCHI, T. A.; VIEIRA, W. 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**, São Paulo, v. 23, n.2, p. 474-485. 2009.

SOUZA, L. da S.; FIALHO, J. de F. **A cultura da mandioca**. Disponível em: <http://paraiso.etfto.gov.br/docente/admin/upload/docs_upload/material_8f3ef977a3.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2012.

SOUZA, R. P.; VÁLIO, I. F. M. Seedling growth of fifteen Brazilian tropical tree species differing in successional status. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.26, n.1, p. 35-47, mar. 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 5. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2013.

VALLADARES, F.; WRIGHT, S.J.; LASSO, E.; KITAJIMA, K.; PEARCY, R.W. Plastic phenotypic response to light of 16 congeneric shrubs from a panamanian rainforest. **Ecology**, Ithaca, v.81, n. 7, p.1925-1936, 2000.

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

APÊNDICES

APÊNDICE A - Resumo da análise de variância (quadrado médio) DBC em parcelas subdivididas, das variáveis área foliar (AF), taxa de crescimento absoluto (TCA) e taxa de crescimento relativo (TCR) de mudas de cupuaçuzeiro aos 15 meses de idade, em Rio Branco - Acre, UFAC, 2013.

F. V.	GL	AF (cm)	TCR (cm ⁻² cm ⁻² dia ⁻¹)	TCA (cm ⁻² .dia ⁻¹)
Bloco	3	526,62*	0,000089*	1,559611*
Época (A)	4	9207,90*	0,002015*	2,966187*
Erro 1	12	48,87	0,000004	0,380965
Sombreamento (B)	2	2414,08*	0,000056*	26,241792*
A*B	8	338,13*	0,000052*	3,576531*
Erro 2	24	22,67	0,000007	0,228726
Plantio (C)	3	1694,57*	0,000237*	18,585944*
A*C	12	122,28*	0,000076*	2,452021*
B*C	6	109,15*	0,000382*	1,281403*
A*B*C	24	48,41*	0,000048*	0,350865 ^{ns}
Erro 3	141	30,29	0,000020	0,234753
C.V. 1 (%)		19,55	17,72	35,05
C.V. 2 (%)		13,31	22,12	27,16
C.V. 3 (%)		15,39	37,40	27,52
Médias		35,76	0,011821	1,760833

(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 B - Resumo da análise de variância (quadrado médio) DBC em parcela subdivididas, das variáveis massa fresca (MFPA) e massa seca (MSPA) da parte aérea de mudas de cupuaçuzeiro aos 15 meses de idade, em Rio Branco - Acre, UFAC, 2013.

F. V.	GL	MFPA	MSPA
Bloco	3	2,585391 ^{ns}	17,881302*
Sombreamento (A)	2	3396,235015*	798,954806*
Erro 1	6	35,278028	7,121556
Plantio (B)	3	1175,641819*	387,077974*
A*B	6	113,724306*	26,672653*
Erro 2	27	62,490455	11,028699
C.V. 1 (%)		20,20	16,86
C.V. 2 (%)		26,88	20,99
Média geral		29,4039583	15,8243750

(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 (quadrado médio), em DBC, das variáveis comprimento (CCG) e largura das células-guarda (LCG), comprimento (CPE) e largura do poro estomático (LPE) de folhas de cupuaçuzeiro aos 15 meses de idade, cultivados a pleno sol, consórcio e tela de 50%, em Rio Branco - Acre, UFAC, 2013.

F.V	GL	CCG (μm)	LCG (μm)	CPE (μm)	LPE (μm)
Bloco (A)	3	11,130647 ^{ns}	1,994011 ^{ns}	1,385658 ^{ns}	1,042341 ^{ns}
Tratamento (B)	2	5,606108 ^{ns}	0,571258 ^{ns}	1,963244 ^{ns}	1,065952 ^{ns}
A*B	6	2,209447 ^{ns}	0,893953 ^{ns}	0,548899 ^{ns}	0,402258 ^{ns}
Erro	36	0,268854	0,140803	0,169140	0,128060
Média geral		15,9279167	6,0691667	7,4793750	4,9122917
C.V. (%)		3,26	6,18	5,50	7,28

(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 (quadrado médio) em DBC das variáveis espessura da epiderme adaxial (EEAD), parênquima paliçádico (EPP), parênquima lacunoso (EPL), epiderme abaxial (EEAB) de folhas de cupuaçuzeiro aos 15 meses de idade, cultivados a pleno sol, consórcio e tela de 50%, em Rio Branco - Acre, UFAC, 2013.

F.V	GL	EEAD (μm)	EPP (μm)	EPL (μm)	EEAB (μm)
Bloco (A)	3	10,357728*	48,825297 ^{ns}	42,110013*	16,407963 ^{ns}
Tratamento (B)	2	3,395190 ^{ns}	1,298908 ^{ns}	105,646258*	0,997806 ^{ns}
A*B	6	0,509392 ^{ns}	11,336814 ^{ns}	5,469003 ^{ns}	5,315701 ^{ns}
Erro	36	1,314586	4,725000	6,311576	1,783455
Média geral		15,0241667	30,9629167	38,7902083	7,7506250
C.V. (%)		7,62	7,02	6,48	17,23

(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 (quadrado médio) em DBC, das variáveis comprimento dos feixes vasculares (CFV), densidade de tricomas (DT) e de estômatos (DE) de folhas de cupuaçuzeiro aos 15 meses de idade, cultivados a pleno sol, consórcio e tela de 50%, em Rio Branco - Acre, UFAC, 2013.

F.V	GL	CFV (μm)	DT (μm)	DE (μm)
Bloco (A)	3	5870,277124 ^{ns}	9,755294 ^{ns}	9,150261*
Tratamento (B)	2	14825,333333 ^{ns}	6,934631 ^{ns}	5,882256 ^{ns}
A*B	6	11818,263097	4,211126	1,508967
Erro	36	785,181551	0,584264	0,278436
Média geral		450,3122917	9,0650000	7,8700000
C.V. (%)		6,22	8,43	6,70

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

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