

CLEBER DOS SANTOS BARROS

The coat of arms of Rio Branco, Acre, is centered in the background. It features a yellow crown at the top. Below it is a shield divided into four quadrants: top-left is blue with a yellow 'U', top-right is white with a grey 'R', bottom-left is white with a yellow 'A', and bottom-right is blue with a yellow 'C'. The shield is flanked by two silver chains. Below the shield is a red five-pointed star.

**COMPORTAMENTO DE CACAU NATIVO (*Theobroma cacao* L.)
CULTIVADO EM UM FRAGMENTO FLORESTAL NO MUNICÍPIO DE
RIO BRANCO – ACRE**

RIO BRANCO

2011

CLEBER DOS SANTOS BARROS

**COMPORTAMENTO DE CACAU NATIVO (*Theobroma cacao* L.)
CULTIVADO EM UM FRAGMENTO FLORESTAL NO MUNICÍPIO DE
RIO BRANCO – ACRE**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Universidade Federal do Acre, como parte das exigências para a obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Ary Vieira de Paiva

RIO BRANCO

2011

À todos os meus familiares
Por tudo que representam para mim,
Dedico.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus e à minha mãe, Maria do Carmo dos Santos Barros, responsável por minha existência.

A minha esposa e amiga, Patrícia da Silva Viana Barros, pela paciência e apoio durante toda a minha jornada no curso.

A minha linda e querida filha, Larissa Viana Barros, pelo sentido da vida, amor, inspiração e principalmente por me fazer acreditar no impossível.

Aos meus irmãos, Luiz Michel, Luiz Carlos, Marinélio, Marilena, Josilene e Arlene, pela convicção no meu sucesso.

Aos meus amigos, Tércio e Cristiano pela ajuda incondicional na realização deste trabalho e presteza nas coletas de dados.

Aos antigos colegas de trabalho, Fábio Chicuta Franco, Alan Boccato, Renato Uchoa, Camilo Cavalcante, Francisco Lima e especialmente à Coordenadora de Agroextrativismo do Ministério do Meio Ambiente, Sra. Claudia Maria Calorio, pelo companheirismo e apoio durante minha estadia no MMA, em Brasília.

Aos companheiros do CNS, Francisco Barbosa de Melo (Chico Ginu), Antônio de Paula, José Maria Aquino (Bóca), Francisco Coelho e Jorge Rebouças por acreditarem na minha competência e capacidade de superação.

Aos atuais colegas de trabalho, Maria Darlene, Janilice, prof^a. Keiti, prof. Marco Amaro, prof. Ecio Rodrigues e prof. Moisés Barbosa, pela paciência e colaboração.

Ao meu orientador, professor Dr. Ary Vieira de Paiva, pelo apoio científico, diretrizes e acompanhamento do trabalho nos momentos mais oportunos.

A Universidade Federal do Acre, especialmente ao Curso de Engenharia Florestal, pela oportunidade, confiança e apoio.

Aos professores do Curso de Engenharia Florestal, pelos conhecimentos transmitidos em suas disciplinas.

Aos membros da banca examinadora pela análise crítica deste trabalho bem como pelas valiosas sugestões apresentadas.

Enfim, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para que fosse possível a realização do trabalho de pesquisa, a elaboração da monografia e a conclusão deste curso.

“Ninguém nasce odiando
outra pessoa pela cor de sua
pele, por sua origem
ou ainda por sua religião.
Para odiar, as pessoas
precisam aprender;
e, se podem aprender
a odiar, podem ser
ensinadas a amar.”
(Nelson Mandela)

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento de cacau nativo (*Teobroma cacao* L.) cultivado em um fragmento florestal no município de Rio Branco – Acre. Foram selecionadas duas áreas do Parque Zoobotânico da Universidade Federal do Acre e o plantio acompanhado no período de março de 2009 a setembro de 2010, sob diferentes condições de luminosidade. A primeira área caracteriza-se pela predominância de floresta em estágio intermediário de regeneração e terra firme; na segunda área existe a predominância de floresta em estágio avançado de regeneração, próxima ao igarapé Dias Martins. Plantou-se 250 mudas de cacau nativo em cada uma das áreas. As variáveis avaliadas foram a altura até a gema apical, o diâmetro do coleto e a luminosidade em cada planta. Foram realizadas sete medições ao longo de 18 meses, com intervalos de 3 meses. Observou-se que, as duas áreas não apresentaram diferenças significativas no crescimento em altura e diâmetro das plantas. Os dados referentes às avaliações de diâmetro e altura, nas duas áreas, apresentaram tendência linear, demonstrando um bom ajuste para os dados. A análise de regressão permitiu o ajuste de equações capazes de prever o diâmetro e altura média para a produção futura de cacau cultivado em condições semelhantes às do Parque Zoobotânico/UFAC. As mudas de cacau cultivadas na área 2, apresentaram maior incremento médio e crescimento linear em diâmetro e altura que a área 1; porém, a análise estatística não detectou diferença significativa entre estas variáveis. A área 2 demonstrou um crescimento mais acelerado que a área 1, pressupondo um estiolamento das mudas. As análises de correlação revelaram que a luminosidade não pode ser utilizada como única fonte de variação para explicar o crescimento em altura e diâmetro nas duas áreas amostradas.

Palavras-chave: Mudas. Dinâmica sucessional. Luminosidade.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the behavior of native cacao (*Theobroma cacao* L.) grown in a forest in the municipality of Rio Branco - Acre. The studies were conducted in two areas of the Park Zoobotânico Federal University of Acre, from March 2009 to September 2010, in different lighting conditions. The first sample area is characterized by a predominance of intermediate stage in forest regeneration and land, in the latter area there is a predominance of forest in an advanced stage of, remaining near the creek Martins Dias. 250 seedlings were planted cocoa in each of the native areas. The variables were the height to the apical bud, the stem diameter and brightness of each plant, as measured by ruler, caliper and digital light meter, respectively. 7 measurements were performed over 18 months, with intervals of 3 months. It was observed that despite the light conditions are significantly different, both areas showed no significant differences in height and diameter of the plants. Through regression analysis, the data concerning the evaluations across the two areas, show a linear relationship with coefficients of determination (R^2), equal to 0.97 and 0.99, respectively, showing a good fit to the data. It also allowed the setting of an equation to predict the average diameter for the future production of cocoa grown under similar conditions to Parque Zoobotânico / UFAC. Correlation analysis revealed that the brightness can not be used as the sole source of variation to explain the growth in height and diameter in the two areas sampled.

Keywords: Plants. Succession dynamics. Agroforestry.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 –	Localização das áreas de estudo dentro do Parque Zoobotânico / UFAC	22
FIGURA 2 –	Croqui das áreas de estudo (Área 1 e 2)	23
FIGURA 3 –	Luminosidade nas plantas de <i>T. cacao</i> em função do período de tempo nas áreas 1 e 2 durante 540 dias	26
FIGURA 4 –	Diâmetro das plantas de cacau nas áreas 1 e 2 durante 540 dias.....	28
FIGURA 5 –	Altura das plantas de cacau nas áreas 1 e 2 durante 540 dias...	29
FIGURA 6 –	Correlação de Pearson entre altura, diâmetro e luminosidade para <i>T. cacao</i> nas áreas 1 e 2 durante 540 dias.....	31

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A –	Análise descritiva para crescimento em diâmetro (mm) das plantas de cacau cultivadas em sub-bosque florestal (área 1). ICM = Incremento Total; IMD = Incremento Médio em Diâmetro.....	38
APÊNDICE B –	Análise descritiva para crescimento em diâmetro (mm) das plantas de cacau cultivadas em sub-bosque florestal (área 2). ICM = Incremento Total; IMD = Incremento Médio em Diâmetro.....	38
APÊNDICE C –	Análise descritiva para crescimento em altura (cm) das plantas de cacau cultivadas em sub-bosque florestal (área 1). ICA = Incremento Total em Altura; IMA = Incremento Médio em Altura.....	38
APÊNDICE D –	Análise descritiva para crescimento em altura (cm) das plantas de cacau cultivadas em sub-bosque florestal (área 2). ICA = Incremento Total em Altura; IMA = Incremento Médio em Altura.....	39
APÊNDICE E –	Correlação de Pearson entre altura, diâmetro e luminosidade para T. cacao na área 1 durante 540 dias.....	39
APÊNDICE F –	Correlação de Pearson entre altura, diâmetro e luminosidade para T. cacao na área 2 durante 540 dias.....	40
APÊNDICE G –	Registro fotográfico dos trabalhos de campo.....	42

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1. CARACTERIZAÇÃO DA ESPÉCIE	13
2.2 FITOFISIONOMIA DA ÁREA DE ESTUDO	14
2.3. INFLUÊNCIA DA LUMINOSIDADE SOBRE O CRESCIMENTO DE ESPÉCIES ARBÓREAS	15
2.4 CRESCIMENTO INICIAL EM AMBIENTE NATURAL	17
2.5 SUCESSÃO ECOLÓGICA	18
2.6 LUMINOSIDADE NO SUB-BOSQUE	20
3 MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	22
3.2 METODOLOGIA	23
3.2.1 Plantio das mudas	24
3.2.2 Coleta de dados.....	25
3.2.3 Análise estatística.....	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	27
4.1 LUMINOSIDADE	27
4.2 CRESCIMENTO EM DIÂMETRO	29
4.3 CRESCIMENTO EM ALTURA	31
4.4 CORRELAÇÕES DE PEARSON	32
5 CONCLUSÕES	34
REFERÊNCIAS	35
APÊNDICES.....	41

1 INTRODUÇÃO

A lavoura do cacau ganhou importância econômica na Amazônia a partir do século XVII, quando deixou de ser um produto extrativista para se tornar um produto agrícola, racionalmente explorado com a implantação de áreas cultivadas, melhoramento genético e produção de mudas. Como se sabe, é a principal matéria-prima para a agroindústria de chocolate (FILGUEIRAS et al., 2003).

Nos últimos anos, na Amazônia, o cacaueiro vem adquirindo importância ecológica, econômica e política como componente em sistemas agroflorestais (SAF's) para direcionar sua expansão, principalmente quando diversos segmentos da sociedade vem exigindo um crescimento econômico sustentável na Amazônia (CEPLAC, 2010).

Considerando que esta planta é originária da região amazônica, as condições edafoclimáticas para o seu desenvolvimento deve fomentar políticas para melhorar a performance econômica da mesma, para que a sua participação cresça no mercado interno.

Um dos fatores físicos mais importantes no controle do desenvolvimento de plântulas de espécies arbóreas em florestas tropicais úmidas é a luminosidade (LEE et al., 1997).

As condições de luz para as plântulas, no nível do chão da floresta, são extremamente variáveis. A radiação incidente nas folhas próximas ao chão, devido à atenuação da radiação através dos vários estratos da cobertura vegetal, pode ser cerca de 1% a 2% da radiação incidente nas folhas do dossel. Em clareiras, provocadas pela queda ou retirada de árvores, a quantidade de luz pode ser similar à incidente no dossel e variar da borda para o centro desta, ou mesmo variar com o decorrer do tempo, devido ao crescimento de plantas adjacentes (KITAJIMA, 1996).

Em vista disso, o presente trabalho testou matrizes de cacau nativo, em estágios iniciais de crescimento sob diferentes condições ambientais, especialmente, em relação à variação na intensidade de luz.

Trata-se de um trabalho pioneiro no Estado do Acre que busca comprovar a assertiva de que o cacau nativo é uma espécie ombrófila, sendo cultivado em condições semelhantes ao seu ambiente natural, ou seja, dentro da floresta.

Diversos pesquisadores realizam trabalhos para avaliar o comportamento de espécies florestais arbóreas em condições artificiais. No entanto, quando se trata de ambiente natural, no meio científico, temos poucas informações relacionadas a tal comportamento, especialmente do cacau nativo (SILVA et al., 2002; VIEIRA et al., 2005).

Visando mitigar e ordenar a deficiência de informações sobre esta espécie, foi iniciado, em 2007, com apoio do CNPq e recursos oriundos da Secretaria de Agricultura Familiar, vinculada ao Ministério do Desenvolvimento Agrário, o projeto intitulado: *Manejo Florestal Comunitário do cacau nativo do Purus*, no município de Boca do Acre, Amazonas.

O projeto é fruto de um consórcio formado pela Universidade de Viçosa, que se responsabilizou pelo mapeamento da dispersão do cacau nativo ao longo da margem do Rio Purus, no trecho entre a foz do Iaco, em Sena Madureira, no Acre, e a cidade de Lábrea no Amazonas, com emprego de imagem de satélite de média resolução. O projeto conta ainda com apoio fundamental da Agência de Cooperação Alemã, GTZ, e da Universidade de Freiburg, que concluiu estudos de Inventário Florestal, reprodução do cacau e fauna silvestre (RODRIGUES, 2010).

Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar o desenvolvimento de mudas de cacau nativo cultivado em um fragmento florestal no município de Rio Branco, Acre, visando diagnosticar as melhores condições de cultivo para o desenvolvimento da espécie.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Para melhor compreensão e enquadramento do presente estudo, optou-se por analisar a literatura existente sobre o cacau forasteiro e outras espécies florestais arbóreas cultivados em ambiente controlado e ambiente natural finalizando sobre os trabalhos que analisam a influência da luminosidade no crescimento da dessa espécie ombrófila.

2.1. CARACTERIZAÇÃO DA ESPÉCIE

O cacaueiro (*Theobroma cacao* L.), da família Malvaceae, subfamília Sterculioideae, é uma planta perene de grande importância econômica (SOUZA et. al., 2009), cuja frutificação inicia-se entre três e cinco anos, chegando a maximização do potencial de produção, de modo geral, entre o oitavo e o décimo ano de plantio (DIAS et al., 2003).

O cacau silvestre ocorre em regiões alagadas, ou na várzea, pois estas são irrigadas pelas águas barrentas dos rios da região amazônica, periodicamente e continuamente. As águas barrentas têm muita argila em suspensão na forma de micro-partículas, ricas em minerais, sendo um poderoso fertilizante natural (ALMEIDA; BRITO, 2003).

O cacaueiro amazônico, também classificado como “forasteiro” (CHEESMAN, 1944), tem características bem definidas: os frutos são dotados de casca dura, superfície lisa e dez sulcos pouco pronunciados, pequenos comparativamente às espécies híbridas. As sementes são menores e com tamanhos regulares e cor regular, aroma suave, sabor suave e de baixa acidez. Essas características podem facilmente classificá-lo como cacau fino, devido ao seu sabor e às suas qualidades organolépticas superiores (DIAS; RESENDE, 2009).

Na região sul-amazônica, os cacaueiros estão espalhados pelo rio Purus e seus afluentes, onde os ribeirinhos transportam os frutos até a beira do rio, para serem recolhidos por barcos até o local mais próximo de comercialização. Após o

recolhimento, os frutos são quebrados e as amêndoas são fermentadas por alguns dias e secas em estufas (MELO, 2010).

No estado da Bahia, o cacau é cultivado no sistema denominado cabruca, que consiste em raleiar a floresta e plantar o cacau sob a sombra das árvores nativas, mantendo-se resquícios do ecossistema original (SAMBUICHI, 2006).

Nos últimos anos, na Amazônia, o cacaueiro vem adquirindo importância ecológica, econômica e política como componente de sistemas agroflorestais (SAF's) para direcionar sua expansão, principalmente quando diversos segmentos da sociedade vem exigindo um crescimento econômico sustentável na Amazônia, que atualmente ocupa o 1º lugar no Estado da Bahia, 2º lugar no Pará e 3º lugar em Rondônia, com uma participação no mercado nacional próximo de 20% (CEPLAC, 2010).

2.2 FITOFISIONOMIA DA ÁREA DE ESTUDO

Segundo Araújo et al. (2005), ocorrem no Estado do Acre duas grandes regiões fitoecológicas (ou sistemas ecológicos regionais), a da Floresta Ombrófila Densa (FOD) e da Floresta Ombrófila Aberta (FOA). Essas duas grandes regiões fitoecológicas estão associadas às principais feições morfoestruturais presentes na Bacia Amazônica - Depressão Rio Acre - Javari, Planalto Rebaixado e Planície Amazônica.

A Floresta Ombrófila Densa é caracterizada por fanerófitos, além de lianas lenhosas e epífitas em abundância. Porém, a característica ecológica principal reside nos ambientes ombrófilos que marcam muito essa florística florestal. Já a Floresta Ombrófila Aberta é considerada como um tipo de transição entre a floresta amazônica e as áreas extra-amazônicas, além disso apresenta gradientes climáticos com mais de 60 dias secos por ano (MARTINS, 2006).

A Floresta Ombrófila Aberta subdivide-se em sete grandes formações com dominância de palmeiras, cipós ou bambus. Esta subdivisão em diferentes formações deve-se as características peculiares que estas assumem de acordo com as formas de relevo nas quais estão instaladas (ACRE, 2000).

A diferenciação entre as duas regiões fitossociológicas está relacionada aos aspectos fisionômicos e estruturais mais do que em aspectos florísticos. No entanto, como cada tipo de vegetação refere-se a formas de vida que são resultado de adaptações a variações no meio ambiente, mesmo sendo, a princípio, fisionômica e estrutural, a diferenciação ecológica está sempre presente, criando vários nichos para diferentes espécies vegetais e também animais (ACRE, 2000).

2.3. INFLUÊNCIA DA LUMINOSIDADE SOBRE O CRESCIMENTO DE ESPÉCIES ARBÓREAS

A luz é um dos fatores físicos mais importantes no controle do desenvolvimento de plântulas de espécies arbóreas em florestas tropicais úmidas (LEE et al., 1997).

As condições de luz para as plântulas, no nível do chão da floresta, são extremamente variáveis. A radiação incidente nas folhas próximas ao chão, devido à atenuação da radiação através dos vários estratos da cobertura vegetal, pode ser cerca de 1% a 2% da radiação incidente nas folhas do dossel (DUZ et al., 2004).

Em clareiras, provocadas pela queda ou retirada de árvores, a quantidade de luz pode ser similar à incidente no dossel e variar da borda para o centro desta, ou mesmo variar com o decorrer do tempo, devido ao crescimento de plantas adjacentes (KITAJIMA, 1996).

Quando as plântulas experimentam uma mudança nas condições de luz, a maioria delas é capaz, em maior ou menor grau, de aclimatar-se à mudança ocorrida (KITAJIMA, 1996). A aclimação de plantas à quantidade de luz incidente ocorre no sentido de maximizar o ganho total de carbono que pode se dar através de dois caminhos: a) mudança nas propriedades de assimilação de carbono pelas folhas, envolvendo ajustes fisiológicos e morfológicos, e b) mudança no padrão de alocação de biomassa em favor da parte vegetativa mais severamente afetada pela mudança (OSUNKOYA et al., 1994).

A capacidade de aclimação a mudanças na intensidade de luz é variável de espécie para espécie e pode depender do gradiente de luz que as espécies recebem ou de seu estágio sucessional (FARIAS et al., 1997).

Há uma infinidade de terminologias para a classificação de espécies em classes sucessionais, mas, tendo por base a resposta de crescimento das espécies vegetais à luz, costuma-se distinguir dois grupos sucessionais extremos: a) as de estágio inicial de sucessão (pioneiras), que germinam, sobrevivem e crescem somente em clareiras e b) as de estágio final de sucessão (clímax), que germinam e sobrevivem em ambientes sombreados do sub-bosque (MATTEI; MARTINS, 1996). Entretanto, entre estes dois extremos, já se reconhece um grande número de espécies, ocupando estádios intermediários na sucessão.

A estrutura das florestas tropicais determina que apenas pequenas quantidades de luz cheguem ao sub-bosque da floresta. Muitos estudos do comportamento de espécies arbóreas tropicais em relação à variação de luz têm sido realizados cultivando plantas em níveis constantes de luz, entretanto, na natureza uma mesma plântula experimenta variações na intensidade de luz, devido à abertura ou ao fechamento de clareiras (JANUÁRIO et al., 1992).

Em regiões com vegetação densa, como a floresta amazônica, a disponibilidade de luz no sub-bosque é bastante reduzida, comumente menos de 1% da radiação solar plena (MARENCO; VIEIRA, 2005).

As oscilações na quantidade de luz que atinge o sub-bosque da floresta estão fortemente relacionadas ao horário do dia, épocas do ano, movimentação de copas bem como à queda de árvores (LEE et al., 1997). Além disso, fatores como a topografia, a estrutura da floresta (principalmente altura do dossel, densidade de indivíduos), a nebulosidade e outros fatores climáticos determinam tanto a quantidade de luz como a qualidade da luz que atinge o sub-bosque da floresta (HOGAN; MACHADO, 2002).

Dessa forma, modificações nos níveis de luminosidade, na qual uma espécie está adaptada, podem condicionar diferentes respostas fisiológicas em suas características bioquímicas, anatômicas e de crescimento (ATROCH et al., 2001).

A luz que atravessa o dossel da floresta sofre mudanças consideráveis quanto à sua intensidade, duração e qualidade. Amo (1985), analisando essas mudanças no processo de regeneração e crescimento de mudas arbóreas na floresta, concluiu que as diferenças de luz quanto à sua intensidade possui, nas condições naturais, efeito mais significativo no crescimento das plantas do que a sua qualidade, principalmente no que se refere ao acúmulo de matéria seca.

Diversas variáveis de crescimento têm sido utilizadas para avaliar o desenvolvimento das mudas de espécies florestais em relação à luz. A altura e o diâmetro de colo são as variáveis usadas com maior frequência; a produção de matéria seca, o alongamento e peso das raízes, a área foliar e as relações entre a biomassa das partes aérea e radicular, são variáveis também utilizadas na avaliação do crescimento das mudas quanto à luz (FARIAS et al., 1997).

2.4 CRESCIMENTO INICIAL EM AMBIENTE NATURAL

A folhagem do dossel da floresta é uma característica ecológica importante que indica o efeito integrado de vários fatores tais como: condições microclimáticas, dinâmica de nutrientes e herbivoria, pois é através das folhas que ocorrem as trocas gasosas e energia com a atmosfera (ASNER et al., 2003).

Apesar dos fatores ambientais não atuarem isoladamente sobre as plantas, a luz é fundamental como fonte direta de energia para o desenvolvimento de todos vegetais. Além da luz, a temperatura, água e condições edáficas também são fatores importantes no desenvolvimento inicial das plantas (AGUIAR; BARBEDO, 1996).

Cada espécie tem exigências próprias para o seu desenvolvimento e a intensidade de luz que chega ao indivíduo é especialmente importante para o seu crescimento e desenvolvimento bem como para os mecanismos de regeneração e crescimento das florestas (POGGIANI et al., 1992).

Pode-se avaliar a magnitude da necessidade de luz de uma espécie por meio de sombreamento artificial no viveiro, o que confere uniformidade de iluminação e permite isolar e quantificar o efeito da luz (AGUIAR; BARBEDO, 1996).

Segundo Poggiani et al. (1992), de maneira geral, plântulas, que cresceram sombreadas, podem utilizar melhor a luz no seu crescimento do que as que cresceram sob pleno sol. Algumas espécies vegetais têm a capacidade de se desenvolverem em condições de sombreamento por possuírem mecanismos fotossintéticos melhor adaptados a tais condições, por exemplo, no sub-bosque das florestas, enquanto outras só conseguem desenvolver-se em locais com alta intensidade luminosa como acontece em grandes clareiras. Ainda segundo o mesmo

autor, as espécies, que toleram a sombra, são classificadas como tolerantes, ao contrário das intolerantes ou heliófilas que se desenvolvem melhor em plenas condições de luminosidade.

A estrutura e a composição florística do dossel (conjunto de folhas, galhos e ramos que formam a cobertura vegetal) são fatores que afetam a estratificação vertical do microclima da floresta, particularmente, com relação ao ambiente de luz no sub-bosque. O número, tamanho e localização de aberturas do dossel da floresta têm influência direta na variação da temperatura e umidade do ar e na temperatura do solo no sub-bosque, no saldo de radiação dentro da floresta em relação a áreas abertas e na disponibilidade e distribuição de luz no sub-bosque (PEZZOPANE et al., 2005).

Entretanto, estes parâmetros são afetados principalmente pela densidade da folhagem, do arranjo das folhas no interior da vegetação e do ângulo destas em relação à radiação incidente. A topografia do local e as condições atmosféricas, como o clima, a presença de nuvens e de neblina e a latitude também possuem repercussões importantes sobre as condições luminosas do sub-bosque (HOGAN; MACHADO, 2002).

2.5 SUCESSÃO ECOLÓGICA

Segundo Varela e Santos (1992), as espécies florestais possuem comportamentos variados em relação à luz, contribuindo para a definição das características sucessionais da espécie.

A luminosidade também exerce influência sobre todos os estágios de crescimento dos vegetais, existindo um ponto ótimo para cada fase. Árvores de grande porte, ou seja, aquelas que atingem mais de 0,70 m de diâmetro, são os principais elementos delineadores da paisagem, representando os maiores estoques de carbono, desempenhando grande influência na manutenção dos ciclos biogeoquímicos (VIEIRA et al., 2005).

Na sombra dessas árvores ocorre a regeneração natural de espécies vegetais típicas de sub-bosque e nas suas copas formam-se ambientes diferenciados, que

permitem o estabelecimento de uma grande variedade de espécies típicas de dossel (HOGAN; MACHADO, 2002).

As florestas são formadas através do processo denominado sucessão ecológica, onde grupos de espécies adaptadas a condições de maior luminosidade colonizam as áreas abertas, e crescem rapidamente, fornecendo o sombreamento necessário para o estabelecimento de espécies mais tardias na sucessão. Através da regeneração natural, as florestas apresentam capacidade de se recuperarem de distúrbios naturais ou antrópicos (MARTINS, 2006).

Sendo assim, as florestas tropicais são dinâmicas e as mudanças ocorrem continuamente nos indivíduos e nas populações ao longo do tempo. Nessas formações florestais, as clareiras naturais exercem influência sobre a composição florística e fitossociológica e, são responsáveis pela regeneração destas florestas, contribuindo para a diversidade florística (ANDRADE, 2003).

De acordo com Lamprecht (1990), após o desmatamento ocorre o processo de regeneração natural da floresta e, a sucessão ecológica é composta pelos processos dinâmicos de modificação na composição de espécies e estrutura de uma comunidade vegetal ao longo do tempo, até que esta atinja um estado próximo do equilíbrio com o ambiente, denominado clímax.

Para Valente (2005), a sucessão ecológica depende de uma série de fatores como a presença de vegetação remanescente, o banco de sementes no solo, a rebrota de espécies arbusto-arbóreas, a proximidade de fontes de sementes e a intensidade e a duração do distúrbio. Assim, cada área apresentará uma dinâmica sucessional específica.

Ivanauskas et al. (1999), estudando um remanescente de Floresta Estacional Semidecidual, observou que fragmentos florestais sujeitos a um extrativismo seletivo, apresentam espécies secundárias tardias em destaque na estrutura da comunidade e que outros fatores podem estar agindo como reguladores da distribuição de espécies em uma floresta.

De acordo com Melo (2004), a disponibilidade de luz, fertilidade dos solos, regimes pluviométricos, idade da floresta, características genéticas da espécie, grau de sanidade das árvores, entre outras diferenças no crescimento, são importantes fatores que podem interferir na estrutura da floresta tanto por espécie como em grupos ecológicos. O mesmo autor relata que em áreas provenientes de interferências agrícolas, os valores de área basal são relativamente semelhantes e

sua variação pode ser explicada pela idade do povoamento e por outro lado, florestas secundárias que não são provenientes de áreas agrícolas apresentam área basal equivalente a florestas primárias.

Segundo Pereira (2005), em uma floresta, a carência de grandes variações de luminosidade pode influir na umidade do solo e tipo de dispersão das sementes, levando esses fatores a exercerem maior controle nos padrões de distribuição espacial das espécies em florestas tropicais.

A degradação de um ecossistema e a qualidade do seu entorno afetam sua capacidade de auto-renovação, e depende de fatores como frequência, área e intensidade dos distúrbios a que foi submetido (MARTINS, 1989).

2.6 LUMINOSIDADE NO SUB-BOSQUE

Durante o crescimento das árvores em florestas tropicais úmidas, o regime de luminosidade é muito variado, com baixa intensidade na fase juvenil (no sub-bosque) e elevada na fase adulta (topo da copa). Além da variação de longo prazo, o regime de luz no sub-bosque é caracterizado por alta variabilidade dos feixes de radiação direta que penetram no dossel da floresta (MARENCO; VIEIRA, 2005).

Tal radiação direta é dependente de muitos fatores, tais como, tamanho e geometria da abertura nas copas e das folhas, densidade e orientação das folhas, latitude, estação do ano, presença de nuvens e altura do dossel (DALLING et al., 1999).

Embora plantas do sub-bosque sejam capazes de manter um balanço positivo e carbono na ausência de radiação direta, a luz continua sendo o principal fator ambiental limitante para o crescimento e reprodução em ambiente de sub-bosque de floresta tropical úmida. Entretanto, plantas de sub-bosque adaptadas à sombra podem exibir mecanismos fisiológicos para o uso eficiente da luz. Para muitos micro-ambientes do sub-bosque, entretanto, a duração da radiação direta não é suficientemente longa para efetuar a completa indução das enzimas da fotossíntese (NASCIMENTO, 2009).

A prática tem demonstrado que o sombreamento do cacau é uma necessidade, não só pelo fato de se tratar de uma planta ombrófila, como por

concorrer para uma maior longevidade da cultura e uma produção econômica mais regular. Todas as vezes que se tem tentado sua cultura a pleno sol, os resultados têm sido desfavoráveis, a não ser em casos especiais de tipo de solo ou de cultivos e adubações orgânicas que preencham, em parte, algumas das finalidades do sombreamento (CEPLAC, 2010).

O sombreamento pode ser conseguido pela conservação parcial do bosque ou, no caso da derrubada total da mata e no caso de terreno já cultivado, pelo plantio de árvores de sombra. O primeiro processo não é muito recomendável a não ser em casos especiais, como por exemplo pela carência de mão-de-obra (CEPLAC, 2010).

Desta forma, o calculo da intensidade adequada de luz para equilibrar sombreamento com oferta de energia para o cacau nativo, de maneira a ampliar a produtividade e proteger a espécie é uma lacuna científica ainda a ser preenchida. Neste sentido, este trabalho procura gerar uma pequena contribuição para melhor entender a relação sombra x energia para o cacau nativo amazônico.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Por meio da aferição direta do desenvolvimento das mudas de cacau nativo produzidas a partir de sementes de matrizes originárias do Rio Purus, no Estado do Amazonas, foi possível conceber a metodologia descrita abaixo.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O presente trabalho foi desenvolvido na área do Parque Zoobotânico, localizado no Campus da Universidade Federal do Acre – UFAC nas coordenadas geográficas: 9°57'26''S e 67°52'25''W, situando-se a oeste do Campus Universitário e tendo como limites a estrada vicinal Dias Martins, a BR 364 (trecho Rio Branco – Sena Madureira), o igarapé Dias Martins e os últimos blocos que compõem o complexo arquitetônico da Universidade Federal do Acre, município de Rio Branco, Estado do Acre (FIGURA 1).



FIGURA 1 – Localização da áreas de estudo dentro do Parque Zoobotânico/UFAC.
Fonte: Google Earth (2011).

O clima no município de Rio Branco corresponde ao tipo Am chuvoso, (sistema de Köppen) bastante quente e úmido, composto de estações de seca (maio a outubro) e de chuva (novembro a abril) bem definidas. A temperatura média oscila entre 24°C a 26°C no período seco e nos períodos mais frios fica em torno dos 18°C (RADAMBRASIL, 1976).

A precipitação média anual é superior a 2000 mm, distribuída especialmente nos meses de outubro a maio, porém, a maior pluviosidade se observa entre os meses de dezembro a março, reduzindo drasticamente no período de julho a setembro. A umidade relativa do ar apresenta valores médios anuais em torno de 85% e a insolação apresenta uma média de 1.756,3 horas/ano, sendo que os maiores valores anuais de brilho solar foram registrados no ano de 1984 com 2.022,4 horas (MENESES FILHO, 1995).

Os solos ocorrentes no PZ-UFAC são classificados segundo a nova classificação brasileira, como do tipo Argissolo (EMBRAPA, 1999). A vegetação é formada por uma pequena porcentagem de floresta primária, (20%), anteriormente utilizada para extração de látex de seringa. Predomina nesta área um grande número de árvores com diâmetros significativos (MARTINS, 2006).

O restante da área (80%) está ocupado por floresta secundária, em diversos estágios da sucessão ecológica. A vegetação existente deve-se ao processo de regeneração natural resultante dos distúrbios causados pelo desmatamento para pastagens e agricultura. De acordo com o sistema de classificação do IBGE, a vegetação está inserida na “Região da Floresta Ombrófila Aberta” (ACRE, 2000).

3.2 METODOLOGIA

Os métodos empregados no desenvolvimento dos trabalhos de campo e escritórios estão detalhados nesta seção, conforme sub-itens abaixo.

3.2.1 Plantio das mudas

Foram plantadas 500 mudas de *T. cacao*, em duas áreas distintas do Parque Zoobotânico, sendo 250 em cada área, ambos com área de plantio de 30m x 50m, com espaçamentos de 3m x 2m, sendo a primeira área de plantio (Área 1) alocada próximo ao bloco de Engenharia Civil e a segunda área (Área 2) próxima ao igarapé Dias Martins, ambas dentro do PZ/UFAC. As áreas foram previamente demarcadas com o auxílio de fitas de isolamento e barbantes ao longo de todo o perímetro. A FIGURA 2 ilustra as dimensões das áreas plantadas.

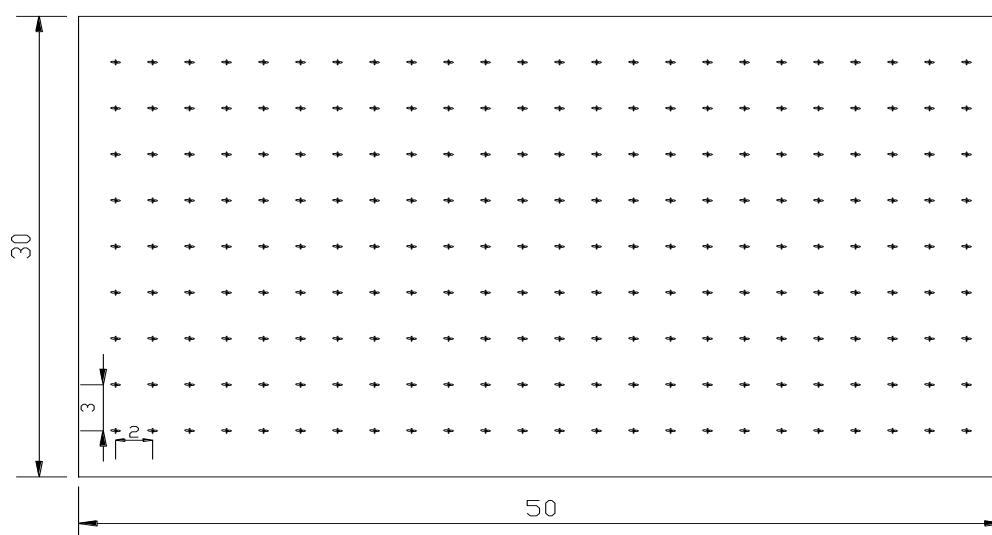


FIGURA 2 – Croqui das áreas de estudo (Áreas 1 e 2).

As mudas de cacau foram produzidas em tubetes de 10 cm e transplantadas aos 8 meses de idade. As variáveis utilizadas para avaliar o crescimento foram a altura até a gema apical (HA) e o diâmetro à altura do colo (DAC); foi aferida a luminosidade em cada planta com o auxílio de um luxímetro digital, cuja unidade de medida foi o lux, conforme metodologia empregada por Paiva e Poggiani (2000).

A primeira área amostral caracteriza-se pela predominância de floresta em estágio intermediário de regeneração e terra firme; na segunda área existe a predominância de floresta em estágio avançado de regeneração, remanescente, próxima ao igarapé Dias Martins.

3.2.2 Coleta de dados

Nas áreas amostrais foram medidas as alturas, diâmetro e luminosidade em 100% dos indivíduos. As coletas foram realizadas no período compreendido entre os meses de março de 2009 a setembro de 2010, com intervalos de três meses, num total de sete leituras.

Para aferição da altura foi utilizada uma régua milimetrada em 50 cm e trena milimetrada em 3 m. Para o diâmetro, as medidas foram realizadas com o auxílio de um paquímetro digital (precisão de 0,01 mm); enquanto que a luminosidade foi obtida com o auxílio de um luxímetro digital marca Diamont, a cerca de 10 cm acima da gema apical de cada planta.

As taxas de incremento médio em diâmetro e altura foram determinadas utilizando-se as seguintes equações.

$$IMD = (D1 - D0)/t$$

Em que, IMD, incremento médio em diâmetro (mm);

D1, corresponde ao diâmetro final;

D0 diâmetro inicial;

t, corresponde ao tempo em meses.

$$IMA = (A1 - A0)/t$$

Em que, IMA, incremento médio em altura (m);

A1, corresponde a altura final;

A0, diâmetro inicial, dividido pelo tempo (t, em meses)

3.2.3 Análise estatística

Os levantamentos de campo foram processados no programa *Microsoft Office Excel* (2003). Para as análises estatísticas, foram utilizados os programas *Bioestat* 3.0 e *SAS* 7.5.

Após a seleção das plantas sobreviventes ao final do estudo, os dados foram submetidos ao teste de distribuição normal – Shapiro-Wilk. Apresentando distribuição normal, foram submetidos ao teste de homocedasticidade (homogeneidade entre as variâncias). Em caso positivo, foi procedida a análise de variância e comparação de médias, utilizando-se o Teste Tuckey ($p \leq 0,05$). Quando não apresentaram distribuição normal, os dados foram submetidos ao teste de Grubbs, que verifica a existência de *outliers* e possibilita a correção dos dados discrepantes do banco de dados, repetindo-se o teste de Shapiro-Wilk com os dados corrigidos. O efeito das variáveis quantitativas foi verificado por meio de análise de regressão, sendo utilizado o programa estatístico *Sigmaplot*.

Na ANOVA foram considerados os parâmetros avaliados no crescimento, pelo fato da mesma planta apresentar geralmente padrões fotossintéticos diferentes, em função das condições físicas, sobretudo luminosidade, no entorno da área. Para os dados de crescimento, a unidade experimental foi a altura e o diâmetro individual de cada planta; enquanto que para as correlações entre ambos foi testada a luminosidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a discussão dos principais resultados foram realizadas, por meio de técnicas estatísticas, análises descritivas e inferenciais para comparar e avaliar o comportamento do cacau nativo durante o período de 540 dias nas duas áreas amostrais. Alguns resultados estão mostrados em figuras, enquanto que outros em tabelas. Os resultados e as discussões estão descritos em cada subseção a seguir.

4.1 LUMINOSIDADE

A média de luminosidade em cada planta variou entre 1206 a 2553 lux na área 1 e de 386 a 1005 lux na área 2. A quantidade de luz que atingiu o sub-bosque da floresta variou significativamente entre as duas áreas em todos os períodos amostrados ($F_{6,13}=6,36$; $P<0,0001$), onde a incidência de luz foi significativamente maior na área 1 que na área 2. Isso deve ter ocorrido, especialmente, por conta da heterogeneidade do dossel da floresta, cujas espécies exibem diferentes arquiteturas de copa, projetando sombra de forma diferenciada.

O grau de plasticidade em relação à variação de luz inerente a cada espécie, pode ter papel fundamental na sobrevivência de plantas em ambientes heterogêneos e variáveis, como o das florestas tropicais, e pode explicar diferenças na distribuição ecológica e geográfica das espécies (PETIT et al., 1996).

A quantidade de luz que atinge o sub-bosque da floresta foi menor aos 360 dias de plantio, mas não diferiu dos demais períodos na mesma área, ao tempo em que na primeira medição foi observada a maior média de luminosidade nas duas áreas, sendo constatado na área 1 uma variação entre 1525 a 2018 lux/planta; e na área 2, 527 a 820 lux/planta. A menor irradiância aos 360 dias de plantio pode ter sido causada pela alta nebulosidade durante os meses de maior precipitação.

Segundo Moraes Neto (1992), em geral, a intensidade de luz do ponto de compensação em plantas de sombra é menor (ao redor de 550 lux) do que em plantas de sol (1100 à 1600 lux), enquanto que o ponto de saturação em plantas adaptadas no sol é maior (21000 à 27000 lux) do que plantas de sombra (5000 à

11000 lux). Segundo o mesmo autor, as plantas tolerantes à sombra, não dependem estritamente de aberturas no dossel nem para regeneração nem para crescimento posterior, chegando a permanecer em condições limitantes de luz durante grande parte de sua vida; estas espécies apresentam baixas taxas metabólicas e crescimento lento; podem, entretanto, aclimatar-se às condições de aumento casual de luminosidade, entrando num processo de aceleração de crescimento.

Depreende-se do aludido autor que a intensidade de luz verificada no estudo em comento não foi suficiente para alcançar o ponto de saturação ideal para a espécie *T. cacao*, sendo constatada a necessidade de adequar, *in loco*, o gradiente de luminosidade para uma condição ainda mais favorável para o seu desenvolvimento, ou seja, acima de 1880 lux, em média.

Observando a FIGURA 3, têm-se as médias de luminosidade para o comportamento das mudas de *T. cacao* nas duas áreas estudadas, durante o período de 540 dias (1,5 anos).

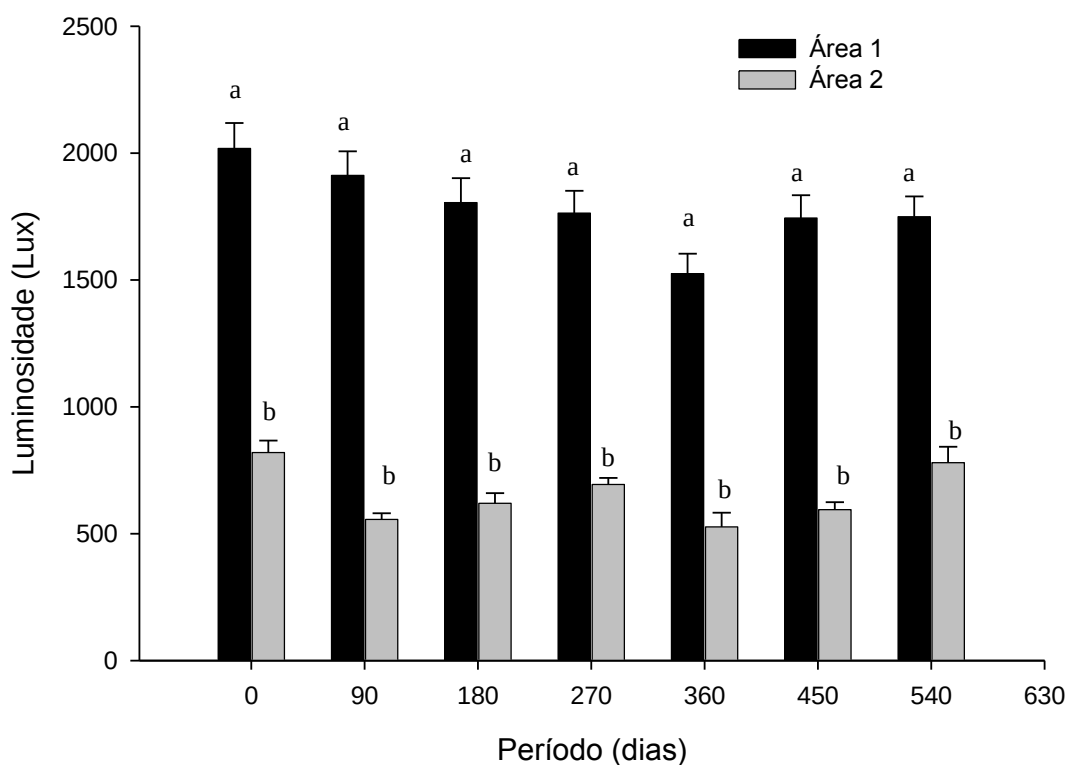


FIGURA 3 – Luminosidade nas plantas de *T. cacao* em função do período de tempo nas áreas 1 e 2 durante 540 dias. Médias seguidas com mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tuckey ($P < 0,0001\%$).

4.2 CRESCIMENTO EM DIÂMETRO

No momento do plantio (março de 2009), as variáveis estudadas diâmetro e altura não apresentaram diferença significativa, indicando homogeneidade para o crescimento entre os indivíduos nos dois ambientes de cultivo (área 1 e área 2).

Observou-se que o crescimento do diâmetro nas duas áreas amostrais foi explicado pela variação do tempo com um nível de confiança de, pelo menos, 95% de probabilidade. Os resultados encontrados são corroborados pelos estudos realizados por Raja Harum e Hardwick (1987) e, também, por Augusto (1997), que concluem enfaticamente que o cacau é uma planta de sombra, não estando adaptada a utilizar integralmente a luz em altas intensidades.

Um outro fator observado foi que, tanto na área 1 quanto na área 2, as mensurações, levando em consideração a mesma data, apresentam comportamentos semelhantes. Assim, a variação do diâmetro ocorreu de forma linear aumentando 0,008 mm/dia na área 1 e 0,17 mm/dia na área 2.

As épocas do ano (seca e chuvosa) também não apresentaram efeito significativo sobre as taxas de crescimento médio em diâmetro das mudas ($p < 0,05$).

O Incremento Médio em Diâmetro (IMD) foi de 0,25 mm na área 1 e de 0,26 mm na área 2; na área 1 o crescimento linear foi de 4,44 mm e de 4,71 mm na área 2. Neste contexto, infere-se que a área 2 apresentou o maior incremento médio e crescimento linear em diâmetro.

Os resultados das médias de incremento relatados nesse estudo são menores do que as médias relatadas para espécies com DAP (Diâmetro à Altura do Peito) ≥ 10 cm em florestas tropicais (CLARK; CLARK, 2001) e para Amazônia, 1 mm/ano (VIEIRA et al., 2005).

Muitos estudos têm avaliado o crescimento em diâmetro em árvores adultas da Amazônia (VIEIRA et al., 2005; SILVA et al., 2002), porém ainda são escassos estudos envolvendo crescimento na fase inicial, especialmente em cacau nativo.

Essa constatação é apoiada por alguns autores, como Clark et al. (1999) e Vieira et al. (2005), que afirmam que plantas de maior diâmetro tendem a apresentar taxas de crescimento maior do que as plantas de menor diâmetro, seja na fase inicial, juvenil ou adulta.

Por meio da análise de regressão, observou-se que os dados referentes às avaliações de diâmetro nas duas áreas, apresentaram tendência linear com coeficientes de determinação (R^2), iguais a 0,97 e 0,99, respectivamente. Dessa forma, pode-se afirmar que para a área 1, 97% da variação total dos diâmetros é explicada pela equação linear $Y = 4,03 + 0,008X$ e para a área 2, 99% da variação total dos diâmetros é explicada pela equação linear $Y = 3,83 + 0,017X$, o que demonstrou um bom ajuste para os dados.

Na mesma análise, observou-se que o crescimento diamétrico não diferenciou significativamente nas duas áreas de estudo, mostrando que as respostas às duas condições de luminosidade foram iguais para este parâmetro.

Permitiu ainda o ajuste de equações capazes de prever o diâmetro médio para a produção futura de cacau cultivado em condições semelhantes às do Parque Zoobotânico/UFAC.

Pressupõe-se disto possíveis simulações de medidas diamétricas para determinados momentos que a produção de cacau iniciará, ratificando assim a hipótese testada de que o cacau produz mais rápido em áreas mais ou menos sombreadas, conforme demonstrado na FIGURA 4.

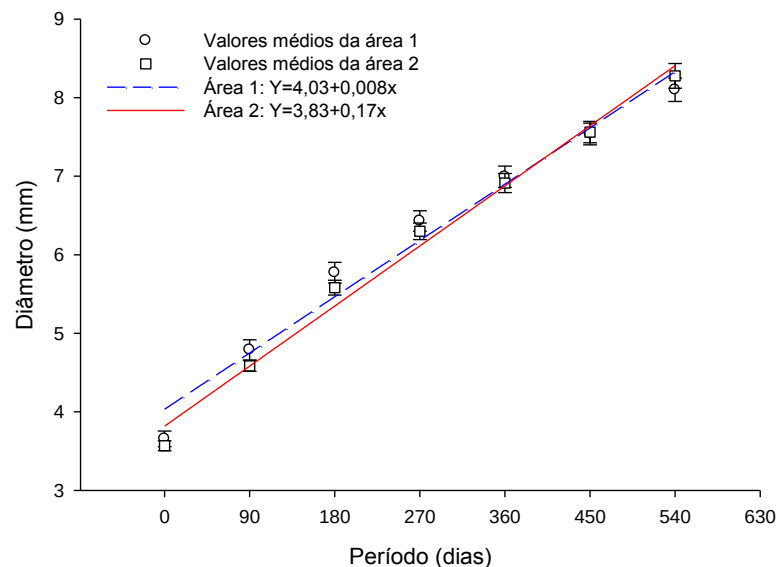


FIGURA 4 – Diâmetro das plantas de cacau nas áreas 1 e 2 durante 540 dias. Área 1: $F_{1;5}=196,16$; $P<0,0001$; $R^2=0,97$. Área 2: $F_{1;5}=466,57$; $P<0,0001$; $R^2=0,99$.

4.3. CRESCIMENTO EM ALTURA

Observou-se que o crescimento em altura nas duas áreas amostrais foi explicado pela variação do tempo com 95% de probabilidade.

Observou-se ainda que nas duas áreas, as mensurações, apresentam comportamentos semelhantes; no entanto, com o passar do tempo, a área 2 demonstrou um crescimento mais acelerado que a área 1, onde a variação em altura ocorreu de forma linear aumentando 0,019 cm/dia na área 1 e 0,025 cm/dia na área 2. Pressupõe-se disso que as mudas cultivadas na área 2 manifestaram um estiolamento mais acentuado que na área 1.

O Incremento Médio em Altura (IMA) não ultrapassou 0,58 cm na área 1 e 0,76 cm na área 2, e o crescimento linear foi de 10,52 cm (média) na área 1 e 13,72 cm (média) na área 2. Neste contexto, infere-se que a área 2 apresentou o maior incremento médio e crescimento linear em altura.

Os baixos valores de incremento em espécies de sub-bosque podem estar relacionados à baixa luminosidade a que as arvoretas estão expostas, limitando a baixa assimilação de CO₂ ao crescimento da planta. Além disso, árvores na fase juvenil podem apresentar nenhum crescimento em altura em períodos curtos de tempo (CLARK; CLARK, 2001).

Por meio da análise de regressão, os dados referentes às avaliações de altura nas duas áreas, apresentaram tendência linear com coeficientes de determinação (R^2), iguais a 0,99 para as duas áreas. Dessa forma, pode-se afirmar que para estas áreas, 99% da variação total das alturas é explicada pela equação linear $Y = 21,04 + 0,019(X)$ na área 1 e $Y = 21,49 + 0,025(X)$ na área 2, demonstrando assim, um bom ajuste para os dados.

Na mesma análise, observou-se que o crescimento em altura não diferiu estatisticamente nas duas áreas de estudo, durante todos os períodos avaliados, mostrando que as respostas às duas condições de luminosidade foram iguais também neste parâmetro, conforme a FIGURA 5.

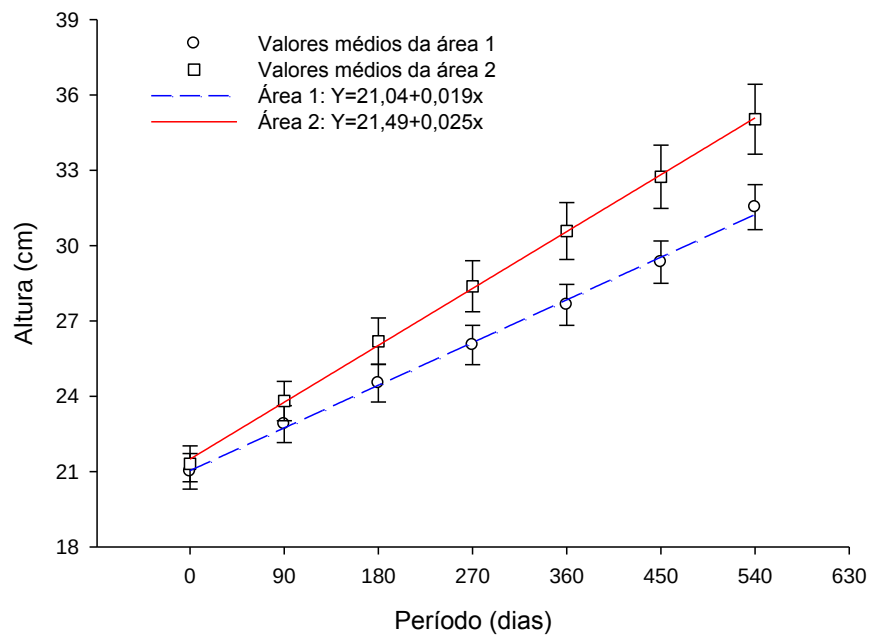


FIGURA 5 – Altura das plantas de cacau nas áreas 1 e 2 durante 540 dias. Área 1: $F_{1;5} = 1982,92$; $P < 0,0001$; $R^2 = 0,99$. Área 2: $F_{1;5} = 8747,40$; $P < 0,0001$; $R^2 = 0,99$.

4.4 CORRELAÇÕES DE PEARSON

A correlação simples, ou correlação de Pearson, representa uma medida do grau de associação entre um par de variáveis. Para estimar a associação entre uma variável, considerada dependente, meramente, do ponto de vista matemático, e um conjunto de duas ou mais variáveis, consideradas matematicamente – não necessariamente estatisticamente – independentes, tem-se a correlação parcial.

De acordo com a TABELA 1, observou-se por meio do coeficiente de correlação de Pearson, que a luminosidade não pode ser utilizada como única fonte de variação para explicar o crescimento em altura e diâmetro nas duas áreas amostradas, demonstrando que não houve correlação significativa entre estas variáveis. Esta inferência, é devida ao nível descritivo (P) apresentado ter sido de 0,24 para a altura e de 0,78 para o diâmetro.

TABELA 1 – Correlação de Pearson entre altura, diâmetro e luminosidade para *T. cacao* nas áreas 1 e 2 durante 540 dias

Variável	Luminosidade		Altura	
	r	P	r	P
Altura	- 0,33	0,24	-	-
Diâmetro	- 0,08	0,78	0,94	0,0001

Ainda na TABELA 1, foi verificado que à medida que o diâmetro foi aumentando com o tempo, a altura também aumentou. Essa correlação entre o diâmetro e a altura foi considerada, significativamente, forte ($r = 0,94$; $P < 0,0001$) nas duas áreas, sendo possível afirmar que a altura é explicado pela variação do diâmetro, no decorrer do tempo e que os indivíduos com maiores diâmetros alcançaram os maiores crescimentos em altura.

Segundo Hamakawa (2002), os efeitos do ambiente somente são percebidos quando ocorre alguma anomalia, natural ou provocada, como é o caso da exportação da cultura para um local que não lhe é próprio e após um longo período de tempo, ou seja, somente quando as plantas são adultas.

5 CONCLUSÕES

De acordo com as análises efetuadas e com os objetivos deste trabalho pode-se concluir que:

A área de cultivo localizada próximo ao bloco de Engenharia Civil (área 1) apresentou maior luminosidade que a área próxima à margem do Igarapé Dias Martins (área 2), constatando-se diferença significativa na luminosidade entre as duas áreas.

As variações nos níveis de luminosidade, no sub-bosque, não influenciaram significativamente o crescimento em diâmetro e altura em ambas as áreas de plantio.

A intensidade de luz verificada no estudo em comento não foi suficiente para alcançar o ponto de saturação ideal para a espécie *T. cacao*, sendo constatada a necessidade de adequar, *in loco*, o gradiente de luminosidade para uma condição ainda mais favorável para o seu desenvolvimento, ou seja, acima de 1880 lux, em média.

As plantas de cacau cultivadas na área 2 (mais sombreada), apresentaram maior incremento médio e crescimento linear em diâmetro e altura que a área 1 (menos sombreada); porém, a análise estatística não detectou diferença significativa entre estas variáveis.

Em relação às medições de altura, as duas áreas apresentaram comportamentos semelhantes; no entanto, com o passar do tempo, a área 2 demonstrou um crescimento mais acelerado que a área 1, pressupondo um estiolamento das plantas.

Houve correlação entre a altura e o diâmetro das plantas, demonstrando assim que a altura das plantas foi proporcional ao diâmetro.

Pode-se afirmar que, nesse estudo, a luminosidade não foi o único fator determinante no crescimento de *T. cacao*, sendo necessário o estudo de outros fatores edafoclimáticos e ambientais para indicar as melhores condições de cultivo para o desenvolvimento da espécie.

REFERÊNCIAS

ACRE. Governo do Estado do Acre. Programa Estadual de Zoneamento–Ecológico do Estado do Acre. **Zoneamento ecológico–econômico: Recursos naturais e meio ambiente** – Documento Final. Rio Branco: SECTMA, 2000, v. 1, 150 p.

AGUIAR, F. F. A.; BARBEDO, C. J. Efeito de fatores ambientais no crescimento de mudas de Pau-brasil (*Caesalpinia achinata* Lam.). **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 2, n. 1, p. 26-32, jan./jun. 1996.

ALMEIDA, L. C.; BRITO, A. M. Manejo do cacaueiro silvestre em várzea do estado do Amazonas, Brasil. **Agrotrópica**, Ilhéus, v. 15, n. 1, p. 47-52, jan./abr. 2003.

AMO, S. R. **Alguns aspectos de la influencia de la luz sobre el crecimiento de estados juveniles de espécies primarias**. In: GOMES-POMPA, A.; AMO, S.R. del. Investigaciones sobre la regeneracion de selvas altas em Vera Cruz. México: Instituto Nacional de Investigações sobre Recursos Bióticos, Ed. Alhambra Mexicana & A., p. 79-92. 1985.

ANDRADE, P. M. **Florística e fitossociologia de uma floresta ombrófila aberta secundária no campus José Ribeiro Filho**. Porto Velho: Editora da Univerisidade de Rondônia, 2003. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/fitossociologia.html>>. Acesso em: 23 março 2010.

ARAÚJO, E. A. et al. Aspectos gerais dos solos do Acre com ênfase ao manejo sustentável. In: WADT, P. G. S. **Manejo do solo e recomendação de adubação para o estado do Acre**. Rio Branco: EMBRAPA Acre, 2005. p. 28-61.

ASNER, G. P.; SCURLOCK, J. M. O.; HICKE, J. A. Global synthesis of leaf area index observations: implications for ecological and remote sensing studies. **Global Ecology and Biogeography**, Oxford, v. 12, nº 6, p. 191–205, nov./dez., 2003.

ATROCH, E. M. A. C; SOARES, A. M.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M. Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forticata* submetidas à diferentes condições de sombreamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 1, p. 853–862, jan./fev. 2001.

AUGUSTO, S. G. **Irrigação complementar nos diferentes estágios fenológicos do cacauero (*Theobroma cacao* L.)**. 1997. 159 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

CHEESMAN, E. E. Notes on the nomenclature, classification and possible relationships of cacao populations. **Tropical Agriculture**, Flórida, cap. 21, p. 144-159, set./dez., 1944.

CLARK, D. A.; CLARK, D. B. Climate-induced annual variation in canopy tree growth in a Costa Rican tropical rain forest. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 82, n. 4, p. 865–872, Oct./Dec., 2001.

CLARK, D. B.; PALMER, M.; CLARK, D. A. Edaphic factors and the landscape-scale distribution of tropical rain forest trees. **Ecology**, London, v. 80, n. 3, p. 2662–2675, Jun./Sept., 1999.

COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA. **Cacau**. Disponível em: <<http://www.ceplac.gov.br/radar/cacau.htm>>. Acesso em: 4 out. 2010.

DALLING, J. W.; LOVELOCK, C. E.; HUBBEL, S. P. Growth responses of seedlings of two neotropical pioneer species to simulated forest gap environments. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 15, n. 2, p. 827-839, Apr./Jun., 1999.

DIAS, L. A. S. et al. Período mínimo de colheita para avaliação de cultivares de cacau em Linhares-ES. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 4, p. 495-501, mar./abr., 2003.

DIAS, L. A. S.; RESENDE, M. D. V. Domesticação e melhoramento de cacau. In: BOREM, A.; LOPES, M.T.G.; CLEMENT, C.R. (Ed.). **Domesticação e melhoramento**: espécies amazônicas. Viçosa: Suprema, p. 251-274. 2009.

DUZ, S. R. et al. 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.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Solos, 1999. 370 p.

FARIAS, V. C. C; VARELA, V. P.; COSTA, S. S.; BATALHA, L. F.; Análise de crescimento de *Cedrorana (Cedrelinga catenaeformis)* (Ducke) Ducke) cultivadas em condições de viveiro. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 19, n. 2, p. 192-199, jul./dez. 1997.

FILGUEIRAS, G. C; SANTOS, M. A. S; IGREJA, A. C. M. **Fontes de crescimento do valor bruto da produção de cacau no Estado do Pará no período de 1980 a 2002**. Biblioteca virtual do Banco da Amazônia, Belém: Banco da Amazônia, 2003, 14 p. Disponível em: <http://www.bancodaamazonia.com.br/bancoamazonia2/institucional_biblioteca_artigos_economiaregional.asp>. Acesso em: 25 março 2010.

HAMAKAWA, P. J. **Análises multivariadas e de séries temporais de elementos meteorológicos e de parâmetros fenológicos do cacaueiro (*Theobroma cacao* L.) sob diferentes estratégias de irrigação**. 2002. 177 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

HOGAN, K. P.; MACHADO, J. L. La luz solar: consecuencias biológicas y medición. In: GUARIGUATA, M. R.; KATTAN, G. H. (eds.). **Ecología y conservación de bosques neotropicales**. Cartago: Libro Universitario Regional, 2002. p.119-143.

IVANAUSKAS, N. M.; MONTEIRO, R.; RODRIGUES, R. R. Estrutura de um trecho de floresta Amazônica na bacia do alto rio Xingu. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 34, n. 2, p. 281-305, abr./jun. 1999.

JANUÁRIO, M.; VISWANADHAN, Y.; SENNA, R. C. Radiação solar total dentro de floresta tropical úmida de terra firme (Tucuruí, Pará). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 22, n. 1, p. 335-340, jan./mar. 1992.

KITAJIMA, K. Ecophysiology of tropical tree seedlings. In: MULKEY, S. S.; CHAZDON, R. L.; SMITH, A. P. (eds.). **Tropical forest plant ecophysiology**. New York, Kluwer academic publishers, 1996. p. 559-595.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas**. Eschborn: Universidade Gottingen, 1990. 343 p.

LEE, D. W.; OBERBAUER, S. F.; KRISHNAPILAY, B.; MANSOR, M.; MOHAMAD, H.; YAP, S. K. Effects of irradiance and spectral quality on seedling development of two Southeast Asian hopea species. **Oecologia**, Berlim, v. 110, n. 1, p. 1-9, Jan./Jun. 1997.

MARENCO, R. A.; VIEIRA, G. Specific leaf area and photosynthetic parameters of tree species in the forest understorey as a function of the microsite light environment in Central Amazonia. **Journal of Tropical Forest Science**, Aberdeen, v. 17, n. 2, p. 265-278, Jun./Sept. 2005.

MARTINS, F. R. Fitossociologia de Florestas no Brasil: um histórico bibliográfico. **Acta botânica brasiliis**, São Paulo, v. 3, n. 40, p. 103-164, fev./mar. 1989.

MARTINS, L. M. O. **Levantamento florístico e fitossociológico das espécies ocorrentes em vinte parcelas no Parque Zoobotânico - UFAC**. 2006. 52 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2006.

MATTES, L. A. F.; MARTINS, F. R. Conceitos em sucessão ecológica. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 2, n. 1, p. 19-32. jan./jun. 1996.

MELO, M. S. **Florística, fitossociologia e dinâmica de duas florestas secundárias antigas com histórias de uso diferentes no nordeste do Pará - Brasil**. 2004. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

MELO, I. R. **Socioeconomia dos produtores de cacau nativo no médio Rio Purus Amazonas**. 2010. 90 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2010.

MENESES FILHO, L. C. L. **Comportamento de 24 espécies arbóreas tropicais madeireiras introduzidas no Parque Zoobotânico, Rio Branco – Acre**. Rio Branco: Editora UFAC. 1995. v. 1, 102 p.

MORAES NETO, S. P. **Crescimento das mudas de três espécies florestais em função da idade e da luminosidade**. 1992. 71 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1992.

NASCIMENTO, H. C. S.; **Influencia da luminosidade do sub-bosque no crescimento e características foliares de espécies arbóreas da Amazônia na fase juvenil**. 2009. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) Instituto Nacional de Pesquisas Agrárias, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2009.

OSUNKOYA, O. O.; ASH, J. E.; HOPKINS, M. S.; GRAHAM, A. W. Influence of seed size and seedling ecological attributes on shade-tolerance in northern Queensland. **Journal of Ecology**, London, v. 82, n. 4, p. 149-163, nov./dez. 1994.

PAIVA, A. V.; POGGIANI, F. Crescimento de mudas de espécies arbóreas nativas plantadas no sub-bosque de um fragmento florestal. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 57, p.141-151, jan./jun. 2000.

PEREIRA, A. B. Melhoramento clonal. In: DIAS, L. A. S. (ed.). **Melhoramento genético do cacauero**. Viçosa: Funape, 2005. p. 361-384.

PETIT, C.; THOMPSON, J. D.; BRETAGNOLLE, F. Phenotypic plasticity in relation to ploidy level and corn production in the perennial grass *Arrhenatherum elatius*. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 74, n. 2, p. 1964-1963. jul./dez. 1996.

PEZZOPANE, J. E. M.; REIS, G. G. dos; REIS, M. G. F.; COSTA, J. M. N. Caracterização da radiação solar em fragmento de Mata Atlântica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, São José dos Campos, v. 13, n. 1, p. 11-19, jan./jun. 2005.

POGGIANI, F.; BRUNI, S.; BARBOSA, E. S. Q. Efeito do sombreamento sobre o crescimento das mudas de três espécies florestais. **Revista do Instituto Florestal de São Paulo**, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 564-569, jan./dez. 1992.

RADAMBRASIL. **Levantamento de Recursos Naturais. Rio Branco, Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso Potencial da Terra**. Departamento de Produção Mineral. 1976.

RAJA HARUM, R. M.; HARDWICK, K. The effects of prolonged exposure to different light intensities on the photosynthesis of cocoa leaves. IN: INTERNATIONAL COCOA RESEARCH CONFERENCE, 10. 1987, Santo Domingo. **Proceedings...** Santo Domingo, 1987. p. 205-209.

RODRIGUES, E. Estudo socioeconômico revela: cacau nativo é melhor opção no Purus. **Jornal A Tribuna**, Rio Branco, Acre, p. 7, 15 out. 2010.

SAMBUICHI, R. H. R. Estrutura e dinâmica do componente arbóreo em área de cabruca na região cacaueira do sul da Bahia, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, São Paulo, v. 20, n. 4, p. 943-954, out./dez. 2006.

SILVA, R. P.; SANTOS, J.; TRIBUZI, E. S.; CHAMBERS, J. Q.; NAKAMURA, S.; HIGUCHI, N. Diameter increment and growth patterns for individual tree growing in Central Amazon, Brazil. **Forest Ecology and Management**, Washington, v. 166, n. 2, p. 295–301, Apr./Jun. 2002.

SOUZA, A. G. C et al. Domesticação e melhoramento de cupuaçuzeiro. In: BOREM, A.; LOPES, M. T. G.; CLEMENT, C. R. (eds.). **Domesticação e melhoramento: espécies amazônicas**. Viçosa: Suprema, p. 319-332. 2009.

VALENTE, O. F.; GOMES, M. A.; **Conservação de nascentes**: hidrologia e manejo de bacias hidrográficas de cabeceira. Viçosa: Editora Aprenda Fácil, 2005. 168 p.

VARELA, V. P.; SANTOS, J. Influência do sombreamento na produção de mudas de Angelim pedra (*Dinizia excelsa* Ducke). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 22, n. 3, p.407-411, jul./set. 1992.

VIEIRA, S.; TRUMBORE, S.; CAMARGO, P. B.; SELHORST, D.; CHAMBERS, J. Q.; HIGUCHI, N. Slow growth rates of Amazonian trees: consequences for carbon cycling. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 102, n. 4, p. 18502–18507, Nov./Dec. 2005.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Análise descritiva para crescimento em diâmetro (mm) das plantas de cacau cultivadas em sub-bosque florestal (área 1). ICM = Incremento Total; IMD = Incremento Médio em Diâmetro.

Variável	Média	Variância	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação
Diâmetro 1	3,6559	0,5238	0,7237	19,7973
Diâmetro 2	4,7885	0,8757	0,9358	19,5434
Diâmetro 3	5,7705	0,9258	0,9621	16,6741
Diâmetro 4	6,4288	0,9017	0,9496	14,7710
Diâmetro 5	6,9922	0,9856	0,9928	14,1987
Diâmetro 6	7,5383	1,0090	1,0045	13,3254
Diâmetro 7	8,0992	1,1675	1,0805	13,3412
ICM	4,4433	0,5360	0,7321	16,4783
IMD	0,2468	0,0016	0,0406	16,4783

APÊNDICE B – Análise descritiva para crescimento em diâmetro (mm) das plantas de cacau cultivadas em sub-bosque florestal (área 2). ICM = Incremento Total; IMD = Incremento Médio em Diâmetro.

Variável	Média	Variância	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação
Diâmetro 1	3,5687	0,2574	0,5073	14,2172
Diâmetro 2	4,5844	0,3029	0,5504	12,0068
Diâmetro 3	5,5807	0,5758	0,7588	13,5971
Diâmetro 4	6,2984	0,7028	0,8383	13,3105
Diâmetro 5	6,9126	0,9430	0,9710	14,0480
Diâmetro 6	7,5616	1,1779	1,0853	14,3532
Diâmetro 7	8,2776	1,5930	1,2621	15,2476
ICM	4,7089	1,3646	1,1681	24,8080
IMD	0,2616	0,0042	0,0648	24,8080

APÊNDICE C – Análise descritiva para crescimento em altura (cm) das plantas de cacau cultivadas em sub-bosque florestal (área 1). ICA = Incremento Total em Altura; IMA = Incremento Médio em Altura.

Variável	Média	Variância	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação
Altura 1	21,00	26,65	5,16	24,57
Altura 2	22,89	28,79	5,36	23,44
Altura 3	24,51	29,98	5,47	22,33
Altura 4	26,03	32,50	5,70	21,89
Altura 5	27,64	35,38	5,94	21,51
Altura 6	29,33	37,72	6,14	20,93
Altura 7	31,52	42,76	6,53	20,74
ICA	10,51	10,05	3,17	30,14
IMA	0,58	0,03	0,17	30,14

APÊNDICE D – Análise descritiva para crescimento em altura (cm) das plantas de cacau cultivadas em sub-bosque florestal (área 2). ICA = Incremento Total em Altura; IMA = Incremento Médio em Altura.

Variável	Média	Variância	Desvio Padrão	Coeficiente de Variação
Altura 1	21,30	32,67	5,71	26,82
Altura 2	23,80	39,16	6,25	26,28
Altura 3	26,19	54,72	7,39	28,24
Altura 4	28,38	66,47	8,15	28,72
Altura 5	30,57	82,31	9,07	29,67
Altura 6	32,74	101,30	10,06	30,74
Altura 7	35,03	123,65	11,12	31,74
ICA	13,72	42,47	6,51	47,48
IMA	0,76	0,13	0,36	47,48

APÊNDICE E – Correlação de Pearson entre altura, diâmetro e luminosidade para *T. cacao* na área 1 durante 540 dias.

	Luminosidade		Altura	
	r	P	r	P
Altura	- 0,69	0,08 (ns)	-	-
Diâmetro	- 0,77	0,05*	0,98	0,0001**

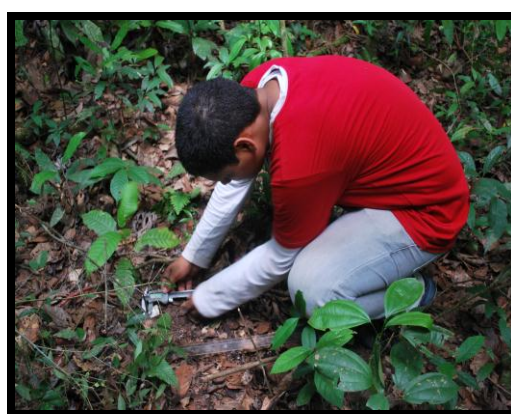
APÊNDICE F – Correlação de Pearson entre altura, diâmetro e luminosidade para *T. cacao* na área 2 durante 540 dias.

	Luminosidade		Altura	
	r	P	r	P
Altura	- 0,11	0,82 (ns)	-	-
Diâmetro	- 0,14	0,76 (ns)	0,99	0,0001**

APÊNDICE G – Registro fotográfico dos trabalhos de campo.



Cacaueiro nativo em plantio.



Medição de diâmetro do coleto.



Medição de altura até a gema apical



Placa de identificação de mudas de cacau.



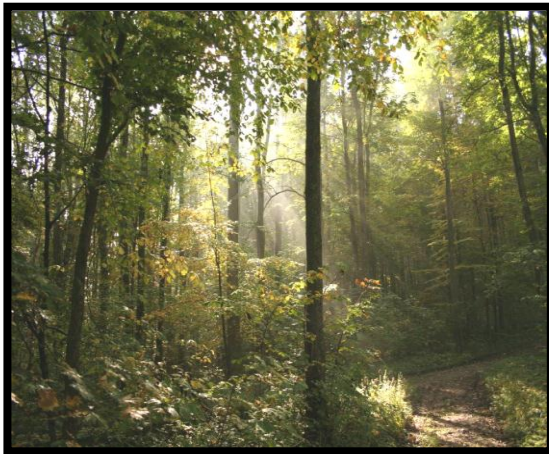
Medição de luminosidade



Medição de diâmetro.



Medições de altura com trena



Radiação solar incidente (Sunflecks)



Placa de identificação do projeto.