

INFLUÊNCIA DO MÉTODO DE SOMBREAMENTO PROVISÓRIO NO
CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DO CACAU
(*Theobroma cacao* L.), NO PÓLO
ALTAMIRA, PARÁ

MOISÉS MOREIRA DOS SANTOS

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À COORDENAÇÃO DO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA, ÁREA DE
CONCENTRAÇÃO EM FITOTECNIA, COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

FORTALEZA - 1984

Esta Dissertação foi submetida como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca Central da referida Universidade.

A citação de qualquer trecho desta Dissertação é permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.

MOISÉS MOREIRA DOS SANTOS

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 11/10/84

Prof. José Tarciso Alves Costa, Ph.D.
Orientador

Prof. José Ferreira Alves, MS
Conselheiro

Prof. Francisco José Alves Fernandes Távora, Ph.D.
Conselheiro

Aos meus pais *BISPO* e *MOREIRA*.
Aos meus sogros *ODAIR* e *DIONE*.
Aos meus irmãos e cunhados.
Em especial à minha esposa GEANI
NE e nossa filha *ALEXANDRA*.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira -CEPLAC, através do Departamento Especial da Amazônia-DEPEA, pela oportunidade concedida para a realização do Curso de Mestrado e o fornecimento dos meios necessários à concretização deste trabalho.

À Coordenação e ao Corpo Docente do Curso de Mestrado em Agronomia-Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, pela consideração e ensinamentos oferecidos

Ao Professor Dr. José Tarciso Alves Costa pela orientação, irrestrito apoio e valiosa colaboração.

Aos Professores Dr. José Ferreira Alves e Dr. Francisco José Alves Fernandes Távora pelas sugestões apresentadas na elaboração da Dissertação.

Aos colegas da CEPLAC Engenheiros Agrônomos Augusto Olímpio da S. Santos e Newton Pacheco, Administrador de Empresas Hilton L. Leal Filho pela prestimosa colaboração, Técnico Agrícola Emanuel S. P. Pantoja pelo auxílio na condução do experimento, Bibliotecária Alair Maria B. Alves pelo empenho na obtenção da bibliografia.

Aos colegas de curso e a todos que direta ou indiretamente colaboraram para a concretização desta Dissertação.

SUMÁRIO

	Página
<u>LISTA DE TABELAS</u>	vii
<u>LISTA DE FIGURAS</u>	ix
<u>RESUMO</u>	x
<u>ABSTRACT</u>	xii
1 - <u>INTRODUÇÃO</u>	1
2 - <u>REVISÃO DE LITERATURA</u>	3
2.1 - <u>Aspectos Gerais da Cultura</u>	3
2.2 - <u>Emprego do Sombreamento no Cultivo do Cacau</u> ...	4
2.3 - <u>Influência do Sombreamento no Microclima do</u> <u>Cacau</u>	5
2.4 - <u>Influência do Sombreamento na Morfologia do Ca-</u> <u>cau</u>	6
2.5 - <u>Influência do Sombreamento na Fisiologia do Ca-</u> <u>cau</u>	7
2.5.1 - <u>Abertura dos estômatos e transpiração</u>	7
2.5.2 - <u>Fotossíntese</u>	8
2.5.3 - <u>Nutrição mineral</u>	9
2.5.4 - <u>Crescimento</u>	9
2.6 - <u>Associação Entre Crescimento Vegetativo e o</u> <u>Rendimento do Cacau</u>	10
2.7 - <u>Métodos de Estabelecimento do Cacau</u>	11
3 - <u>MATERIAL E MÉTODOS</u>	13
3.1 - <u>Características do Trabalho</u>	13
3.2 - <u>Parâmetros Observados</u>	16
4 - <u>RESULTADOS E DISCUSSÃO</u>	18
4.1 - <u>Elementos do Clima</u>	18
4.2 - <u>Parâmetros da Planta</u>	18

	Página
4.2.1 - Sobrevivência das plantas durante o estabelecimento da cultura	21
4.2.2 - Características do crescimento e desenvolvimento	21
4.2.2.1 - Diâmetro do caule e altura total da planta	26
4.2.2.2 - Altura do fuste	31
4.2.2.3 - Precocidade de ramificação	31
5 - <u>CONCLUSÕES</u>	35
6 - <u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	36

LISTA DE TABELAS

TABELA		Página
1	Resultados da análise de amostra de solo (0-20 cm de profundidade) da área experimental, <u>Altamira</u> , <u>Pará</u> , 1981	14
2	Distribuição mensal de elementos climáticos, <u>Altamira</u> , <u>Pará</u> , 1981/83	19
3	Distribuição mensal do balanço hídrico, <u>Altamira</u> , <u>Pará</u> , 1981/83	20
4	Resumo da análise de variância da percentagem de plantas sobreviventes, altura do fuste e percentagem de plantas ramificadas do cacau no Pólo <u>Altamira</u> , <u>Pará</u> , 1984	22
5	Resumo da Análise de Variância do diâmetro do caule e altura total do cacau no Pólo <u>Altamira</u> , <u>Pará</u> , 1984	23
6	Influência do método de sombreamento provisório na percentagem de plantas sobreviventes de cacau, 1 ano após o plantio, <u>Altamira</u> , <u>Pará</u> , 1981/82	24
7	Influência do método de sombreamento provisório no diâmetro do caule (cm) de plantas de cacau, medido a 30cm do solo, durante os primeiros 30 meses após o plantio, <u>Altamira</u> , <u>Pará</u> , 1981/83	27
8	Influência do método de sombreamento provisório na altura total (m) de plantas de cacau, durante os primeiros 30 meses após o plantio, <u>Altamira</u> , <u>Pará</u> , 1981/83	29
9	Influência do método de sombreamento provisório	

TABELA

Página

	rio na altura do fuste de plantas de cacau, medido na época de ramificação, Altamira, Pará, 1981/83	32
10	Influência do método de sombreamento provisório na percentagem cumulativa de plantas de cacau ramificadas, durante os primeiros 18 meses após o plantio, Altamira, Pará, 1981/82 .	34

LISTA DE FIGURAS

FIGURA		Página
1	Influência do método de sombreamento provisório no crescimento cumulativo do diâmetro do caule de plantas do cacau, medido a 30cm do solo, durante os primeiros 30 meses após o plantio, Altamira, Pará, 1981/83	25

RESUMO

A influência do sombreamento provisório proporcionado por espécies vegetais, estabelecidas após o desmatamento ou aproveitadas da própria vegetação natural, na sobrevivência, crescimento e desenvolvimento iniciais do cacau (*Theobroma cacao* L.), foi determinada em trabalho conduzido no Pólo Altamira, Pará, no período de novembro de 1980 a novembro de 1983.

Os sombreamentos com faveira paricá (*Schizolobium amazonicum* (Hub.) Duck.), floresta raleada, gmelina (*Gmelina arborea* Roxb.), mamona (*Ricinus communis* L.) e feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) determinaram as maiores proporções de cacauzeiros sobreviventes, 1 ano após o plantio. O sombreamento com a vegetação natural regenerada colocou-se em posição intermediária, enquanto que o proporcionado pela banana (*Musa* sp., Cv. Prata), determinou reduzida taxa de sobrevivência do cacau (*Theobroma cacao* L.), devida, presumivelmente, à severa competição por água, durante a estação menos úmida.

O mais alto nível de crescimento vegetativo do cacau (*Theobroma cacao* L.), durante os primeiros 30 meses após o plantio, foi obtido nas parcelas sombreadas com faveira paricá (*Schizolobium amazonicum* (Hub.) Duck.). Níveis elevados e desejáveis de crescimento também foram proporcionados pelos sombreamentos com mamona (*Ricinus communis* L.) e feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.). Os altos níveis de crescimento resultaram, provavelmente, da maior penetração de luz e da menor competição por água, ocorridas nestes tratamentos.

Os métodos de sombreamento determinaram pequenas variações na altura de fuste do cacau (*Theobroma cacao* L.). Os tratamentos que, aparentemente, proporcionaram sombreamento mais denso tenderam a determinar maiores valores desta característica.

As maiores precocidades de ramificação do cacau (*Theobroma cacao* L.) foram obtidas nos sombreamentos com faveira paricã (*Schizolobium amazonicum* (Hub.) Duck.), mamona (*Ricinus communis* L.) e feijão guandu (*Cajanas cajan* (L.) Millsp.), tratamentos que também proporcionaram os mais elevados níveis de crescimento vegetativo.

ABSTRACT

The influence of temporary shading provided by plant species established after deforestation or by ones saved from the natural vegetation on the survival, and initial growth and development of cacao (*Theobroma cacao* L.) was determined in work conducted in the region of "Pólo Altamira", State of Pará, Brazil, from november 1980 to november 1983.

The shadings with paricá bean (*Schizolobium amazonicum* (Hub.) Duck.), selectively thinned forest, gmelina (*Gmelina arborea* Roxb.), castor bean (*Ricinus communis* L.), and pigeon pea (*Cajanus cajan* L. Millsp.) brought about the highest survival rates of cacao (*Theobroma cacao* L.), evaluated 1 year after the planting. The shading with plants regenerated following deforestation produced an intermediate response, while the one with banana (*Musa* sp., Cv. prata) determined reduced survival rate of cacao, wich was presumably caused by severe competition for moisture during the least humid season.

The highest level of vegetative growth of cacao (*Theobroma cacao* L.), during the first 30 months after planting, was obtained in the plots shaded with paricá bean (*Schizolobium amazonicum* (Hub.) Duck.). Satisfactorily high levels of growth also resulted from the shadings with castor bean (*Ricinus communis* L.) and pigeon pea (*Cajanus cajan* L.). Growth of the young cacao (*Theobroma cacao* L.) may have been enhanced by the probably higher light penetration and lower competition for water ocurred in these treatments.

The shading methods seemed to have little influence on the trunk height of the cacao (*Theobroma cacao* L.). The treatments, which visually provided the heaviest shadings, tended to determine the highest values of this plant characteristic.

The shadings with parica bean (*Schizolobim amazonicum* (Hub.) Duck.), Castor bean (*Ricinus communis*), and pigeon pea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp), which determined the highest

levels of vegetative growth of cacao (*Theobroma cacao* L.), also enhanced the earliness of branching.

1 - INTRODUÇÃO

O cacau vem sendo explorado no Brasil há cerca de 300 anos e, durante este período, tem-se apresentado como um importante produto de exportação. A necessidade premente de aumento de divisas e as perspectivas favoráveis de mercado externo, responsável atualmente pela demanda de cerca de 90% da produção nacional, determinaram o desenvolvimento do programa de recuperação e ampliação das áreas exploradas. Este programa, iniciado em 1975/1976, tem como uma das metas, a ser atingida em 1993/1994, a implantação de 300.000 ha, dos quais 160.000ha na Amazônia (CEPLAC, 1977). A região representada pelo Pólo Altamira-Pará, por apresentar condições edafo-climáticas favoráveis à cultura, constitui uma das principais áreas de desenvolvimento dos novos plantios.

Nos sistemas de produção do cacau, o sombreamento destaca-se como uma das mais importantes técnicas culturais, capaz de manter condições ecológicas indispensáveis ao crescimento e desenvolvimento das plantas (CUNNINGHAM & BURRIDGE, 1960). No Sul da Bahia, principal região produtora do Brasil, a cultura é implantada após o desmatamento, empregando-se, tradicionalmente, a banana como planta fornecedora de sombreamento provisório. O uso desta espécie nos cacauais implantados na região do Pólo Altamira, onde a distribuição das chuvas é bastante irregular, não tem proporcionado resultados igualmente satisfatórios. Nestas condições, o cacau aparentemente, não compete com sucesso com a banana, disto resultando, elevada taxa de mortalidade e crescimento lento das plantas sobreviventes, no primeiro ano de campo.

O emprego de espécies menos competitivas, que podem proporcionar sombreamento satisfatório ou a implantação do cacau com o aproveitamento de plantas da vegetação na

tural, podem constituir alternativas para a obtenção de melhor desenvolvimento inicial da cultura.

O presente trabalho teve por objetivo determinar a influência do sombreamento provisório proporcionado por espécies vegetais, plantadas após o desmatamento ou aproveitadas da própria vegetação natural, na taxa de sobrevivência, crescimento e desenvolvimento iniciais do cacau, na região do Pólo Altamira, Pará.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - Aspectos Gerais da Cultura

O cacau é originário da cabeceira da Bacia Amazônica, constituindo, atualmente, cultura de elevada importância econômica e social em diversas regiões tropicais do mundo (CEPLAC, 1977; ALVARES AFONSO, 1979; SANTOS et alii, 1980; CEPLAC/CEPEC, 1982).

A cultura é típica dos trópicos úmidos, com a maioria das regiões produtoras situando-se na faixa de 15°N e 15°S e apresentando altitude inferior a 300m, precipitação anual entre 1500 e 2500mm, temperatura média anual entre 21 e 30°C e umidade relativa do ar acima de 75% (ALVIM sd; ALVIM, 1977; SCERNE & CARVALHO, 1983). Muitas regiões cacauíferas, apresentam acentuada irregularidade na distribuição pluviométrica, com ocorrência de períodos de deficiência hídrica de 3 a 5 meses, que podem comprometer o sucesso da cultura (SCERNE & CARVALHO, 1983). A planta é sensível tanto à carência, quanto ao excesso de umidade no solo, requerendo, para crescimento satisfatório das raízes, uma profundidade de solo de 120 a 180cm, sem horizontes compactados e com boa retenção d'água e aeração adequada (HARDY, 1961; SILVA, 1979).

A sensibilidade da planta à deficiência hídrica é crítica em seus estágios iniciais de crescimento (CUNNINGHAM & BURRIDGE, 1960). A exposição ao vento e a radiação solar excessiva contribuem para o desenvolvimento de deficiência hídrica nas plantas, tornando o sombreamento, na maioria das regiões produtoras, uma prática imprescindível nos 2-3 primeiros anos de vida do cacauel (ALVIM, 1977).

2.2 - Emprego do Sombreamento no Cultivo do Cacau

O cacau é encontrado, em seu habitat natural, no estrato inferior de florestas da América Tropical (BRAUDEAU, 1978). Esta ocorrência determinou, possivelmente, o estabelecimento da cacauicultura sob sombreamento (SILVA & CARVALHO, 1981). Diversas pesquisas têm mostrado a importância do sombreamento na maioria das regiões produtoras de cacau, tendo sido constatado que os benefícios desta prática são mais destacados nas plantas jovens, no período de estabelecimento da cultura (ALVIM, 1977). ALVIM (1958) indicou, no entanto, que o cacau não é uma planta tipicamente umbrófila apesar de apresentar tolerância à sombra e ser favorecido pela mesma.

O sombreamento age sobre fatores ecológicos determinando um ambiente favorável ao estabelecimento, crescimento e produtividade do cacauzeiro (CUNNINGHAM & BURRIDGE, 1960; FREEMAN, 1964; SOUZA et alii, 1979). Nos dois primeiros anos de vida da planta, taxas mais elevadas de crescimento são obtidas com sombreamento relativamente denso, equivalente a cerca de 25 a 50% de luz (MURRAY, 1965). À medida que as plantas crescem, manifesta-se o autosombreamento diminuindo consideravelmente a quantidade de luz recebida por unidade de área foliar (BRAUDEAU, 1978). Nesta situação, torna-se necessária a redução gradativa do sombreamento para satisfazer as necessidades de luz da planta e a obtenção de taxas elevadas de crescimento (EVANS & MURRAY, 1953; MURRAY, 1965).

A produtividade do cacau tem, em certos casos, sido mais elevada com pouco ou nenhum sombreamento após o período de juvenilidade (MURRAY, 1953; ALVIM, 1958). Isto só tem sido possível, no entanto, com ótimo suprimento de elementos minerais e água durante o ano todo (EVANS & MURRAY, 1953; MURRAY, 1957). Em algumas regiões produtoras, a remoção total do sombreamento tem determinado elevadas produtividades apenas inicialmente, ocorrendo, em seguida, o declínio da plantação. Este declínio é normalmente acelerado por

períodos de estiagem e ataque de pragas (ALVIM, 1977).

Os autores têm sido unânimes em indicar que a vantagem do sombreamento não é a de proporcionar níveis de intensidade luminosa favoráveis ao crescimento e produção do cacau (CUNNINGHAM, 1963; ALVIM, 1977; BRAUDEAU, 1978; SILVA & CARVALHO, 1981). Os principais benefícios, segundo os mesmos, resultam do contrabalanceamento de condições ecológicas desfavoráveis, tais como, baixa fertilidade do solo, vento excessivo, deficiência hídrica, ataque de pragas e elevada incidência de ervas daninhas.

2.3 - Influência do Sombreamento no Microclima do Cacau

O sombreamento, através de alterações no fluxo normal de radiação, influencia a temperatura e a umidade no microclima do cacau.

As temperaturas médias e mínimas diárias do ar sofrem pequenas reduções no cacau sombreado, as quais não excedem, normalmente, de cerca de $1,5^{\circ}\text{C}$ (MIRANDA, 1938; COBLEY, 1942; HIMME & PETIT, 1957). A temperatura máxima diária do ar pode, no entanto, ser consideravelmente diminuída com o sombreamento, sendo comum a ocorrência de reduções de até 4°C (MIRANDA, 1938; HIMME & PETIT, 1957). A temperatura média do solo é também significativamente reduzida. Diferenças de até 4°C , aproximadamente, têm sido registradas, a 5cm de profundidade, sob intensidades luminosas variando entre 100 e 5% (HIMME & PETIT, 1957).

A umidade relativa do ar e o conteúdo d'água do solo são, normalmente, mais elevados nas áreas sombreadas onde a evaporação é menor (HARDY, 1962). Trabalhos testando diferentes graus de sombreamento têm mostrado aumento de até 5%, aproximadamente, na média diária da umidade relativa do ar e 2% na umidade do solo (COBLEY, 1942; HIMME & PETIT, 1957).

O sombreamento tende a reduzir a velocidade do vento no cacau, por constituir uma barreira física ao movimento

to normal do ar. Resultados experimentais relativos à redução da velocidade do vento promovida por diferentes densidades de sombreamento não são encontrados na literatura especializada. Os trabalhos nesta área, destacam, todavia, o papel do sombreamento na redução da deficiência hídrica e dos danos mecânicos causados pelo vento às plantas (ALVIM, 1958; ALVIM, 1977; ALVIM et alii, 1978; LEITE et alii, 1980).

2.4 - Influência do Sombreamento na Morfologia do Cacau

Certas características morfológicas do cacau variam muito em função das condições de iluminação a que são submetidas. O sombreamento determina, normalmente, o esgalhamento alto e tardio das plantas e a formação de folhas de maior tamanho e menor espessura (ALVIM, 1958; ASOMANING & KWAKWA, 1965; BRAUDEAU, 1978).

A maior altura de esgalhamento e o maior tamanho das folhas das plantas sombreadas resultam da maior expansão das células constituintes (BATISTA & ALVIM, 1981). Valores intermediários de intensidade luminosa são os que influenciam mais favoravelmente a morfologia dos cacauzeiros jovens, determinando máxima área foliar (HIMME & PETIT, 1957). Plantas submetidas a intensidades luminosas muito baixas ou elevadas apresentam, normalmente, área foliar consideravelmente reduzida (GUER, 1971; BATISTA & ALVIM, 1981).

O sombreamento exerce considerável influência na densidade dos estômatos na folha. CHAMORRO (1952) encontrou em plantas não sombreadas densidade estomatal de até 25% maior que a encontrada em plantas sob sombreamento de 90%. MURRAY (1953) reportou resultados semelhantes, observando porém, que o índice estomático (relação entre o número de estômatos e a soma dos estômatos mais células epidérmicas) permanecia constante em todas as intensidades luminosas. O autor propôs que isto se deveu ao fato de que a redução da intensidade de luz, que provoca o decréscimo do número de

células epidérmicas, também causa diminuição do número de estômatos.

2.5 - Influência do Sombreamento na Fisiologia do Cacau

2.5.1 - Abertura dos estômatos e transpiração

O cacaeiro exposto ao sol mantém os estômatos completamente abertos, inclusive os das folhas superiores, nas horas mais quentes do dia, desde que o suprimento d'água seja satisfatório (ALVIM, 1958). A diminuição da intensidade luminosa com o sombreamento tende a reduzir a abertura dos estômatos (ALVIM, 1965).

A quantidade de água perdida por transpiração no cacaeiro varia acentuadamente com o nível de sombreamento empregado. CHAMORRO (1952) indicou que um cacaeiro não sombreado pode perder 18,4 litros d'água por dia e que uma densidade de sombreamento de 90% pode reduzir esta perda pela metade. Salientou, no entanto, que uma diminuição tão acentuada do processo transpiratório atenua de forma significativa a fotossíntese, indicando a faixa de 25 a 50% de sombreamento como favorável para a planta.

O sombreamento diminui a transpiração, principalmente, através da redução da temperatura da folha e do gradiente de pressão d'água entre esta e o ar atmosférico (ALVIM, 1958). O autor mostrou que a temperatura de uma folha de cacau ao sol pode alcançar valores de 18 a 20°C acima da temperatura do ar, enquanto que uma folha à sombra pode manter a mesma temperatura do ambiente. Este aquecimento acentuado da folha pela radiação solar foi suficiente para duplicar a perda d'água por transpiração.

2.5.2 - Fotossíntese

O cacau apresenta uma baixa taxa de assimilação líquida de CO_2 em relação a outras culturas (ALVIM & GRANGIER, 1966). A taxa de assimilação líquida do cacau varia de 5 a $27\text{mg}\cdot\text{dm}^{-2}\cdot\text{dia}^{-1}$, enquanto que em outras plantas, valores de 30 a $100\text{mg}\cdot\text{dm}^{-2}\cdot\text{dia}^{-1}$ são comumente obtidos (WATSON, 1952; LEMÉE, 1955).

O sombreamento denso pode reduzir marcadamente a atividade fotossintética do cacauzeiro. ALVIM (1977) mostrou que a taxa de assimilação líquida de CO_2 de cacauzeiros jovens aumentava de 4,5 para $15,2\text{mg}\cdot\text{dm}^{-2}\cdot\text{dia}^{-1}$ quando a intensidade de radiação era aumentada de 5 para 60% da luz total do dia. Aumentos subsequentes da luminosidade não promoveram, contudo, alterações significativas da fotossíntese. LEMÉE (1955) observou inclusive redução na fotossíntese de folhas individuais expostas diretamente ao sol ou a radiação solar de intensidade superior a $0,5-0,75\text{ cal}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{min}^{-1}$. ALVIM (1977) concluiu com base nos estudos de MURRAY (1953), LEMÉE (1955) e ALVIM (1958) que um certo grau de sombreamento era favorável à fotossíntese de folhas individuais e da copa inteira no caso de plantas jovens. O autor também indicou que à medida que as plantas envelhecem o auto-sombreamento se caracteriza e a planta passa a necessitar de maior luminosidade, para a obtenção de níveis elevados de fotossíntese e produção de frutos.

2.5.3 - Nutrição mineral

A relação entre intensidade de luz e a nutrição mineral do cacau varia marcadamente com a idade da planta (BRAUDEAU, 1978). Em plantas jovens, o sombreamento tende a determinar níveis mais elevados de elementos minerais na folha, notadamente nitrogênio e potássio (EVANS & MURRAY, 1953; MURRAY, 1953). Estes elementos têm seus níveis reduzidos à medida que a intensidade de luz se aproxima da máxima (MALIPHANT, 1959). MURRAY (1953) observou que a simples adi

ção de fertilizantes não era suficiente para suprimir todas deficiências minerais em plantas jovens expostas a luz solar total. Apesar dos teores de nitrogênio e potássio da folha sofrerem aumentos com a aplicação de adubo, os mesmos não atingiram os elevados níveis encontrados na planta sombreada. Nos 2 primeiros anos após o plantio, o cacau normalmente apresenta pequena resposta a adubação (MURRAY, 1953; MURRAY & NICHOLS, 1966). O processo de crescimento, nesta faixa de idade da planta, é mais dependente de um sombreamento adequado, com as maiores taxas sendo obtidas com a redução da radiação solar incidente pela metade (MURRAY, 1953; MURRAY, 1965).

Respostas significativas à aplicação de fertilizantes, das plantas submetidas a elevados níveis de insolação, passam a ser observadas a partir do 3º ano de vida do caudal (MURRAY, 1965).

2.5.4 - Crescimento

Os estudos realizados sobre a influência da luz no crescimento do cacau apresentam grandes diferenças na metodologia empregada, notadamente no que se refere à medição da radiação incidente em condições de campo (McCREE, 1976; BATISTA & ALVIM, 1981). Apesar disto, os resultados destes trabalhos indicam faixas aproximadas de requerimentos de luz para o crescimento da planta.

As necessidades de luz para o crescimento do cacau variam muito com a faixa de idade da planta, sendo menor nos 2 primeiros anos e aumentando progressivamente até o atingimento do estado adulto (MURRAY, 1953; HIMME & PETIT, 1957; MURRAY & NICHOLS, 1966). Variações do diâmetro do caule, altura total e peso seco da planta são consideradas estimativas válidas do crescimento do cacau (HIMME & PETIT, 1957; MARIANO, 1966). Níveis ótimos de crescimento, estimados por estes parâmetros, são obtidos, do primeiro para o segundo ano de idade da planta, com 25 a 50% da radiação so

lar e do segundo para o terceiro ano, com 50 a 75% da mesma (MURRAY, 1953; HIMME & PETIT, 1957; MURRAY & NICHOLS, 1966; OPOKU & JORDAN, 1966).

A altura do caule é afetada significativamente pelo sombreamento até a ocorrência do esgalhamento (MABEY, 1967). BATISTA & ALVIM (1981) observaram que plantas jovens de cacau, expostas a 60% da radiação solar total apresentam menor altura do fuste (0,86m) que aquelas submetidas a 36, 21 e 20% (1,39m, 1,45m e 1,47m). As plantas crescidas sob 60 e 36% da radiação incidente mostraram, no entanto, maior acúmulo de matéria seca que as demais, evidenciando que níveis muito baixos de luz prejudicam consideravelmente a atividade fotossintética.

2.6 - Associação Entre Crescimento Vegetativo e o Rendimen to do Cacau

Do mesmo modo que ocorre em diversas outras espécies frutíferas, certas características do crescimento vegetativo guardam relação com a capacidade produtiva no cacau. (MARIANO, 1966). JONES & MALIPHANT (1958) indicaram que plântulas vigorosas de cacau formam árvores de alta produtividade, desde que sejam proporcionados fatores ambientais e técnicas de cultivo favoráveis ao seu desenvolvimento.

ALVIM (1977) apontou o volume da folhagem do caqueiro como um dos principais fatores determinantes de seu rendimento.

Diversos autores mostraram a existência de associação positiva entre o diâmetro do caule, medido a qualquer distância do solo, durante os 3 primeiros anos após o plantio, e a produtividade do caqueiro (JONES & MALIPHANT, 1958; BRIDGLAND, 1960). MARIANO (1966) observou, por sua vez, que o diâmetro do caule a 0,30m do solo, no segundo ano de campo, era a medida mais estreitamente relacionada com a capacidade produtiva da planta.

2.7 - Métodos de Estabelecimento do Cacau

O estabelecimento do cacau, nas diversas regiões produtoras do mundo, é realizado basicamente de 2 maneiras, após a eliminação parcial da vegetação original ou em seguida ao desmatamento completo (BRAUDEAU, 1978). O primeiro método é conhecido, no Brasil, como "Cabruca" e o segundo, como "Derruba total" (GARCIA, 1979; MANDARINO, 1981; SANTOS et alii, 1980).

O método Cabruca foi, por muitos anos, o mais adotado pelos produtores do Sul da Bahia (MANDARINO, 1981). Neste método, os cacauzeiros são plantados em áreas onde foram realizadas previamente, a eliminação da vegetação rasteira e a remoção seletiva de árvores, ficando apenas aquelas desejáveis para composição do sombreamento (BRAUDEAU, 1978; GARCIA, 1979; MANDARINO, 1981). A utilização deste método é mais indicada para áreas com vegetação dos tipos mata secundária e capoeirão (SANTOS et alii, 1980; MANDARINO, 1981).

O método de Derruba total é, atualmente, o mais empregado na formação racional de cacauais por possibilitar um melhor manejo da cultura e a formação de sombreamento mais desejável (BRAUDEAU, 1978). De um modo geral, 2 tipos de sombreamento são empregados após o completo desmatamento da área, um provisório, que protege os cacauzeiros até aproximadamente o terceiro ano de campo e outro definitivo, com ação nos anos seguintes (SANTOS et alii, 1980). Enquanto o sombreamento provisório é amplamente reconhecido por suas vantagens, o definitivo é indicado como dispensável, em determinadas situações. (BRAUDEAU, 1978; ALVIM, 1977). Este último tipo de sombreamento vem sendo feito no Brasil, em maior proporção, com leguminosas arbóreas (SILVA & SANTOS, 1980; SILVA & CARVALHO, 1981).

Um modo pouco usado de proporcionar o sombreamento provisório é através do aproveitamento de plantas da vegetação natural regenerada após o desmatamento (SANTOS et alii, 1980). O sombreamento assim realizado, só vem sendo usado, extensivamente, na Costa do Marfim (SILVA & CARVALHO, 1981).

O sombreamento provisório é feito, mais frequente_{mente}, com espécies plantadas após o desmatamento, entre as quais destacam-se a banana, a maniçoba, a leucena, a gliricidia e a mandioca (BRAUDEAU, 1978; SILVA & SANTOS, 1980). Nas regiões produtoras do Brasil, a banana é a espécie mais utilizada, sendo indicada como mais apropriada para as áreas com boa distribuição de chuvas e solos de elevada fertilidade natural (LECOINTE, 1934; TAI, 1977). MIRANDA (1938) e HARDY (1961) recomendam como alternativas para a banana, espécies de crescimento rápido, como leucena, feijão guandu e mamona. O feijão guandu, dentre outras vantagens, melhora as propriedades físicas e químicas do solo e atua no controle de ervas daninhas (HARDY, 1961; SKERMAN, 1977). A mamona por sua vez, é tida como desejável para o plantio associado, em virtude da ação favorável de suas raízes nas propriedades físicas do solo (ERIE et alii, 1958; BAYMA, 1965).

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - Características do Trabalho

O trabalho consistiu de um experimento conduzido na Estação Experimental Altamira da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), localizada no município de Prainha, Pará, com coordenadas de 3°30'30"S e 52°58'30"W, no período de novembro de 1980 a novembro 1983. A área é representativa do Pólo Cacaueiro Altamira, onde predomina a Floresta Tropical Densa.

O clima da região é do tipo Aw, tropical úmido, segundo a classificação de Koppen. A precipitação média anual é de 2.228mm, distribuída em 2 estações distintas, uma chuvosa, de dezembro a junho, na qual se concentra 87% da pluviosidade, e outra menos úmida de julho a novembro. O regime térmico é caracterizado por temperatura média anual da atmosfera de 25,8°C, com pequenas diferenças entre as médias mensais (inferior a 2°C), média das máximas de 31,1°C e das mínimas de 21,9°C. A umidade relativa média anual do ar é de 82%, com as médias mensais variando de 76%, em outubro, a 87%, em março. A insolação anual média é de 1.571 horas, correspondendo a uma média mensal de 131 horas, sendo a mínima de 75 horas, em dezembro, e a máxima de 206 horas, em julho.

A área do experimento apresenta topografia suave ondulada. O solo é do tipo Terra Roxa Estruturada Eutrófica originada da decomposição de rochas Básicas, com textura argilosa, boa profundidade e drenagem e alta fertilidade natural. Os dados da fertilidade são encontrados na Tabela 1.

O material vegetal empregado no ensaio foi o híbrido de cacau IMC 67 x BE 10, difundido pela CEPLAC entre os

TABELA 1 - Resultados da análise química de amostra de solo (0 - 20cm de profundidade) da área experimental, Altamira, Pará, 1981. ^{1/}

Característica analisada	Resultado
pH	6,01 (moderadamente ácido)
Al	0,0 mEq/100g (teor baixo)
Ca + Mg	7,7 mEq/100g (teor médio/alto)
K	0,23 mEq/100g (teor médio)
P	4,1 ppm (teor baixo)

^{1/} - Realizada no Laboratório de Solos da CEPLAC/DEPEA, Belém, Pará.

agricultores locais.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com 7 tratamentos e 3 repetições. A unidade experimental foi representada por uma área de 729m² (27m x 27m), constituída de 81 cacauzeiros, no espaçamento 3m x 3m, dos quais, 49 foram considerados úteis.

Os tratamentos consistiram de diferentes métodos de sombreamento provisório, aplicados até aproximadamente o início da frutificação do cacauzeiro, descritos a seguir:

1 - Sombreamento com banana (*Musa* sp., cv. prata), plantada no espaçamento 3m x 3m e desbastada no sistema "mãe, filho e neto", tratamento considerado como controle;

2 - Sombreamento com feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.), plantado no espaçamento 1,5m x 1,5m, uma planta por cova;

3 - Sombreamento com mamona (*Ricinus communis* L.), de porte médio/alto, plantada no espaçamento 3m x 3m, uma planta por cova;

4 - Sombreamento com faveira paricã (*Schizolobium amazonicum* (Hub) Duck.), plantada no espaçamento 3m x 3m, uma planta por cova;

5 - Sombreamento com gmelina (*Gmelina arborea* Roxb.), plantada no espaçamento 3m x 3m, uma planta por cova.

Nestes tratamentos, as plantas fornecedoras do sombreamento foram instaladas com 6 meses de antecedência do início da cultura, após o completo desmatamento da área. As bananeiras foram obtidas a partir de mudas do tipo pedaço de rizoma, plantadas em covas de 0,40m x 0,40m x 0,40m. As demais espécies foram multiplicadas através de sementeira direta no campo. Durante o experimento, as plantas de gmelina e mamona tiveram removidos seus ramos projetados sobre os cacauzeiros. A fim de se evitar o sombreamento excessivo da banana e da gmelina, espécies de elevada taxa de crescimento, fileiras alternadas destas plantas foram eliminadas, cerca de 18 meses após o plantio do cacau.

6 - Sombreamento com árvores da floresta raleada - "Método cabruca".

Este tratamento consistiu da remoção completa da vegetação rasteira e da eliminação seletiva de árvores, durante o experimento, de modo a manter uma penetração de luz em torno de 50 a 70%.

7 - Sombreamento com espécies da regeneração da vegetação natural - "Trilhamento".

Após o completo desmatamento da área, a vegetação natural foi deixada crescer por 7 meses. Passado este período, trilhas de 1m de largura foram abertas, na direção norte-sul, onde foram plantadas as linhas de cacau. No ano seguinte, as trilhas foram alargadas para 1,5m e, durante o restante do experimento, foram efetuadas podas e eliminação de algumas plantas da vegetação natural, de modo a evitar um nível excessivo de sombreamento.

A implantação do cacau foi realizada em abril de 1981, meados do período mais úmido do ano. Mudas selecionadas de 5 meses de idade foram plantadas em covas de 0,40m x 0,40m x 0,40m, adotando-se o espaçamento de 3m x 3m. Em novembro/dezembro do mesmo ano, foi efetuado o replantio com mudas do viveiro original. Estas plantas não foram, porém, utilizadas na avaliação dos parâmetros estudados.

A cultura foi mantida limpa mediante a realização de capinas, no período mais chuvoso, e de roçagens, no restante do ano. O controle do besouro ambrosia (*Xilosandrus compactus* Eichh.) foi feito através da eliminação e queima das partes atacadas e posterior polvilhamento com B.H.C. 1,5%. Os demais tratamentos foram realizados obedecendo-se as atuais recomendações técnicas para a cultura (SANTOS et alii, 1980).

3.2 - Parâmetros Observados

Os dados de temperatura, umidade do ar, insolação e precipitação pluviométrica foram obtidos em estação meteorológica de 1ª classe do Instituto Nacional de Meteorologia em Altamira, Pará, de janeiro de 1981 a dezembro de 1983.

O balanço hídrico foi determinado pelo método de Thornthwaite e Mather (1955), considerando-se a capacidade de retenção de água, na zona das raízes, igual a 125mm.

Para avaliação da sobrevivência dos cacaueiros, a percentagem de plantas aparentemente vivas foi registrada mensalmente, a partir do segundo mês de plantio até o final do primeiro ano.

O crescimento vegetativo inicial do cacau foi avaliado através dos parâmetros diâmetro do caule e altura total da planta. O diâmetro do caule foi medido a 30cm da superfície do solo, a intervalos de 6 meses, até 30 meses de idade das plantas. A altura total da planta consistiu da distância entre a superfície do solo e o ápice dos ramos mais altos e foi determinada de 6 em 6 meses, durante os primeiros 30 meses após o plantio.

A altura do fuste, distância entre a superfície do solo e a base dos ramos plagiotrópicos da coroa, foi determinada imediatamente após iniciada a ramificação.

A precocidade de ramificação foi determinada através do registro da percentagem de plantas iniciando este processo, entre os 9 e 18 meses após o plantio.

Os resultados encontrados foram submetidos à análise de variância e as médias separadas pelo teste de Tukey.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Elementos do Clima

Os valores médios anuais da temperatura do ar, insolação e umidade relativa, no período 1981/83, foram aproximadamente idênticos às respectivas normais da região (1968-1978). A temperatura média anual variou de 25,3 a 26,4°C e a amplitude de variação das médias mensais não excedeu a 2°C (TABELA 2). A insolação, expressa em horas de brilho de sol, apresentou médias anuais de 129 a 140 h/mês (TABELA 2). A umidade relativa média anual do ar variou de 81 a 82% e as médias mensais de 72 a 88% (TABELA 2).

As precipitações médias anuais, notadamente a de 1983, foram consideravelmente inferiores à normal de 2.228 mm (1968-1978) (TABELA 2). A distribuição das precipitações seguiu, no entanto, o modelo da região, distinguindo-se uma estação chuvosa, entre dezembro e junho, e outra, menos úmida, entre julho e novembro.

Os anos de 1981 a 1983 caracterizaram-se por apresentar período de deficit hídrico mais severo e prolongado do que os de ocorrência normal na região. Nestes anos, o período de deficit hídrico foi sempre superior a 5 meses (TABELA 3)..

4.2 - Parâmetros da Planta

A análise de variância dos resultados revelou significância estatística dos tratamentos com relação a todos os parâmetros estudados, exceto altura total da planta, aos 6 e 12 meses após o plantio, e percentagem de plantas ramifica

TABELA 2 - Distribuição mensal de elementos climáticos, Altamira, Pará, 1981/83.

Mês	Precipitação (mm)			Temperatura média (°C)			Insolação (h)			Umidade relativa (%)		
	1981	1982	1983	1981	1982	1983	1981	1982	1983	1981	1982	1983
Janeiro	317	336	108	25,7	25,4	26,2	98	81	104	86	88	79
Fevereiro	210	301	222	25,8	25,7	25,4	91	97	196	85	87	86
Março	174	295	280	26,3	25,6	25,4	98	106	104	85	88	87
Abril	307	277	266	26,6	25,6	25,4	139	110	154	85	86	88
Maio	140	208	61	26,5	26,3	25,5	141	182	182	83	86	87
Junho	63	96	46	26,1	26,0	25,1	202	213	202	82	83	84
Julho	24	28	38	25,9	26,0	24,6	191	206	200	80	83	80
Agosto	76	10	46	26,3	26,1	24,8	168	198	150	80	82	83
Setembro	38	26	29	26,7	27,1	25,7	107	140	143	79	77	74
Outubro	39	24	39	27,4	27,5	25,8	138	137	112	78	73	72
Novembro	101	34	35	26,9	27,3	25,6	83	100	89	81	76	73
Dezembro	86	36	198	26,5	26,1	24,2	87	87	48	85	76	79
\bar{X}	-	-	-	26,4	26,2	25,3	129	138	140	82	82	81
TOTAL	1.575	1.671	1.368	-	-	-	1.543	1.657	1.684	-	-	-

FONTE: Instituto Nacional de Meteorologia.

TABELA 3 - Distribuição mensal do balanço hídrico, Altami
ra, Pará, 1981/83.

Mês	Balanço Hídrico ^{1/}		
	1981	1982	1983
Janeiro	+66	+85	-29
Fevereiro	+87	+187	+80
Março	+34	+170	+155
Abril	+172	+157	+146
Maio	+1	+69	-12
Junho	-13	-3	-34
Julho	-66	-50	-56
Agosto	-51	-96	-58
Setembro	-87	-104	-84
Outubro	-107	-123	-92
Novembro	-39	-112	-83
Dezembro	-56	-101	0
TOTAL	+360	+668	+381
	-419	-589	-448

^{1/} - Método de THORNTHWAITE & MATHER (1955).

das aos 18 meses (TABELAS 4 e 5).

4.2.1 - Sobrevivência das plantas durante o estabelecimento da cultura

Os sombreamentos provisórios com feijão guandu, ma mona, faveira paricã, gm elina e floresta raleada, sem dife rirem estatisticamente entre si, proporcionaram as mais ele vadas percentagens de cacauzeiros sobreviventes, 1 ano após o plantio das mudas (TABELA 6). As taxas de sobrevivência obtidas, nesses tratamentos, foram superiores a 90%, sendo consideradas altamente satisfatórias no estabelecimento da cultura.

O sombreamento com a vegetação natural regenerada apresentou comportamento intermediário, possibilitando uma taxa de 83,66%. A taxa de sobrevivência obtida nas parcelas sombreadas com banana foi de apenas 67,36%, não diferindo estatisticamente desta última, mostrando-se porém nitidamente inferior aos valores obtidos nos primeiros tratamentos.

A reduzida sobrevivência do cacau no sombreamento com banana se deveu, presumivelmente, a competição por água entre estas plantas. A banana, em virtude de seu rápido crescimento inicial e elevada demanda d'água, deve ter exercido uma competição desfavorável para o cacau, que se tornou crítica em consequência do prolongado período de deficiência hídrica, de ocorrência comum na área (TABELA 2). Esta idéia encontra apoio no fato de que, durante o primeiro ano do experimento, 87,5% dos cacauzeiros mortos, nas parcelas sombreadas com banana, foram registrados em julho, segundo mês da estação menos úmida. Esta explicação é também consistente com a oferecida por FREEMAN (1964) em trabalho desenvolvido na Nigéria.

4.2.2 - Características do crescimento e desenvolvimento

TABELA 4 - Resumo da análise de variância da percentagem de plantas sobreviventes, altura do fuste e percentagem de plantas ramificadas do cacau no Pólo Altamira, Pará, 1984.

Fonte de Variação	G.L.	Quadrados médios					
		Plantas sobre viventes (%)	Altura do fuste (m)	Percentagem de plantas ramificadas ^{1/}			
				9 meses ^{2/}	12 meses	15 meses	18 meses
Tratamentos	6	307,51**	0,0119*	485,24*	298,80*	316,39*	110,52
Blocos	2	0,46	0,0044	152,97	64,02	0,66	74,67
Resíduo	12	34,62	0,0033	73,67	41,00	33,21	44,94

^{1/} - dados transformados em arc. sen. $\sqrt{\%}$;

^{2/} - período após o plantio;

* - significativo ao nível de 0,05 de probabilidade;

** - significativo ao nível de 0,01 de probabilidade.

TABELA 5 - Resumo da análise de variância do diâmetro do caule e altura total do cacau no Pólo Altamira, Pará, 1984.

Fonte de Variação	G.L.	Quadrados médios									
		Diâmetro do caule (cm)					Altura total (m)				
		6 meses ^{1/}	12 meses	18 meses	24 meses	30 meses	6 meses ^{1/}	12 meses	18 meses	24 meses	30 meses
Tratamentos	6	0,018*	0,426**	1,378**	4,070**	6,583**	0,0056	0,2769	0,0646**	0,1301**	0,2381**
Blocos	2	0,005	0,015	0,010	0,015	0,015	0,0026	0,0184	0,0061	0,0041	0,0042
Resíduo	12	0,005	0,022	0,044	0,080	0,115	0,0035	0,0115	0,0083	0,0073	0,0076

* - significativo ao nível de 0,05 de probabilidade;

** - significativo ao nível de 0,01 de probabilidade;

^{1/} - período após o plantio.

TABELA 6 - Influência do método de sombreamento provisório na percentagem de plantas sobreviventes de cacau, 1 ano após o plantio, Altamira, Pará, 1981/82.

Método de sombreamento	% plantas sobreviventes
. Banana (controle)	67,36b ^{2/}
. Faveira paricá	97,96a
. Floresta raleada	96,60a
. Gmelina	95,93a
. Mamona	95,90a
. Feijão guandu	90,46a
. Vegetação natural regenerada	83,66ab

1/ Análise estatística realizada com dados transformados em arc. sen. $\sqrt{\%}$.

2/ Médias seguidas por letras iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

CV = 7,90%.

4.2.2.1 - Diâmetro do caule e altura total da planta

O diâmetro do caule, a 30cm do solo, e a altura total da planta são considerados parâmetros importantes na avaliação do crescimento vegetativo do cacau (MARIANO, 1966).

As diferenças entre as médias do diâmetro do caule dos tratamentos de sombreamento foram, de um modo geral, pequenas, 6 meses após o plantio das mudas (TABELA 7). Os valores obtidos nos sombreamentos com faveira paricã e gmelina foram, no entanto, estatisticamente superiores àquele proporcionado pela vegetação natural regenerada.

Aos 12 meses de campo, as diferenças foram mais acentuadas, com o método da faveira paricã determinando diâmetro de caule significativamente maior que os obtidos nos demais tratamentos (TABELA 7). A este método, seguiram-se, em ordem decrescente, os sombreamentos com mamona, feijão guandu e gmelina, os quais não diferiram estatisticamente entre si. Os menores diâmetros de caule foram obtidos nos tratamentos com banana, floresta raleada e vegetação natural regenerada.

A partir do 12º mês, as diferenças entre os métodos de sombreamento foram se tornando mais nítidas (TABELA 7 e FIGURA 1). Os tratamentos, na sua maioria, mostraram tendência de comportamento semelhante àquela inicialmente delineada. As plantas sombreadas com gmelina passaram, no entanto, a apresentar taxas de crescimento do diâmetro do caule relativamente reduzidas, enquanto que aquelas sob banana mostraram taxas elevadas a partir do 18º mês (FIGURA 1).

No final do experimento, 30 meses após o plantio, as plantas sob faveira paricã apresentaram o maior diâmetro de caule (TABELA 7). Os tratamentos com mamona e feijão guandu, sem diferirem estatisticamente entre si, colocaram-se em segundo plano, determinando médias relativamente elevadas. Estes foram seguidos em ordem decrescente pelos sombreamentos com banana, gmelina, vegetação natural regenerada.

TABELA 7 - Influência do método de sombreamento provisório no diâmetro do caule (cm) de plantas de cacau, medido a 30cm do solo, durante os primeiros 30 meses após o plantio, Altamira, Pará, 1981/83.

Método de sombreamento	Meses após o plantio				
	6	12	18	24	30
. Banana (controle)	0,84ab ^{1/}	1,59d	2,17c	3,25c	4,50c
. Faveira paricá	1,00a	2,63a	3,96a	5,95a	7,21a
. Mamona	0,90ab	2,05b	2,93b	4,77b	6,17b
. Feijão guandu	0,88ab	2,01bc	2,91b	4,60b	5,83b
. Gmelina	0,98a	1,87bcd	2,42bc	2,96c	3,88cd
. Vegetação natural regenerada	0,77b	1,59d	2,13c	2,91c	3,83cd
. Floresta raleada	0,92ab	1,61cd	2,07c	2,64c	3,17d
CV (%)	7,86	7,77	7,90	7,39	6,86

^{1/} Médias seguidas por letras iguais, na vertical, não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

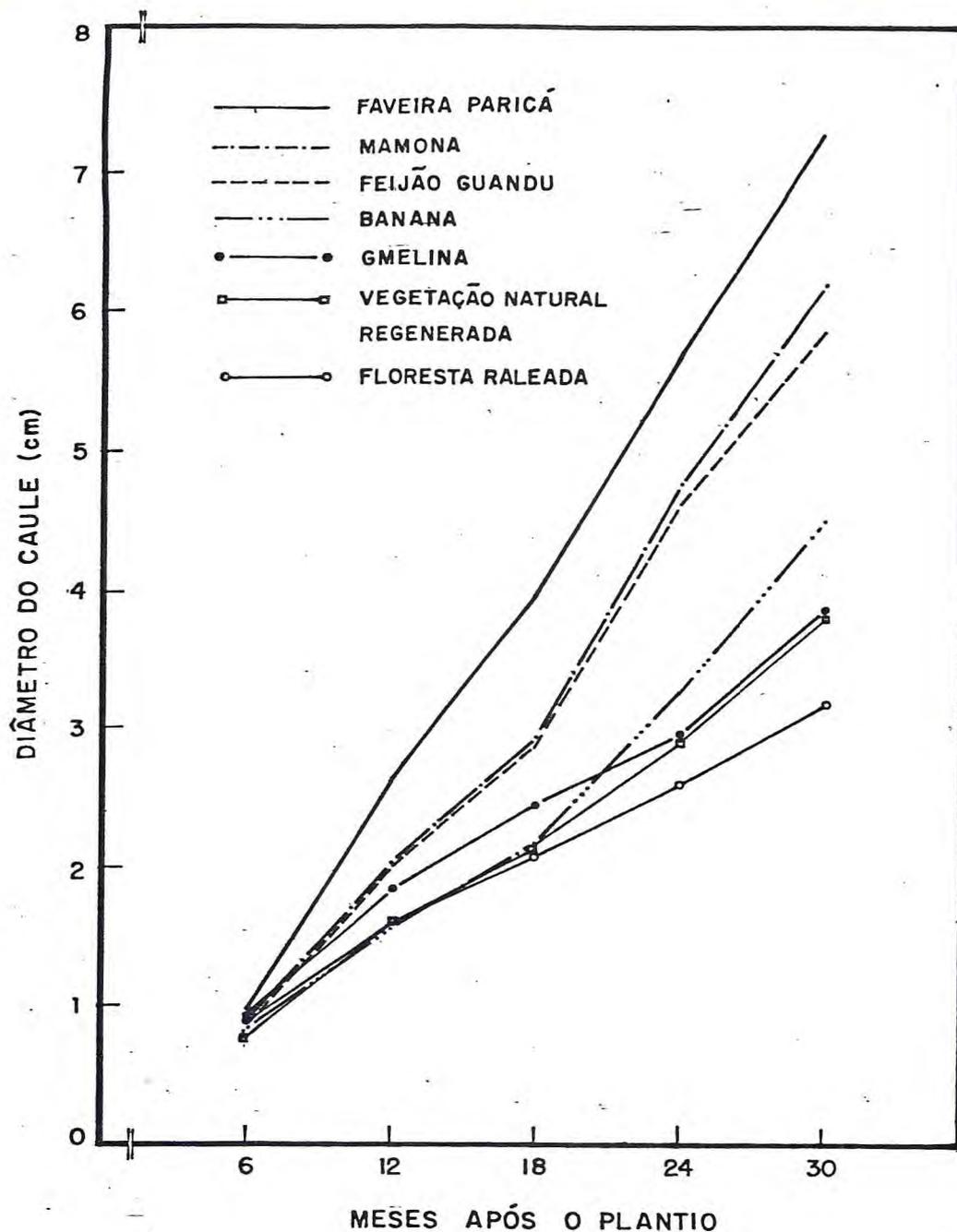


FIGURA 1 - Influência do método de sombreamento provisório no crescimento cumulativo do diâmetro do caule de plantas de cacau, medido a 30cm do solo, durante os primeiros 30 meses após o plantio, Altamira, Pará, 1981/1983.

da e floresta raleada, com este último diferindo estatisticamente do primeiro.

A altura total do cacauzeiro é uma característica indicada guardar estreita associação positiva com o diâmetro do caule (MARIANO, 1966). No presente experimento, os dados de altura total, obtidos até o 12º mês após o plantio, não evidenciaram diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos (TABELA 8). No entanto, no 18º mês, o sombreamento com faveira paricá destacou-se dos demais tratamentos, determinando a maior altura total de planta, cujo valor médio não diferiu estatisticamente do obtido no tratamento com feijão guandu. As diferenças foram, no entanto, acentuando-se a partir desta data e aos 30 meses, o valor obtido com a faveira paricá foi estatisticamente superior aos demais métodos. Os sombreamentos com feijão guandu, mamona e banana colocaram-se em posição intermediária, enquanto que aqueles com vegetação natural regenerada, gmelina e floresta raleada determinaram as menores médias de altura total da planta.

Os resultados, aos 30 meses, evidenciaram, praticamente a mesma tendência de comportamento dos métodos de sombreamento com relação à altura total da planta e diâmetro do caule (TABELAS 7 e 8). As diferenças entre os tratamentos foram, no entanto, proporcionalmente mais acentuadas quanto ao último parâmetro.

O diâmetro do caule tem sido indicado como a característica mais representativa do crescimento vegetativo, mostrando, frequentemente, associação positiva com a capacidade produtiva da planta (JONES & MALIPHANT, 1958; MARIANO, 1966).

Os elevados níveis de crescimento vegetativo obtidos nas parcelas sombreadas com faveira paricá, mamona e feijão guandu deveram-se, presumivelmente, à quantidade satisfatória de luz permitida a atingir os cacauzeiros, nestes tratamentos.

Em todos os tratamentos, procurou-se proporcionar níveis de luz dentro de uma certa faixa. As pequenas variações, visualmente constatadas nesses níveis podem, no entanto,

TABELA 8 - Influência do método de sombreamento provisório na altura total (m) de plantas de cacau, durante os primeiros 30 meses após o plantio, Altamira, Pará, 1981/83.

Método de sombreamento	Meses após o plantio				
	6	12	18	24	30
. Banana (controle)	0,85a ^{1/}	1,36a	1,59b	1,98bc	2,22bc
. Faveira paricã	0,94a	1,61a	2,01a	2,49a	2,80a
. Mamona	0,89a	1,44a	1,72b	2,11bc	2,39b
. Feijão guandu	0,90a	1,46a	1,80ab	2,15b	2,39b
. Gmelina	0,95a	1,45a	1,64b	1,89c	2,02c
. Vegetação natural regenerada	0,86a	1,31a	1,62b	1,97bc	2,08c
. Floresta raleada	0,96a	1,47a	1,65b	1,91c	2,01c
CV (%)	6,55	7,43	5,31	4,12	3,83

^{1/} Médias seguidas por letras iguais, na vertical, não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

ser levantadas para justificar as diferenças de crescimento das plantas. BATISTA & ALVIM (1981) constataram que variações nas intensidades de luz, entre 20 e 36%, podiam traduzir-se em consideráveis diferenças em ganho de matéria seca dos cacauzeiros.

Os níveis satisfatórios de crescimento, observados nos sombreamentos com faveira paricá e feijão guandu, podem ser atribuídos, em parte, à provável melhoria das condições edáficas proporcionada por estas leguminosas. Efeitos benéficos significativos no crescimento e rendimento de diversas culturas, inclusive o cacau, têm resultado do emprego de leguminosas como plantas de cobertura do solo (OPOKU & JORDAN, 1968).

As taxas reduzidas de crescimento inicial do cacau, nas parcelas sob banana, devem ser atribuídas não apenas ao denso sombreamento, mas também a severa competição por água exercida, principalmente, no período de menor pluviosidade. Os aumentos consideráveis nas taxas de crescimento dos cacauzeiros, observados a partir do 18º mês do plantio, ocorreram em seguida à eliminação de fileiras alternadas de bananeiras, realizada em lugar do desbaste dentro da touceira, adotado anteriormente.

No tratamento com gmelina, as reduzidas taxas de crescimento do cacau, após o 12º mês de campo, coincidiram com a redução da penetração de luz decorrente do excessivo aumento de tamanho da copa das árvores de sombreamento.

Na floresta raleada, a competição por água deve também ter contribuído para o crescimento reduzido do cacau. O nível pouco satisfatório de luz resultou do fato de as árvores da mata primária apresentarem grande porte e copa densa, características que dificultaram também a seleção das plantas componentes do sombreamento. Os efeitos deste tratamento são consistentes com as indicações de SANTOS *et alii* (1980) e MANDARINO (1981) que o recomendam apenas para áreas com vegetação dos tipos mata secundária e capoeirão.

No método da vegetação natural regenerada, o exuberante crescimento das faixas de vegetação e a rápida disseminação de ervas daninhas nas trilhas foram as prováveis cau

sas primárias do reduzido crescimento do cacau.

4.2.2.2 - Altura do fuste

A altura do fuste, ou altura do tronco onde ocorre a ramificação, é o parâmetro mais indicado para avaliar as condições de execução dos tratamentos culturais sob as copas das árvores.

Os métodos de sombreamento determinaram variações pouco pronunciadas de altura do fuste das plantas (TABELA 9). A maior média, de 1,38m, foi obtida no método floresta raleada, enquanto que a menor, de 1,21m, foi proporcionada pelo sombreamento com faveira paricá. Apenas a diferença entre estes tratamentos foi estatisticamente significativa. Os demais métodos colocaram-se em posição intermediária, determinando valores que não diferiram estatisticamente dos extremos.

A média de altura do fuste do experimento foi quase idêntica às encontradas em trabalhos semelhantes (OPOKU & JORDAN, 1968; BATISTA & ALVIM, 1981). Apenas a amplitude de variação dos valores obtidos foi consideravelmente menor.

As diferenças entre os níveis de luminosidade, proporcionadas pelos tratamentos, não foram, aparentemente, suficientes para determinar diferenças acentuadas de altura do fuste. Apesar disto, pode-se notar uma tendência de obtenção de maiores alturas nos métodos que proporcionaram, visualmente, sombreamentos mais densos. Esta tendência é consistente com os resultados de MABEY (1967), mostrando estreita associação direta entre a altura do fuste e o grau de sombreamento. Esta associação reflete apenas a resposta morfogênica do cacauzeiro a deficiência de luz (BATISTA & ALVIM, 1981).

4.2.2.3 - Precocidade de ramificação

TABELA 9 - Influência do método de sombreamento provisório na altura do fuste de plantas de cacau, medido na época da ramificação, Altamira, Pará, 1981/83.

Método de sombreamento	Altura do fuste (m)
. Banana (controle)	1,32ab ^{1/}
. Floresta raleada	1,38a
. Vegetação natural regenerada	1,33ab
. Feijão guandu	1,28ab
. Gmelina	1,24ab
. Mamona	1,23ab
. Faveira paricã	1,21b

1/ Médias seguidas por letras iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

CV = 4,48%.

O início da ramificação é, no cacau, uma indicação da transição da juvenilidade para a maturidade e, por conseguinte, da precocidade de produção da planta.

A influência dos tratamentos na percentagem cumulativa de plantas ramificadas somente pode ser notada até o 15º mês após o plantio (TABELA 10). Aos 18 meses, mais de 93% das plantas haviam ramificado. Os resultados confirmam, em parte, as indicações de BATISTA & ALVIM (1981) de que a ramificação comumente ocorre entre o 12º e 18º mês do plantio.

O tratamento com faveira paricã determinou a maior precocidade, proporcionando já aos 9 meses, 65,5% de plantas ramificadas. As diferenças entre os tratamentos foram aproximadamente as mesmas aos 12 e 15 meses. Diferenças acentuadas não puderam atingir a significância estatística em virtude da alta variabilidade dos dados obtidos. Observa-se no entanto, aos 12 e 15 meses, uma tendência de obtenção de maior precocidade de ramificação nos tratamentos com faveira paricã, feijão guandu e mamona. Esta tendência é consistente com a obtida para o crescimento vegetativo das plantas (TABELAS 7 e 8), confirmando uma esperada associação positiva entre os dois parâmetros.

TABELA 10 - Influência do método de sombreamento provisório na percentagem cumulativa de plantas de cacau ramificadas, durante os primeiros 18 meses após o plantio, Altamira, Pará, 1981/82.

Método de sombreamento	Meses após o plantio ^{1/}			
	9	12	15	18
. Banana (controle)	17,26b ^{2/}	69,30bc	79,33c	93,30a
. Faveira paricá	65,50a	94,86a	100,00a	100,00a
. Mamona	35,33ab	90,73ab	94,60abc	97,63a
. Feijão guandu	24,66b	81,30abc	95,60ab	100,00a
. Gmelina	46,43ab	68,33bc	83,73bc	94,43a
. Floresta raleada	12,33b	67,30bc	85,07bc	98,17a
. Vegetação natural regenerada	12,63b	58,00c	78,47c	93,13a
CV (%)	19,03	10,37	7,09	8,07

^{1/} Análise estatística realizada com dados transformados em arc. sen. $\sqrt{\%}$.

^{2/} Médias seguidas por letras iguais, na vertical, não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

5 - CONCLUSÕES

Nas condições mesológicas do Pólo Altamira, Pará, onde o trabalho foi realizado, pode-se informar:

1. Os sombreamentos provisórios com feijão guandu, mamona, faveira paricã, gmelina e floresta raleada proporcionam, 1 ano após o plantio, taxas de sobrevivência dos cacauzeiros, acima de 90%.

2. O sombreamento com banana proporciona a reduzida taxa de sobrevivência dos cacauzeiros, determinada, possivelmente, pela competição por água entre estas plantas, durante a estação menos úmida.

3. O sombreamento provisório com faveira paricã proporciona o mais elevado nível de crescimento vegetativo do cacau, até 30 meses após o plantio. Níveis também satisfatórios são obtidos nos tratamentos com mamona e feijão guandu. A maior penetração de luz e a menor competição por água, de provável ocorrência nestes tratamentos, são indicadas como fatores determinantes dos elevados níveis de crescimento do cacau.

4. As variações na altura do fuste resultantes dos tratamentos são pequenas. Os métodos que, aparentemente, proporcionam sombreamento mais denso tendem, no entanto, a determinar maiores alturas de fuste.

5. Os sombreamentos provisórios com faveira paricã, mamona e feijão guandu, que proporcionam elevados níveis de crescimento do cacau, também tendem a promover maior precocidade de ramificação.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARES AFONSO, F.M. O cacau na Amazônia. Itabuna, CEPLAC, 1979. 36p. (Boletim Técnico nº 66).
- ALVIM, P. de T. Cacao. In Alvim, P. de T. & Kozlowski, T.T. eds. Ecophysiology of tropical crops. New York, Academic Press, 1977, p.279-313.
- _____ ; MACHADO, A. D. & VELLO, F. Physiological responses of cacao to environmental factors. Revista Theobroma, Ilhéus, 4(4):3-25, 1974.
- _____ & GRANGIER, A. Jr. Estudio sobre el analisis crecimiento de plântulas de cacao de diferente origen genética. Cacao 11:1-3, 1966.
- _____. As necessidades de água do cacauero. Cacau Atualidades, Ilhéus, 2(3):29-36, 1965.
- _____. El problema del sombreado del cacao desde el punto de vista fisiológico. In: Conferência Internacional do Cacao, 7º, Palmira, 1958. Anais. Bogotá, Ministerio da Agricultura, 1958. p.294-303.
- _____. Ecologia do cacauero. Ilhéus, CEPLAC, sd. 2op.
- ALVIM, R.; ALVIM, P. de T. & LEITE, R. M. de O. Injúria mecânica do vento sobre mudas da cacau recém transplantadas com relação ao problema do sombreado. Revista Theobroma, Ilhéus, 8(4):117-24, 1978.
- ASOMANING, E. J. A. & KWAKWA, R. S. Effects of graded degrees of shading on growth of healthy and swollen shoot virus infected cocoa seedlings. In: Conference Internationale sur les Recherches Agronomiques Cacaohers. Abidjan, 1965. p.254-61.

- BATISTA, L. P. & ALVIM, R. Efeitos da intensidade luminosa e do genótipo sobre o crescimento em altura do fuste do cacauzeiro. Revista Theobroma, Ilhéus, 11(1):61-76, 1981.
- BAYMA, C. Mamona. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura. Produtos Rurais nº 7. 1958. 96p.
- BRAUDEAU, J. El cacao. 2ª ed., Barcelona Blume, 1978. 297p.
- BRIDGLAND, L. A. Cacao improvement programe, Papua and New Guinea Agricultura Journal, Keverat, 12(4):149-167. 1960.
- CEPLAC. Comissão de Agricultura da Câmara reconhece o Trabalho da Ceplac. Jornal do Cacaicultor, Ilhéus, 122:12, 1983.
- _____/CEPEC. Atlas de bolso do cacau. Ilhéus, 1982. 32p.
- _____. Diretrizes para Expansão da Cacaicultura Nacional. 1976-1985. PROCACAU. Brasília, 1977. 200p.
- _____. Cacau, História e Evolução no Brasil e no Mundo. 3ª ed. Ilhéus, 1975. 18p.
- _____. PROCACAU; Diretrizes para expansão da cacaicultura nacional, evolução nos primeiros quatro anos. Brasília, sd. 27p.
- CHAMORRO, M. R. Contribucion al problema del sombrio en cacao. Acta Agronomica, Colombia, 2(1):23-49, 1952.
- COBLEY, L. S. The effect of shade on the growth rate of cacao cutting. Tropical Agriculture, 19(12):227-33, 1942.
- CORREA, M. P. Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura. 5:63, 1962.
- CUNNINGHAM, R. K. What shade and fertilizers are needed for good cocoa production? Cocoa Growers bulletin, 1: 11-16, 1963.

- CUNNINGHAM, R. K. & BURRIDGE, J. C. The growth of cacao (Theobroma cacao) with and without shade. Annals of Botany, 24(96):458-62, 1960.
- _____ & LAMB, J. Cocoa shade and manurial experiment in Ghana. Nature, 182:119, 1958.
- ERIE, I. J.; FRENCH, O. F. & HARRIS, K. Consumptive use of water by crops in Arizona s.l. The University of Arizona. Agricultural Experiment Station. 1968. 45p. (Technical Bulletin, 169).
- EVANS, M. & MURRAY, D. B. A shade and fertilizer experiments on young cacao. In: Imperial College of Tropical Agriculture. A report on cacao research, 1945-1951. St. Augustine, 1953, p.67-76.
- FREEMAN, G. H. Present nursery and establishment methods for cocoa in Western Nigéria. W.A.C.R.I. Annual Report 1962-1963. Ibadan, 1964. p.13-24.
- GARCIA, J. R. Sistemas de estabelecimento e renovação de cacauais. In: Curso Internacional de Cacau, 4º, Ilhéus, 1979. CEPLAC, 1979, 14p.
- GUER, J. Effect of light on the morfology and physiology of cacao leaves. Cacao, Café, Thé, 15(3):191-201, 1971.
- HARDY, F. La sombra del cacao en relación con la intercepcion de la iluvia. Turrialba, 12(2):80-86, 1962.
- _____. Manual de cacao. Turrialba, I.I.C.A., 1961.
- HIMME, M. V. & PETIT, J. First results of an experiment on artificial shade for cocoa trees at Yangambi. In: Cocoa Conference of the Cocoa Chocolate and Confectione Alliance, Ltd. London, 1957. Report, London, 1957. p.227-41.
- JONES, T. A. & MALIPHANT, G. K. High yields in cocoa field experiments and their significance in future cacao re-

- search. Tropical Agriculture, Trinidad, 35(4): 272 - 275. 1958.
- LE COINTE, P. A cultura do cacau na Amazônia. 2ª ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura. Diretoria da Estatística de Produção, 1934. 35p.
- LEITE, R. M. de O.; ALVIM, R. & ALVIM, P. de T. Ação do vento e da radiação solar na ruptura do pulvino foliar do cacaueiro. Revista Theobroma, Ilhéus, 10(4): 235-51, 1980.
- LEMÉE, G. The influence of water supply and on water régime and photosynthesis of *Theobroma cacao*. Agronomie Tropicale, 19(5):592-603, 1955.
- LOCKHART, J. A. & GOTTSCHALL, V. Intracellular mechanism of growth inhibition by radiant energy. Plant Physiology, 35:124-135, 1960.
- MABEY, S. E. The effect of shade on the relationship between stem diameter and tree weight of young seedling cacao. East African Agricultural and Forestry Journal, 33(1): 14-22. 1967.
- MALIPHANT, G. K. Manurial and cultural experiment on cacao. Part VII. In: Imperial College of Tropical Agriculture. Report on cacao research 1957-1958. Trinidad, 1959. p.83-86.
- _____. The nutrition of cacao. Part II. Leaf nitrogen and phosphorus contents. In: Regional Research Centre of the British Caribbean. Report on cacao research 1957-1958, St. Augustine, 1959. p.76-79.
- MANDARINO, E. P. Implantação de cacaueiros sob mata raleada nas condições da Bahia. Itabuna, CEPLAC, 1981, 17p. (Boletim Técnico nº 85).
- MARIANO, A. H. Relaciones entre algunas medidas de vigor

- y producion en cacao. Turrialba, I.I.C.A. 1966, 4lp. (Tese M.S.).
- Mc CREE, K. J. A rational approach to light measurements in plant ecology. In Smith, H, ed. Commentaries in Plant Science. Oxford, Eng. Pergamon Press, 1976. p.45-50.
- MIRANDA, S. Sombreamento dos cacauais. Salvador, I.C.B., Série cultura do cacau. 62p. (Boletim Técnico nº 4).
- MURRAY, D. B. & NICHOLS, R. Light, shade, and growth in some tropical plants. In Bainbridge, R.; Evans, G. C. & Rackham, O. eds. Light as an ecological factor. Oxford, Blackwele, 1966, p.249-63.
- _____. Factores affecting the shade-nutrition interaction in cacao. In: Conference Internationale sur les Recherches Agronomiques Cacaoyeres, Abidjan, 1965, p. 109-13.
- _____. The use shade for cacao. Conferencia Interamericans de cacau, 6ª, 1956. Anais. 1957. p.111-116.
- _____. A shade and fertilizer experiment with cacao progress report. In: Imperial College of Tropical Agriculture. A report on cacao research, 1952. St. Augustine, 1953. p.11-21.
- OPEKE, L. K. The ecological factor of light on cacao, Theobroma cacao L. In: Conferencen Internationale sur les Recherches Agronomiques Cacaoyeres. Abidjan, 1965. p. 121-24.
- OPOKU, A. A. & JORDAN, D. Comparison of ground cover plants during establishment of cocoa on clear-felled land in Ghana. Experimental Agriculture, 4(1):77-86, 1968.
- SANTOS, A. O. da S.; SANTOS, M. M. dos & SCERNE, R. M. C. Cultivo do cacau na Amazônia Brasileira. Belém, CEPLAC, 1980, 56p. (Comunicado Técnico Especial nº 3).

- SCERNE, R. M. C. & CARVALHO, C. J. R. Climatologia e ecofisiologia do cacau. Belém, CEPLAC/DEPEA/COPES, 1983, 56p.
- SILVA, I. C. & CARVALHO, C. J. R. Sombreamento para cacauzeiros. Belém, CEPLAC, 1981, 27p. (Comunicado Técnico nº 21).
- _____ & SANTOS, M. M. dos. Sistemas de consórcio para sombreamento do cacauzeiro; problemas e perspectivas. Belém, CEPLAC, 1980, 16p. (Mimeografado).
- SILVA, L. F. da. Solos para cacau. In Curso Internacional de Cacau, 4ª, Ilhéus, 1979. CEPLAC, 1979. 28p.
- SKERMAN, P. J. Cajanus cajan (L) Millsp. In Tropical forage legumes, FAO, 1977, p.485-93. (FAO Plant production and protection - Série 2).
- SMITH, G. W. Some physical aspects of the cacao shade experiment. In: Imperial College of Tropical Agriculture. A report on cacao research, 1953. St. Augustine, 1954. p.38-44.
- SOUZA, J. de.; GARCIA, J. R.; MIDLEJ, P. R. M. & MULLER, M. W. Determinação da idade ideal para transplante de mudas de cacauzeiro. CEPEC-Informe Técnico, 1979, p.224-225.
- TAI, E. A. Banana. In Alvim, P. de T. & Kozlowski, T. T. eds. Ecophysiology of tropical crops. New York, Academic Press. p.441-460.
- THOMSON, B. F. The effect of light on cell division and cell elongation in seedlings of oats and peas. American Journal of Botany 41:326-332, 1954.
- WATSON, D. G. The physiological basis of variation in yield. Adv. Agron. 4:101-145, 1952.