INFLUÊNCIA DO SOMBREAMENTO E DA ADUBAÇÃO COM NPK NO DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE CACAUEIRO

(*Theobroma cacao* L.)

PAULO GIL GONÇALVES DE MATOS
Engenheiro Agronômo

Orientador: Prof. Dr. JOSÉ DIAS COSTA

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de Concentração: Fitotecnia

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
Julho - 1991

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCAP/USP

Matos, Paulo Gil Gonçalves de
M433i Influência do sombreamento e da adubação com NPK no desenvolvimento de mudas de cacaueiro (Theobroma cacao L.). Piracicaba, 1991.
52p.

Diss.(Mestre) - ESALQ
Bibliografia.

1. Adubação NPK 2. Cacau - Muda - Efeito da adubação 3. Cacau - Muda - Efeito do sombreamento 4. Cacau - Muda - Efeito da adubação NPK I. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba

CDD 633.74

INFLUÊNCIA DO SOMBREAMENTO E DA ADUBAÇÃO COM NPK NO DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE CACAUEIRO (*Theobroma cacao* L.)

Autor: Paulo Gil Gonçalves de Matos

Aprovada em: 27/09/1991

Comissão julgadora:

Prof. Dr. José Dias Costa	ESALQ/USP
Prof. Dr. Ronaldo Ivan Silveira	ESALQ/USP
Prof. Dr. Luiz Antonio Rochelle	ESALQ/USP

Prof. Dr. José Dias Costa
Orientador

À Deus pela oportunidade da vida e,
Aos meus pais José Maria e Virginia pela dedicação e incentivo em minha educação.

Minha eterna Gratidão

À minha esposa Claire e,
aos meus filhos, Paulo e Mariana, com carinho,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Várias pessoas e instituições contribuiram de uma forma ou de outra para a realização deste trabalho. Entretanto, externamos de maneira especial os nossos agradecimentos:

À Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira - CEPLAC, através da Coordenadoria Regional da Amazônia e à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - ESALQ/USP, que possibilitaram a realização deste curso.

Ao Prof. Dr. José Dias Costa, nosso profundo reconhecimento pela orientação e amizade.

Ao Engº Agrº Augusto Olimpio da Silva Santos pelo incentivo à realização deste curso, pelo apoio decisivo na condução deste experimento, pelas sucessivas sugestões apresentadas a este trabalho e pela grande amizade.

Aos Colegas da CEPLAC/COPES/DIVAG e ERJOH, pela prestimosa colaboração e auxílio na condução do experimento.

Ao Prof. Dr. Ronaldo Ivan Silveira, pelas sugetões apresentadas.

À Profa. Rosana Cristina Pereira Parente, da Universidade do Amazonas e à Profa. Maria Izalina Ferreira Alves, do Departamento de Matemática e Estatística da ESALQ/USP, pelo auxílio na realização das análises estatísticas.

À colega Alair Maria B. Alves da CEPLAC, pelo empenho na obtenção das referências bibliográficas, bem como aos funcionários da Biblioteca da ESALQ/USP, pela cortesia e simpatia no atendimento às nossas solicitações durante todo o transcorrer do curso.

À Maria Helena M.O. Rodrigues, pela dedicação ao trabalho datilográfico.

Aos companheiros de turma pelo convívio e pela amizade.

E, à Deus, que nos permitiu reunir todas as condições necessárias para a realização deste treinamento.

S U M Á R I O

Página

LISTA DE TABELAS viii

RESUMO x

SUMMARY xii

1. INTRODUÇÃO 1

2. REVISÃO DE LITERATURA 4

2.1. Aspectos gerais da cultura 4

2.2. Influência do sombreamento no desenvolvimento e na produtividade do cacaueiro 5

3. MATERIA E MÉTODOS 13

3.1. Localização 13

3.2. Material botânico 13

3.3. Construção dos viveiros 14

3.4. Quantidade e fonte dos fertilizantes 14

3.5. Tratamentos 15

3.6. Instalação do experimento 16

3.6.1. Preparo dos vasos e sementes 16

3.6.2. Condução do experimento 18

3.7. Variáveis estudadas 19

3.7.1. Diâmetro do caule 19

3.7.2. Altura total das plantas 19

3.7.3. Área foliar 19

3.7.4. Peso da matéria seca total das plantas 20

Página

3.8. Delineamento experimental 20

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO 22

4.1. Diâmetro do caule 23

4.2. Altura total das plantas 27

4.3. Área foliar 33

4.4. Peso da matéria seca total das plantas 39

5. CONCLUSÕES 45

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 47

LISTA DE TABELAS

Página

Tabela nº:

1. Resultados das análises químicas de uma amostra do substrato utilizado 17

2. Esquema de análise de variância utilizado para diâmetro do caule, altura da planta, área foliar e peso da matéria seca total das plantas . 21

3. Resumo da análise de variância do diâmetro do caule, da altura da planta, da área foliar e do peso seco da matéria seca total das plantas ... 23

4. Teste de Tukey para médias de diâmetro do caule (cm) do fator adubação 24

5. Teste de Tukey para médias de diâmetro do caule (cm) do fator sombra 25

6. Comparação de médias pelo teste de Tukey, para a variável diâmetro do caule (cm), da combinação dos fatores adubação e sombra 26

7. Teste de Tukey para médias de altura da planta (cm) do fator adubação 28

8. Teste de Tukey para médias de altura da planta (cm) do fator sombra 29

9. Comparação de médias pelo teste de Tukey, para a variável altura da planta (cm), da combinação dos fatores adubação e sombra 30

Página

Tabela nº

10. Teste de Tukey para médias de área foliar(dm^2) do fator adubação 34

11. Teste de Tukey para médias de área foliar(dm^2) do fator sombra 35

12. Comparação de médias pelo teste de Tukey, para a variável área foliar (dm^2), da combinação dos fatores adubação e sombra 36

13. Teste de Tukey para médias de peso da matéria seca total da planta (g), do fator adubação .. 40

14. Teste de Tukey para médias de peso da matéria seca total da planta (g) do fator sombra 41

15. Comparação de médias pelo teste de Tukey, para a variável peso da matéria seca total da planta (g), da combinação dos fatores adubação e sombra 42

INFLUÊNCIA DO SOMBREAMENTO E DA ADUBAÇÃO COM NPK NO DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE CACAUEIRO (*Theobroma cacao* L.)

Autor: PAULO GIL GONÇALVES DE MATOS

Orientador: Prof. Dr. JOSÉ DIAS COSTA

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo estudar a influência do sombreamento e da adubação com NPK no desenvolvimento de mudas de cacaueiro (*Theobroma cacao* L.).

O experimento foi instalado em condições de viveiro na Estação Experimental de Recursos Genéticos do Cacau "José Haroldo" de propriedade da CEPLAC em Belém-PA. Foram construídos três viveiros com uma área de 15 m^2 cada um, cobertos e protegidos lateralmente com tela do tipo sombrite permitindo um sombreamento de 30; 50 e 70% de sombra, respectivamente e, como substrato utilizou-se os primeiros 10 cm de solo do tipo Latossol Amarelo de textura média.

O ensaio foi conduzido em um delineamento experimental de blocos inteiramente ao acaso, num arranjo fatorial de NPK 2^3, combinando com os 3 graus de sombra, com 24 tratamentos e três repetições.

As avaliações foram feitas aos seis meses de idade, coletando-se dados de diâmetro e altura do caule, área foliar e peso da matéria seca das plantas.

O sombreamento influiu na formação das mudas, observando-se que a utilização de um sombreamento de 70 e 50% de sombra possibilitou a obtenção de um melhor desenvolvimento das mudas. Dentre as adubações, as mudas que foram adubadas com NPK apresentaram maiores pesos da matéria seca, área foliar, diâmetro e altura do caule.

De maneira geral, pode-se sugerir que, a adubação completa com NPK combinada com 70% de sombra, seja a interação mais adequada para o desenvolvimento da muda.

INFLUENCE OF SHADOWED AND NPK FERTILIZER IN GROWTH OF COCOA PLANT SEEDLING (*Theobroma cacao* L.)

Author: PAULO GIL GONÇALVES MATOS

Adviser: Prof. Dr. JOSÉ DIAS COSTA

SUMMARY

The objective of this work was to study the influence of shadowed and NPK fertilizer in growth of cocoa plant seedling.

This research was carried out in nursery condition at Experimental Station of Genetic Resources from Cacao "José Haroldo" of possession from CEPLAC at Belém-PA. Three nurseries were constructed in a area of 15 m^2 each one, covered and protected lateraly with web of "sombrite" type, let in one shadowed at 30, 50 and 70% of shadow, respectively and, how substract was utilized the first 10 cm of medium texture yellow latosol.

This assay was conducted in a experimental delineation of blocks interely randomized, in a one design factorial NPK 2^3, in combination with 3 grades of shadowed, with 24 treatments and three replications.

The avaliation were made for six months age, co lected diameter and height stem, foliar area and dry matter plants weight.

The shadowed influenced the seedling formation, it was observed that the shadowed utilization for shadowed at 70 and 50% made possible the obtention of a better seedling growth. From among the fertilizers, the seedling that were fertilized with NPK showed higher dry matter weight, foliar area, dimater and height stem.

From the general way, it was possible to suggest that the complete fertilization besides NPK in combination with shadow at 70%, is the more suitable interaction for the seedling growth.

1. INTRODUÇÃO

O cacaueiro (*Theobroma cacao* L.) é originário das regiões tropicais das bacias dos rios Orenoco e Amazonas, onde é encontrado em seu habitat natural, no estrato inferior de florestas da América Tropical (particularmente na Floresta Tropical Úmida da Amazônia) vegetando como uma planta de sub-bosque. Esta ocorrência, determinou, possivelmente o estabelecimento da cacauicultura sob sombreamento (SILVA & CARVALHO, 1981). As pesquisas têm mostrado a importância do sombreamento na maioria das regiões produtoras de cacau, tendo sido mais evidenciados nas plantas jovens, no período de estabelecimento da cultura.

Do ponto de vista nutricional, o cacaueiro é uma planta exigente em comparação com outros cultivos tropicais de ciclo longo, que aparentemente possuem mecanismo de adaptação a solos ácidos e de baixa fertilidade química.

Evidentemente, não se pode tecer considerações sobre as exigências nutricionais do cacaueiro sem se levar em conta a diversidade do genótipo e as condições de plantio, especialmente, com relação ao grau de sombreamento. ALVIM (1972) ao discutir sobre sombreamento, fertilidade e produtividade

em cacaueiro, representou tridimensionalmente os efeitos de diferentes gradientes de sombra e fertilidade, onde uma produção relativa de 100% resultaria da combinação de um sombreamento ralo ou inexistente em solos de elevada fertilidade natural ou adequadamente adubado. Em solos menos férteis, a sombra funcionaria como um tampão diminuindo a atividade metabólica da planta, reduzindo o consumo de nutrientes e evitando a degradação do solo (GEUS, 1967). Todavia, não parece ser simples a delimitação das diferentes combinações, pois dependem das condições ambientais de cada região.

Outro aspecto a ser considerado é que uma análise dos trabalhos realizados nas diferentes regiões produtoras de cacau não permite que se façam generalizações quanto a aplicação indiscriminada de nutrientes, pois, a maior ou menor importância de um dado elemento dependerá, sem dúvida, das condições edafo-climáticas locais, do material botânico e do tipo de manejo adotado.

Asomaning[1], citado por CABALA et alii (1975) assinala que cada região produtora deverá investigar o papel da sombra e da fertilização e, especialmente, a importância de cada nutriente.

Entretanto, são poucos os trabalhos relaciona-

---

[1]ASOMANING, E.J.A. Recent cocoa studies: with particular reference to the Ghana experiences. In: INTERNATIONAL COCOA RESEARCH CONFERENCE, 4., St. Augustine, 1972. Proceedings, Port Spain, Government of Trinida and Tobago, 1972. p.120-8.

dos à influência do sombreamento e da adubação no desenvolvimento do cacaueiro nas condições da região Amazônica. E, face à expansão do cultivo na região, torna-se necessário avaliar a influência do sombreamento e da adubação no desenvolvimento das mudas. O presente trabalho teve como objetivo principal determinar a influência do grau de sombreamento e da adubação com NPK no desenvolvimento das mudas, bem como o efeito da interação entre o sombreamento e a adubação.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. ASPECTOS GERAIS DA CULTURA

O cacaueiro é originário da parte sul do Continente Americano, provavelmente das Bacias dos rios Amazonas e Orenoco. É classificado no gênero *Theobroma*, família das Esterculáceas. Foi citado pela primeira vez na literatura botânica por Charles de L'Ecluse, que o descreveu sob o nome de *Cacao fructus*. Em 1737, foi descrito como *Theobroma fructus* por Linneu, que, em 1753, propos o nome *Theobroma cacao*, que permanece até hoje.

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 300 m, precipitação anual entre 1500 e 2500 mm; temperatura média anual entre 21 e 30°C e umidade relativa do ar, acima de 75% (ALVIM, 1977; SCERNE & CARVALHO, 1983).

De acordo com HARDY (1961), SILVA (1979), a planta é sensível tanto à carência, quanto ao excesso de umidade no solo, requerendo, para um crescimento satisfatório

das raízes, uma profundidade de solo de 120 a 180 cm, sem horizontes compactados e com boa retenção de água e aeração adequada.

CUNNINGHAM & BURRIDGE (1960), relatam que a sensibilidade da planta à deficiência hídrica é crítica em seus estágios iniciais de crescimento. E segundo ALVIM (1977) 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 primeiros anos de vida do cacaual.

Quanto a produção de mudas de cacaueirostem-se verificado que a resposta à adubação depende do solo utilizado, não sendo necessário aplicar fertilizantes no caso dos solos aluviais argilosos (TEOH & RAMADASON, 1980) havendo porém, necessidade de aplicação em solos ácidos e de baixa fertilidade química, os quais têm respondido também à aplicação de calcário (TEOH, 1980).

2.2. Influência do Sombreamento no Desenvolvimento e na Produtividade do Cacaueiro

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).

O sombreamento age sobre fatores ecológicos determinando um ambiente favorável ao estabelecimento, crescimento e produtividade do cacaueiro (CUNNINGHAM & BURRIDGE, 1960; SOUZA et alii, 1979). Na fase inicial de crescimento, as maiores taxas de crescimento são obtidas com sombreamento relativamente denso, equivalente a uma intesidade de luz de 25 a 50% (MURRAY, 1965). À medida que as plantas crescem, manifesta-se o auto-sombreamento 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).

Segundo HIMME & PETIT (1957), MURRAY & NICHOLS (1966), a necessidade de luz para o crescimento do cacaueiro varia muito com a faixa de idade da planta, sendo menor na fase inicial de crescimento, aumentando progressivamente até atingir o estado adulto.

CUNNINGHAM & BURRIDGE (1960) demonstraram que o crescimento inicial das plântulas de cacaueiros era maior sob elevadas intensidades luminosas que em condições sombreadas. Dados esses conflitantes com resultados anteriormente registrados na literatura. Com base nesses dados ficou evi-

dente que se outros fatores ambientais relacionados com o crescimento e produção são controlados pela irrigação, fertilização, quebra-ventos e inseticidas, maiores produções são alcançadas em cacaueiros sem sombra que sob sombreamento.

BATISTA & ALVIM (1981) observaram que plantas jovens de cacau, expostas a 60% da radiação solar total, apresentam menor altura do fuste (0,86 m) do que aquelas submetidas a 36; 21 e 20%, que apresentam respectivamente: 1,39; 1,45 e 1,47 m. 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.

Com relação aos efeitos do sombreamento na fase produtiva, experimentalmente, tem-se verificado que é perfeitamente possível alcançar altas produções, tanto de biomassa (plântulas) como de amêndoas quando o cacaueiro é cultivado em ausência de sombra, isto é, se for oferecido um adequado suprimento de água e nutrientes e efetuado um controle de pragas e doenças, bem como a ação do vento (EVANS & MURRAY, 1953; CUNNINGHAM & BURRIDGE, 1960; CABALA et alii, 1970). 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 longos 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 favorável ao crescimento e produção do cacau (CUNNINGHAM, 1963; ALVIM, 1977; SILVA & CARVALHO, 1981). Os principais benefícios, segundo os mesmos autores, resultam do equilíbrio das condições ecológicas desfavoráveis, tais como: baixa fertilidade do solo, vento excessivo, deficiência hídrica, ataque de pragas e elevada incidência de ervas daninhas.

Segundo BRAUDEAU (1978) a relação entre intensidade de luz e a nutrição mineral do cacau varia nitidamente com a idade da planta. 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. MURRAY (1953) observou que a simples adição de fertilizantes não era suficiente para suprimir todas as deficiências minerais em plantas jovens expostas à luz solar total. Apesar dos teores de nitrogênio e potássio da folha sofreram aumentos com a aplicação de adubo, os mesmos não atingiram os elevados níveis encontrados na planta sombreada. O processo de crescimento nos dois primeiros anos após o plantio é mais dependente de um sombreamento adequado, uma vez que nesta fase o cacau normalmente apresenta pequena resposta à adubação (MURRAY 1953; MURRAY & NICHOLS, 1966).

EVANS & MURRAY (1953) comparando três clones sob sombra artificial com intensidades luminosas de 100, 50, 30 e 15% e considerando os tratamentos NPK 2^3, concluíram que a intensidade luminosa adequada para a fase de desenvolvimento dos cacaueiros estava situada em torno de 30% e que, para a fase produtiva, a melhor resposta ao tratamento completo NPK foi obtida sob maiores intensidades luminosas.

Em continuação ao estudo, MURRAY (1953), verificou, no segundo ano, que um maior número de frutos foi produzido sob 50% de intensidade luminosa, vindo a seguir, por ordem decrescente, 30%, 15% e 75%, enquanto que as plantas com 100% de luz não produziram frutos.

CUNNINGHAM & ARNOLD (1962), relataram os resultados dos principais trabalhos conduzidos em Ghana, destacando-se, principalmente, um experimento fatorial sombra x adubação em cacaueiros amelonados, onde foram alcançados surpreendentes aumentos de produção, como resultado da aplicação de fertilizantes na ausência de sombreamento, situando-se em segundo lugar o tratamento em que foi apenas removido o sombreamento.

Em uma pesquisa com cacaueiros amazônicos, a interação sombra x adubação foi investigada sob três graus de sombreamentos e com tratamentos fertilizantes resultantes do arranjo fatorial NPK 3^3 (AHENKORAH & AKROFI, 1968). Do mesmo modo que no experimento com cacaueiros amelonados, foi consta

tada uma resposta considerável à remoção do sombreamento, sendo também consistentes e significativas as respostas ao potássio isolado ou quando aplicado juntamente com o fósforo.

EGBE & OMOTOSO (1971) em trabalhos conduzidos na Nigéria, assinalaram que, em ensaio fatorial com cacau amelonado, foram alcançadas maiores produções nas parcelas sem sombra, o que confirma os resultados de Trinidad e Ghana. Esses mesmos autores indicam que, nos ensaios conduzidos em propriedades particulares, houve respostas significativas para a adição de nitrogênio e fósforo, com tendência linear na maioria dos casos e pequenas respostas para cálcio e magnésio, não havendo reação do potássio.

Na Costa do Marfim, as pesquisas relativas à nutrição e adubação do cacaueiro, levaram em conta o grau de sombreamento, os métodos de aplicação e a eficiência de fontes nitrogenadas e fosfatadas (LOUE et alii, 1960). Houve respostas significativas para fósforo e potássio, efeitos positivos para a interação entre esses elementos e negativos para a interação entre cada um deles com o nitrogênio (VERLIÉRE 1967).

KHOO et alii (1980) utilizando solo argiloso da península da Malásia, cultivado com cacaueiros híbridos sombreados com coqueiros, instalaram vários experimentos e um desse experimento em que se utilizou o desenho fatorial NPKCa 3^4 não foram obtidas respostas consistentes em termos de de-

senvolvimento, observando-se porém efeitos para nitrogênio, potássio e cálcio e para interação NK. Em outro experimento fatorial NPK 3^3 só foram encontradas respostas para o nitrogênio, seguindo uma tendência linear (TEOH et alii, 1984).

CABALA et alii (1969, 1970) avaliando as respostas do cacaueiro à adubação na presença e ausência de sombreamento através de experimentos em plantações no sul da Bahia, onde cada parcela foi constituída de 50 plantas e o tratamento fertilizante constituiu de uma mistura NPK CaMg tendo o fósforo como nutriente dominante. Foram obtidos expressivos aumentos de produção em decorrência da adubação e da eliminação da sombra. Esses aumentos foram da ordem de 42% 80% em 1965 e 1966, respectivamente, contra acréscimos de apenas 4,0% e 13,1%, para os mesmos anos nas parcelas sob sombra.

Em solos de tabuleiro, de textura arenosa e baixa fertilidade, as respostas à adubação na ausência de sombra, atingiram níveis de produção de 1800 a 2000 kg/ha^{-1} nos primeiros anos de experimentos (1965 e 1967), ocorrendo posteriormente uma redução gradual de ano para ano, a ponto de, em 1972, situar-se próximo ao tratamento adubação sob sombra. Também as produções do tratamento sem sombra e sem adubação passaram a ser inferiores ao tratamento sombra sem adubação no período 1968 a 1972 (CABALA et alii, 1975). Acredita-se que outros fatores devem ser responsáveis por esse comportamento e nesse sentido o sombreamento constituiria um recurso para atenuar as condições adversas nas circunstâncias de bai-

xa fertilidade do solo, mantendo produções não muito elevadas de cacau, no entanto, mantendo a área em condições adequadas de produção.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. LOCALIZAÇÃO

O experimento foi instalado, em condições de viveiro, na Estação Experimental de Recursos Genéticos do Cacau "José Haroldo" (ERJOH), de propriedade da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC)/Departamento da Amazônia Oriental (DEPOR), localizada na BR-316 a 17 quilometros de Belém-PA, na latitude de 01°12'00" S e longitude de 48°13'30" WGr. De acordo com a classificação de Köppen, o clima é do tipo Af, apresentando temperatura média anual de 26°C, umidade relativa do ar de 80% e precipitação pluvial em torno de 3000 mm anuais.

3.2. MATERIAL BOTÂNICO

Os materiais botânicos de cacau (*Theobroma cacao* L.) utilizados no presente trabalho foram os seguintes: CAB - 318 como plantas de bordadura e CAB-274 como plantas úteis. Estes materiais são originários da própria re-

gião amazônica e vêm sendo avaliados para futura utilização no programa de melhoramento genético do cacau da Amazônia.

3.3. Construção dos Viveiros

Foram construídos 3 (três) viveiros com uma área de 15 m^2 cada, cobertos e protegidos lateralmente com tela do tipo sombrite, que de acordo com especificação do fabricante permite 70%; 50% e 30% de interceptação de luz solar, respectivamente.

3.4. Quantidade e Fonte de Fertilizantes

A obtenção das quantidades dos fertilizantes utilizados neste experimento, resultou da utilização proporcional das quantidades (60-180-120) kg/ha de nitrogênio, fósforo e potássio, respectivamente:

Nitrogênio (N): como fonte nitrogenada foi utilizada a uréia (45% N) na base de 175 mg por muda (saco com 3300 g de terriço).

Fósforo (P): como fonte de fósforo foi utiliza

do o superfosfato triplo (46% P_2O_5) na base de 509 mg por muda (saco com 3300 g de terriço).

Potássio (K): como fonte de potássio foi utilizado o cloreto de potássio (60% K_2O) na base de 260 mg por muda (saco com 3300 g de terriço).

3.5. TRATAMENTOS

Para cada nível de adubação foram adotados os seguintes tratamentos:

1) $N_1P_1K_1$ com 30% de sombra
com 50% de sombra
com 70% de sombra

2) $N_0P_1K_1$ com 30% de sombra
com 50% de sombra
com 70% de sombra

3) $N_1P_0K_1$ com 30% de sombra
com 50% de sombra
com 70% de sombra

4) $N_1P_1K_0$ com 30% de sombra
com 50% de sombra
com 70% de sombra

5) $N_0P_0K_1$ com 30% de sombra
com 50% de sombra
com 70% de sombra

6) $N_0P_1K_0$ com 30% de sombra
com 50% de sombra
com 70% de sombra

		com 30% de sombra
7)	$N_1P_0K_0$	com 50% de sombra
		com 70% de sombra
		com 30% de sombra
8)	$N_0P_0K_0$	com 50% de sombra
		com 70% de sombra

3.6. Instalação do Experimento

3.6.1. Preparo dos vasos e sementes

Foram utilizados sacos de polietileno pretos, medindo 25 cm de altura por 13 cm de diâmetro, com capacidade para 3300 g de solo, furados no fundo para facilitar a drenagem. Para o enchimento dos mesmos, utilizou-se substrato proveniente da manta superficial dos solos ocupados com capoeiras, normalmente encontrados nos primeiros 10 cm da superfície, apresentando as características químicas constante na **Tabela 1.**

Tabela 1. Resultados das análises químicas de uma amostra do substrato utilizado 1/.

Caracterização química	Valores
pH $CaCl_2$	4,1
M.O. (%)	2,3
P (resina) $\mu g/cm^3$	6
K (meq/100 cm^3)	0,03
Ca (meq/loo cm^3)	0,18
Mg (meq/100 cm^3)	0,04
H + Al (meq/100 cm^3)	5,2
SB (Ca + Mg + K) (meq/100 cm^3)	0,25
T (CTC) (SB + H + Al) (meq/100 cm^3)	5,45
V saturação de bases (100S/T) (%)	5

1/ Análise realizada no Laboratório de Solos do Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes da ESALQ/USP.

O substrato foi seco ao ar, destorroado e peneirado, em seguida foram feitas oito pesagens correspondendo cada pesagem ao volume necessário para preencher 36 sacos (118,8 kg), quantidade suficiente para cada nível de adubação nos três graus de sombreamento. Em seguida foram adicionadas as quantidades dos adubos, previamente moidos e pesados de acordo com os tratamentos estabelecidos. Antes do preenchimento dos vasos, procedeu-se vários revolvimentos da mistura para uma melhor homogeneização.

Quanto ao preparo das sementes, as mesmas, após a colheita e quebra dos frutos, foram retiradas para eliminação da mucilagem. Esta operação foi realizada através da

fricção das sementes com pó de serra, até a eliminação total da mucilagem.

3.6.2. Condução do experimento

A semeadura foi efetuada em meados de fevereiro de 1990, colocando-se uma semente por vaso, à profundidade de 1 cm da superfície do substrato com a parte mais larga voltada para baixo. Em seguida, completou-se o enchimento dos vasos com uma camada de aproximadamente 2 cm de serragem curtida de madeira para assegurar boas condições de umidade e aeração às sementes.

Nos dois primeiros meses de desenvolvimento das mudas, houve um intenso ataque de antracnose (*Colletotrichum gloesporioedes*), com consequente desfolhamento parcial das mudas. O controle dessa doença, bem como os demais tratos culturais indispensáveis às mudas, foram realizados de acordo com as recomendações contidas no sistema de produção organizado por GARCIA et alii (1985).

Decorridos 3 meses, após a emergência, foi feita uma segunda adubação da seguinte maneira: para cada grupo de 36 mudas foi preparada uma mistura de 3600 mℓ de água com as mesmas quantidades dos adubos utilizadas na primeira adubação, obedecendo sempre as quantidades de acordo com os tratamentos. Após a mistura, com o auxílio de uma pro

veta, colocou-se 100 mℓ dessa mistura em cada vaso.

3.7. VARIÁVEIS ESTUDADAS

Ao completar 6 meses, após a emergência, foram retiradas 4 plantas por parcela de cada tratamento para a tomada dos dados.

3.7.1. Altura total da planta

Foi medido com o auxílio de uma régua milimetrada, abrangendo desde a base da planta no nível do solo até o ápice.

3.7.2. Diâmetro do caule

Foi medido com o auxílio de um paquímetro à altura do coleto da planta por ocasião da sua retirada do vaso.

3.7.3. Área foliar

A área foliar foi medida de acordo com o método de pesagem de discos, descritos por REIS & MÜLLER (1979). Consiste na retirada de 100 discos em posições aleatórias do limbo foliar através de punções feitas com o uso

de um perfurador de folhas de área conhecida. Estes discos e o restante das folhas foram levados à estufa, a temperatura de 75°C, até peso constante, quando determinou-se o peso da matéria seca dos discos e folhas. Por interpolação dos pesos da matéria seca determinada dos discos e das folhas e, sendo conhecida a área dos discos, calculou-se a área das folhas.

3.7.4. Peso da Matéria Seca Total das Plantas

Após criteriosa lavagem das raízes, em água corrente, até eliminação do substrato a elas aderido, seccionaram-se raízes, caule e folhas. Cada uma destas partes foi colocada separadamente em sacos de papel, etiquetadas e pesadas. Em seguida, foram levadas à estufa a uma temperatura de 75°C até atingirem peso constante, quando então pesou-se a matéria seca. O peso da matéria total das plantas foi obtido através da somatória dos pesos da matéria seca das raízes, caule e folhas.

3.8. Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso, num esquema fatorial $2^3 \times 3$, combinando oito níveis de adubação com três graus de sombreamento, num total de 24 tratamentos com três repetições.

Para avaliação estatística dos dados obtidos, adotou-se o esquema de análise de variância apresentado na **Tabela 2.**

Tabela 2. Esquema de análise de variância utilizado para diâmetro e altura da planta, área foliar, peso da matéria seca total das plantas.

Causas de Variação	G.L.
Adubação (A)	7
Sombra (S)	2
Interação (A) x (S)	14
Resíduo	18
Total	71

Para a realização da análise de variância e comparações de médias foi utilizado o programa SANEST - Sistema de Análise Estatística do CIAGRI/ESALQ/USP-SP, para uso em microcomputador. E as comparações de médias foram feitas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A nutrição do cacaueiro, como a de qualquer outra planta, não se faz apenas através das raízes, mas também pelas folhas, pois cerca de 90% de composição química da matéria vegetal, eliminando-se a água, correspondem ao carbono e ao oxigênio, elementos extraídos do ar através do fenômeno da fotossíntese, o qual depende fundamentalmente da intensidade de luz que incide sobre a folhagem (ALVIM, 1972).

Por outro lado, quando um dos elementos químicos, essenciais para a vida de uma planta está presente no meio em quantidades insuficientes, em excesso ou em combinação que o torna pouco disponível, a deficiência ou excesso de tal elemento nas células provocará distúrbios do metabolismo, ocasionando queda na produção (EPSTEIN, 1975).

Neste trabalho observou-se a influência do sombreamento, da adubação e da interação desses fatores, avaliando-se o desenvolvimento das plantas através dos dados de: diâmetro do caule; altura da planta; área foliar e o peso da matéria seca total em função dos tratamentos, cujo resumo da análise de variância, é apresentado na **Tabela 3**.

Tabela 3. Resumo da análise de variância do diâmetro do caule (cm), da altura da planta (cm), da área foliar(dm^2) e do peso da matéria seca total (g).

Causa de Variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS			
		Diâm. caule (cm)	Altura planta (cm)	Área foliar (dm^2)	Peso MST (g)
Adubação (A)	7	0,0255*	77,1327*	14,3042*	12,3871*
Sombra (S)	2	$0,0039^{ns}$	52,7182*	$0,2126^{ns}$	2,4822*
(A) x (S)	14	$0,0027^{ns}$	24,0038*	3,4960*	1,8331*
Resíduo	48	0,0015	3,2826	0,6622	0,4670
C.V. (%)		5,890	5,579	20,780	13,030

* significativo ao nível de 1% de probabilidade

^{ns} não significativo.

4.1. Diamêtro do Caule

No estudo da variável diâmetro do caule, a análise da variância dos dados apresentou diferença significativa apenas para o fator adubação, não ocorrendo diferença significativa para o fator sombra, assim como para a interação adubação x sombra.

Na **Tabela 4**, são apresentados os resultados das comparações de médias referente aos efeitos das adubações.

Tabela 4. Teste de Tukey para médias de diâmetro do caule (cm) do fator adubação.

Adubação	Médias
NPK	0,74 a
PK	0,68 b
K	0,67 bc
NK	0,66 bc
N	0,65 bc
NP	0,62 cd
P	0,58 d
Testemunha	0,58 d

D.M.S. (5%) = 0,06
Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si.

Observa-se que a maior média corresponde à adubação (NPK) diferindo estatisticamente de todas as demais. Quanto as médias de diâmetro obtidas com a aplicação de (PK, K, NK e N) respectivamente, as mesmas não diferem entre si, embora não difiram dos resultados de NP, que por sua vez, não diferiu significativamente da aplicação de fósforo isolado e da testemunha.

Na comparação das médias referentes aos efeitos do sombreamento (**Tabela 5**), verifica-se que não houve diferença significativa entre as médias, indicando que o crescimento do diâmetro do caule não sofreu influência dos três graus de sombra utilizados. Resultados que não coincidem com os dados obtidos por MURRAY & NICHOLS (1966), OPOKU & JORDAN

(1968), que registraram maiores crescimento em diâmetro do caule na fase inicial de desenvolvimento da planta com 25 a 50% de radiação solar, correspondendo a 75 e 50% de sombra, respectivamente.

Tabela 5. Teste de Tukey para médias de diâmetro do caule (cm) do fator sombra.

Sombra (%)	Médias
70	0,66 a
50	0,64 a
30	0,63 a

D.M.S. (5%) = 0,02
Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si.

Embora o teste F não tenha revelado diferença significativa para a interação adubação x sombra, o teste Tukey, no entanto, acusou diferenças. A **Tabela 6** apresenta as médias referentes aos efeitos da adubação dentro do sombreamento e vice-versa.

Observadno-se o desdobramento de sombra dentro de adubação, verifica-se que apenas com a adubação PK, houve diferença significativa, sendo que o maior diâmetro do caule foi obtido com 70% de sombra, diferindo significativamente de 50 e 30% que não diferem entre si.

Tabela 6. Comparação de médias pelo teste de Tukey, para a variável diâmetro do caule (cm), da combinação dos fatores adubação e sombra.

Adubação	SOMBRA								dms
	30%			50%			70%		(5%)
Testemunha	0,59	b	A	0,59	bc	A	0,56	c	A	0,07
N	0,63	ab	A	0,68	ab	A	0,64	bc	A	0,07
P	0,59	b	A	0,56	c	A	0,61	bc	A	0,07
K	0,63	ab	A	0,69	ab	A	0,69	ab	A	0,07
NP	0,62	ab	A	0,62	bc	A	0,61	bc	A	0,07
NK	0,67	ab	A	0,63	bc	A	0,68	ab	A	0,07
PK	0,67	ab	B	0,64	abc	B	0,74	a	A	0,07
NPK	0,72	a	A	0,73	a	A	0,77	a	A	0,07
dms (5%)	0,09			0,09			0,09			

Médias seguidas de letras minúsculas iguais, nas colunas, não diferem entre si.

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais, nas linhas, não diferem entre si.

Ao analisar-se o desdobramento de adubação dentro de sombra, observou-se diferentes comportamentos. Dentro de 30% de sombra, por exemplo, observou-se diferença significativa entre as adubações (NPK) e (fósforo e testemunha), as quais não diferem entre si, ao passo que o diâmetro do caule obtido com as demais adubações apresentaram valores intermediários, não diferindo significativamente entre si. Dentro de 50% de sombra, verificou-se que houve diferença significativa entre as adubações (NPK) e (fósforo isolado), não haven-

do diferenças nos diâmetros do caule obtidos com as demais adubações, inclusive com a testemunha. Dentro de 70% de sombra, embora não tenha havido diferença significativa entre as adubações (NPK) e (PK), observou-se diferença estatística entre estas duas adubações e a testemunha, ao passo que o diâmetro do caule obtido com as demais adubações, apresentaram valores intermediários não diferindo significativamente entre si.

4.2. Altura da Planta

No estudo da variável altura da planta, a análise de variância dos dados, apresentou diferença significativa para o fator adubação, para o fator sombra, bem como para a interação adubação x sombra. Assim sendo, efetuou-se o estudo das comparações das médias, através do teste de Tukey e, os resultados das comparações de médias referentes aos efeitos dos níveis de adubação, são apresentados na **Tabela 7.**

Dos resultados obtidos, verificou-se que a maior média de altura corresponde à adubação (NPK) que difere significativamente das demais. As médias obtidas com as adubações (NK, K, PK e NP) não diferiram significativamente entre si, embora as alturas obtidas com as adubações (N,PK e NP) não tenham diferido das médias obtidas com as aplicações isoladas de N e P, que por sua vez, não diferiram da testemunha.

Tabela 7. Teste de Tukey para médias de altura da planta (cm) do fator adubação.

Adubação	Médias
NPK	38,83 a
NK	34,09 b
K	32,20 bc
PK	32,19 bc
NP	31,57 bcd
N	31,20 cd
P	30,35 cd
Testemunha	29,33 d

dms (5%) = 2,71

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si.

Comparando estes resultados com os obtidos para diâmetro do caule, verificou-se que de uma maneira geral, as adubações que apresentaram maior média para altura, também apresentaram maior diâmetro, destacando-se o nível de adubação NPK, que apresentou as maiores médias, tanto para diâmetro como para altura, confirmando de certa forma, a observação feita por MARIANO (1966), de que a altura do cacaueiro é uma característica que apresenta estreita associação positiva com o diâmetro do caule.

Na **Tabela 8** são apresentados os resultados das comparações de médias referentes aos efeitos do sombreamento.

Tabela 8. Teste de Tukey para médias de altura da planta (cm) do fator sombra.

Sombra (%)	Médias
30	34,18 a
50	31,66 b
70	31,57 b

dms (5%) = 1,27
Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si.

Na comparação das médias entre os efeitos do sombreamento, verificou-se que a maior média para altura, corresponde a 30% de sombra, diferindo significativamente dos outros dois sombreamentos (50 e 70%), os quais não diferiram estatisticamente entre si.

Esses resultados diferem dos apresentados por BATISTA & ALVIM (1981), que observando plantas jovens de cacau, submetidas a 40% de sombra, apresentaram menor altura em relação àquelas submetidas a 64, 79 e 80% de sombra. Provavelmente as diferenças relativas a materiais genéticos e condições experimentais adotadas sejam os fatores responsáveis pelos resultados obtidos.

A **Tabela 9** apresenta as médias referentes aos efeitos da adubação dentro do sombreamento e vice-versa.

Tabela 9. Comparação de médias pelo teste de Tukey, para a variável altura da planta (cm), da combinação dos fatores adubação e sombra.

Adubação	SOMBRA									dms
	30%			50%			70%			(5%)
Testemunha	31,90	cde	A	30,76	bc	A	25,33	e	B	3,58
N	29,27	e	B	34,96	ab	A	29,37	cde	B	3,58
P	34,45	abcd	A	28,70	c	B	27,91	de	B	3,58
K	31,52	de	A	32,44	abc	A	32,66	bc	A	3,58
NP	36,23	abc	A	28,76	c	B	29,73	bcde	B	3,58
NK	37,60	ab	A	30,52	bc	B	34,17	b	A	3,58
PK	33,40	bcde	A	31,12	bc	A	32,06	bcd	A	3,58
NPK	39,10	a	AB	36,02	a	B	41,37	a	A	3,58
dms (5%)	4,69			4,69			4,69			

Médias seguidas de letras minúsculas iguais, nas colunas, não diferem entre si.

Médias seguidas de letras maiúsculas, nas linhas, não diferem entre si.

Comparando-se os efeitos das adubações dentro de 30% de sombra, verificou-se que as maiores alturas da plantas corresponderam às adubações feitas com NPK, NK, NP e P, não diferindo significativamente entre si, embora as médias obtidas com aplicação de NK, NP e P, não diferiram da média obtida com a adubação de PK. Quanto às médias de altura observadas para as adubações com NP, P e PK e, inclusive a testemunha, as mesmas não apresentaram diferença significativa entre si, sendo que as médias obtidas com a aplicação de PK

e com a testemunha, não diferiram das alturas obtidas com a aplicação de potássio e nitrogênio isolados.

Observando-se os efeitos das adubações dentro de 50% de sombra, verificou-se que não houve diferença significativa entre altura de plantas adubadas com NPK, N e K e, esse grupo de plantas foi que apresentou as maiores alturas, sendo que as médias obtidas com a aplicação de nitrogênio e potássio isolados, não diferiram significativamente quando comparadas com as médias obtidas com as demais adubações, inclusive com a testemunha.

Comparando-se os efeitos das adubações dentro do sombreamento, verificou-se que com 70% de sombra, a maior média de altura corresponde às plantas adubadas com NPK, diferindo significativamente das demais. Por outro lado, observou-se que as médias obtidas com as adubações NK, K, PK e NP, respectivamente, não apresentaram diferenças significativas entre si, embora as alturas obtidas com K, PK e NP, não diferiram da aplicação isolada de N, que por sua vez, não diferiu da testemunha.

Observando-se os desdobramentos de sombra dentro de adubação, apresentados na **Tabela 9**, verificou-se que dentro da testemunha, as maiores médias de altura corresponderam aos sombreamentos de 30 e 50%, não apresentando diferença significativa entre si, entretanto, diferiram estatisticamente das médias obtidas com 70% de sombra. Dentro da aduba-

ção feita apenas com nitrogênio, verificou-se que a maior média correspondeu ao sombreamento de 50%, diferindo significativamente dos outros sombreamentos, os quais não diferiram entre si. Quando utilizou-se o fósforo isoladamente, observou-se que a maior média de altura correspondeu às plantas submetidas a 30% de sombra, diferindo significativamente daquelas submetidas a 50 e 70% de sombra, as quais não apresentaram diferenças significativas entre si. Dentro das adubações feitas com o potássio isolado e com PK, respectivamente, verificou-se que as alturas das plantas não foram influenciadas pelo sombreamento, pois não apresentaram diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade entre elas. Com a adubação de NP, a maior média de altura, foi observada com 30% de sombra, diferindo significativamente de 70 e 50%, que por sua vez, não diferiram entre si. Dentro da adubação cm NK, verificou-se que as maiores médias de altura das plantas, corresponderam a 30 e 70% de sombra, não diferindo entre si, entretanto, apresentaram diferença estatística quando comparadas às médias obtidas com 50% de sombra.

Finalmente, ao analisar-se o desdobramento de sombra dentro de adubação, verificou-se que com a adubação completa, ou seja, NPK, as maiores médias de altura das plantas, corresponderam a 70 e 30% de sombra, respectivamente, não havendo diferença significativa entre elas; muito embora a altura correspondente a 30% de sombra, não apresentou diferença estatística em relação à média referente a 50% de sombra.

Com o resultado final das comparações, pode-se sugerir que a adubação com NPK, quando combinada com 70% de sombra, seja a interação mais adequada a esta fase de desenvolvimento da planta, confirmando os resultados de EVANS & MURRAY (1953). Esses mesmos autores, comparando três clones de cacaueiros sob sombra artificial com intensidades luminosas de 100; 30; 30 e 15% e, considerando os tratamentos NPK 2^3, concluíram que a intensidade luminosa adequada para a fase de desenvolvimento dos cacaueiros estava situada em torno de 30%, correspondendo a 70% de sombra.

4.3. ÁREA FOLIAR

No estudo da variável área foliar, a análise de variância dos dados apresentou diferença significativa para o fator adubação e para a interação dos dois fatores, sombra x adubação, não apresentando diferença significativa para o fator sombra.

A **Tabela 10** apresenta os resultados das comparações de médias referentes aos efeitos das adubações.

Tabela 10. Teste de Tukey para médias de área foliar (dm^2) do fator adubação.

Adubação	Médias
NPK	5,84 a
NK	5,47 ab
K	4,61 bc
PK	3,97 cd
P	3,09 de
N	2,81 de
Testemunha	2,80 de
NP	2,75 e

dms (5%) = 1,22
Médias seguidas de letras iguais, não diferem entre si.

Na comparação das médias do fator adubação, verificou-se que as maiores áreas foliares corresponderam às plantas que receberam as adubações com NPK e NK, respectivamente, não havendo diferenças significativas entre elas. No entanto, a média obtida com a adubação NK não diferiu significativamente da área foliar obtida quando aplicou-se o potássio isoladamente, não diferindo da adubação com PK, que por sua vez, não diferiu das médias obtidas com as aplicações de P e N isolados, como também da testemunha, as quais diferiram estatisticamente da média obtida com a adubação NP.

Na **Tabela 11** são apresentados os resultados das comparações de médias referentes aos efeitos dos sombreamentos para a variável área foliar.

Tabela 11. Teste de Tukey para médias de área foliar (dm^2) do fator sombra.

Sombra (%)	Médias
50	4,03 a
30	3,87 a
70	3,86 a

dms (5%) = 0,57
Médias seguidas de letras iguais, não diferem entre si.

Como pode ser observado, não houve diferença significativa entre as médias ao nível de 5% de probabilidade, indicando que a área foliar não sofreu influência do sombreamento. Embora seja difícil atribuir os efeitos do sombreamento somente à intensidade luminosa, haja visto que a variação dessa luminosidade pode alterar, por exemplo, a temperatura do ar e da dolha, a umidade do ar e, conseqüentemente, o balanço hídrico da planta. No entanto, observou-se, que as plantas submetidas a valores intermediários de 50% de sombra apresentaram uma tendência para um maior crescimento de área foliar. Este resultado vem confirmar a observação de HIMME & PETIT (1957), de que valores intermediários de intensidade luminosa são os que influenciam mais favoravelmente a morfologia dos cacaueiros jovens, determinando máxima área foliar. Esta afirmação foi confirmada por BATISTA & ALVIM (1981), que observando plantas de cacaueiros submetidas a intensidades luminosas muito baixas ou elevadas, apresentaram, normalmente,

área foliar consideravelmente reduzida. Resultados semelhantes foram encontrados por VOLPE & PEDROSOS (1983) que estudando o efeito do sombreamento em mudas de cafeeiro, encontraram maiores áreas foliares em plantas submetidas a 50% de sombra quando comparadas a outros níveis.

A **Tabela 12** apresenta os resultados da comparação das médias referentes aos efeitos da adubação dentro do sombreamento e vice-versa.

Tabela 12. Comparação de médias pelo teste de Tukey, para a variável área foliar (dm^2), da combinação dos fatores adubação e sombra.

Adubação	SOMBRA						dms
	30%		50%		70%		(5%)
Testemunha	2,46 d	AB	3,91 ab	A	2,02 cd	B	1,61
N	1,72 d	B	4,33 ab	A	2,38 cd	B	1,61
P	3,73 bcd	A	2,99 b	A	2,56 cd	A	1,61
K	3,56 bcd	B	4,70 ab	AB	5,56 ab	A	1,61
NP	2,99 c	AB	3,51 b	A	1,74 d	B	1,61
NK	6,47 a	A	3,70 b	B	6,24 a	A	1,61
PK	4,70 abc	A	3,16 b	A	4,05 bc	A	1,61
NPK	5,30 ab	A	5,90 a	A	6,33 a	A	1,61
dms (5%)	2,11		2,11		2,11		

Médias seguidas de letras minúsculas iguais, nas colunas, não diferem entre si

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais, nas linhas, não diferem entre si.

Observando-se o desdobramento da adubação dentro de 30% de sombra, verificou-se que as plantas que apresentaram maiores médias de área foliar, foram adubadas com NK, NPK e PK, respectivamente, não apresentando diferenças estatísticas entre si, embora as médias obtidas com as adubações NPK e PK apresentaram comportamento semelhante aos efeitos das aplicações de fósforo e potássio isoladamente, os quais não diferiram significativamente do efieto da adubação com NP, que por sua vez não diferiu da testemunha, bem como da aplicação de N isolado.

Dentro de 50% de sombra, verificou-se que, embora não tenha havido diferença significativa entre as médias obtidas com as adubações NPK, K, N e, inclusive com a testemunha, o efeito da adubação com NPK foi o que apresentou, relativamente, as maiores médias de área foliar. Observou-se ainda que as médias obtidas com as aplicações de K e N, isoladamente, e com a testemunha, não apresentaram diferenças significativas entre si, como também não diferiram significativamente das médias obtidas com as demais adubações.

Finalmente, observando-se o desdobramento da adubação dentro de 70% de sombra, verificou-se que as plantas que apresentaram maiores médias de área foliar, foram aquelas submetidas às adubações com NPK, NK e com K isolado, não apresentando diferenças significativas entre si. No entanto, as médias obtidas com a aplicação isolada de K, apresentaram um

comportamento semelhante aos efeitos da adubação com PK, que por sua vez, não diferiu dos efeitos das aplicações isoladas de P e N e da testemunha, que juntos não diferiram significativamente dos efeitos da adubação com NP.

Analisando-se os desdobramentos de sombra dentro de adubação, verificou-se que dentro da testemunha, as plantas que apresentaram as maiores médias de área foliar, corresponderam àquelas submetidas aos sombreamentos de 50 e 30%, respectivamente, não apresentando diferença significativa entre si. Entretanto, as médias obtidas com 30% de sombra não diferiram estatisticamente daquelas obtidas com 70% de sombra. Comportamento semelhante foi encontrado quendo se analisou o desdobramento dentro da adubação com NP. Dentro das adubações feitas com P isolado, com PK e com NPK, observou-se que a área foliar não sofreu influência dos sombreamentos, pois não apresentaram diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade entre elas.

Verificou-se, ao serem analisados os efeitos dos sombreamentos dentro da adubação isolada com K, que as plantas que apresentaram as maiores médias de área foliar foram aquelas submetidas aos sombreamentos de 70 e 50%, respectivamente, não diferindo estatisticamente entre si, ainda que os efeitos dos 50% de sombra não apresentasse diferença significativa em relação aos efeitos dos 30% de sombra. Dentro da adubação feita apenas com N, verificou-se que as maiores mé-

dias de área foliar correspondeu às plantas submetidas a 50% de sombra, diferindo significativamente das demais.

Finalmente, dentro da adubação com NK, observou-se que as maiores médias de área foliar correspondeu às plantas submetidas aos sombreamentos de 30 e 70%, respectivamente, não apresentando diferenças significativas entre si, e ambas diferiram significativamente das médias obtidas com 50% de sombra.

4.4. Peso da Matéria Seca Total das Plantas

No estudo da variável peso da matéria seca total das plantas, a análise da variância dos dados apresentou diferença significativa para o fator adubação, para o fator sombra, bem como para a interação adubação x sombra. Através do teste de Tukey, efetuou-se o estudo das comparações das médias.

Na **Tabela 13** são apresentados os resultados das comparações de médias referentes aos efeitos das adubações.

Tabela 13. Teste de Tukey para médias de peso da matéria seca total das plantas (g) do fator adubação.

Adubação	Médias
NPK	7,29 a
NK	6,53 a
K	5,44 b
PK	5,41 b
N	4,59 bc
NP	4,44 bc
P	4,39 c
Testemunha	3,86 c

dms (5%) = 1,02

Médias seguidas de lestras iguais, não diferem entre si.

Comparando-se esses resultados, verificou-se que as maiores médias para peso da matéria seca, corresponderam às plantas adubadas com NPK e NK, respectivamente, não havendo diferenças significativas entre elas, as quais diferiram significativamente das demais. Quanto às médias obtidas com as adubações K, PK, N e NP, as mesmas não apresentaram diferenças significativas entre si, entretanto, os efeitos da aplicação de N isolado e da associação NP, não apresentaram diferença estatística, quando comparados aos efeitos da aplicação de P como também da testemunha.

Estes resultados diferem dos obtidos por CAMPOS (1982), que ao analisar a fertilidade de alguns solos da Amazônia, através de ensiaos conduzidos em casa de vegetação

com plantas de cacau, verificou que em solo semelhante ao utilizado neste experimento, a omissão de N de uma adubação completa (N, P, K, Ca, Mg, S, Zn e B), usada em seu experimento, proporcionou uma maior produção de matéria seca em ralação à utilização da fórmula completa. Provavelmente, as diferenças relativas ao material genético, aos elementos adicionados a NPK e às condições experimentais adotadas, sejam os fatores responsáveis pelos resultados obtidos.

Os resultados das comparações de médias referentes aos efeitos dos sombreamentos, para a variável peso da matéria seca da planta, estão apresentados na **Tabela 14.**

Tabela 14. Teste de Tukey para médias de peso da matéria seca total das plantas (g), do fator sombra.

Sombra (%)	Médias
70	5,52 a
50	5,31 ab
30	4,89 b

dms (5%) = 0,48
Médias seguidas de letras iguais, não diferem entre si.

Na comparação das médias entre os efeitos do sombreamento, verificou-se que as maiores médias para o peso da matéria seca, corresponderam às plantas submetidas aos sombreamentos de 70 e 50%, respectivamente, não apresentando diferenças significativas entre si. Entretanto, as médias obti

das com 50% de sombra não diferiram significativamente das médias obtidas com 30% de sombra.

BATISTA & ALVIM (1981), observando plantas jovens de cacau submetidas a 40; 64; 79 e 80% de sombra, concluíram que o maior acúmulo de matéria seca ocorreu, em valores absolutos, em plantas crescidas sob 40 e 64% de sombra, em relação aos valores obtidos com as plantas submetidas a 79 e 80% de sombra, respectivamente, não se observando, dessa maneira, a mesma tendência observada neste experimento.

A **Tabela 15** apresenta os resultados da comparação das médias referentes aos efeitos da adubação dentro do sombreamento e vice-versa.

Tabela 15. Comparação de médias pelo teste de Tukey, para a variável peso da matéria seca total (g), da combinação dos fatores adubação e sombra.

Adubação	SOMBRA						dms
	30%		50%		70%		(5%)
Testemunha	3,64 d	A	4,48 bc	A	3,45 c	A	1,38
N	3,70 cd	B	5,94 ab	A	4,14 c	B	1,38
P	4,53 bcd	A	3,98 c	A	4,65 bc	A	1,38
K	4,30 cd	B	5,62 abc	AB	6,39 ab	A	1,38
NP	4,33 cd	A	4,89 bc	A	4,11 c	A	1,38
NK	6,28 ab	B	5,49 bc	B	7,82 a	A	1,38
PK	5,43 abc	AB	4,71 bc	B	6,11 ab	A	1,38
NPK	6,95 a	A	7,39 a	A	7,53 a	A	1,38

Médias seguidas de letras minúsculas iguais, nas colunas, não diferem entre si.

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais, nas linhas, não diferem entre si.

Comparando-se os efeitos das adubações dentro de 30% de sombra, verificou-se que os maiores peso da matéria seca correspondeu às plantas adubadas com NPK, NK e PK, respectivamente, não apresentando diferenças significativas entre si, embora as médias obtidas com as adubações NK e PK não diferiram dos resultados obtidos com a aplicação isolada de P, a qual apresenta um comportamente semelhante ao das demais adubações, como também da testemunha.

Dentro de 50% de sombra, verificou-se que as plantas que apresentaram as maiores médias de peso da matéria seca, foram adubadas com NPK, N e K, não apresentando diferenças significativas entre si, embora as médias obtidas com as aplicações de N e K, isoladamente, não diferiram sgnificativamente das médias obtidas com as adubações NK, NP e PK e, com a testemunha, as quais apresentaram comportamento semelhante ao da aplicação isolada de P.

Finalmente, dentro de 70% de sombra, verificou-se que os maiores pesos da matéria seca corresponderam às plantas adubadas com NK, NPK, K e PK, não diferindo significativamente entre si, embora as médias obtidas com a aplicação de K e PK, não diferiram da média obtida com a aplicação de P, a qual não diferiu das demais adubações, inclusive da testemunha, que aprsentou a menor média.

Comparando-se os efeitos do sombreamento dentro de adubação, verificou-se que os pesos da matéria seca ob

tidos, respectivamente, com as adubações NPK, NP e P, e, inclusive com a testemunha, não sofreram influência do sombreamento, pois não apresentaram diferenças significativas entre si, ao nível de 5% de probabilidade. Dentro da adubação feita apenas com N, observou-se que o maior peso de matéria seca correspondeu às plantas crescidas sob 50% de sombra, diferindo significativamente daquelas submetidas a 30 e 70% de sombra, as quais não diferiram estatisticamente entre si. Na avaliação dos efeitos da sombra dentro da adubação com K isolado, verificou-se que as plantas que proporcionaram os maiores peso de matéria seca foram aquelas submetidas a 70 e 50% de sombra, não apresentando diferenças significativas entre si, embora os resultados obtidos com 50%, não diferiram estatisticamente dos efeitos obtidos com 30% de sombra. Dentro da adubação com NK, observou-se que o maior peso da matéria seca foi proporcionado pelas plantas submetidas a 70% de sombra, diferindo significativamente das demais.

Finalmente, dentro da adubação com PK, verificou-se que as plantas que proporcionaram os maiores peso de matéria seca, foram aquelas submetidas a 70 e 30% de sombra, não diferindo significativamente entre si, embora os resultados a 30% de sombra não apresentassem diferencas significativas em relação aos efeitos dos 50% de sombra.

5. CONCLUSÕES

Para o presente trabalho, as análises e a interpretação dos resultados permitem as seguintes conclusões:

a) O sombreamento influiu na formação das mudas;

b) A utilização de um sombreamento na faixa de 70 e 50% de sombra, possibilita a obtenção de um melhor desenvolvimento das mudas;

c) A adubação é imprescindível na formação das mudas;

d) As mudas que receberam a adubação completa (NPK) apresentam maior área foliar, maior peso da matéria seca, maior diâmetro e altura do caule;

e) A adubação completa com NPK, combinada com 70% de sombreamento é a interação mais adequada para esta fase de desenvolvimento da planta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHENKORAH, Y. & AKROFI, G.S. Amazon cocoa (*Theobroma cacao* L.) shade and manurial experiment (K_2-01) at the Cocoa Research Institute of Ghana. I. First five years. Agronomy Journal, Madison, 60(6): 591-4, 1968.

ALVIM, P.T. A sombra e adubação na cultura do cacaueiro. Cacau Atualidades, Itabuna, 9(11): 2-5, 1972.

ALVIM, P.T. Cacao. In: ALVIM, P.T. & KOZLOWSKI, T.T., ed. Ecophysiology of tropical crops. New York, Academic Press, 1977. p.279-313.

BATISTA, L.P. & ALVIM, R. Efeitos da intensidade luminosa e do genótipo sobre o crescimento em altura do fuste do cacaueiro. Revista Theobroma, Ilhéus, 11(1): 61-76, 1981.

BRAUDEAU, J. El cacao. 2.ed. Barcelona, Blume, 1978. 297p.

CABALA-ROSAND, P. et alii. Deficiências minerais e efeitos da adubação na região cacaueira da Bahia. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE PESQUISAS EM CACAU, 2., Salvador, 1967. Memórias. Ilhéus, CEPLAC, 1969. p.436-42.

CABALA-ROSAND, P.; MIRANDA, E.R. de; PRADO, E.P. do Efeito da remoção de sombra e da aplicação de fertilizantes sobre a produção do cacaueiro da Bahia. Cacao, San Jose, 15 (1): 1-10, 1970.

CABALA-ROSAND, P.; SANTANA, M.B.M.; MIRANDA, E.R. de; SANTANA, C.J.L. Exigências nutricionais e fertilização do cacaueiro. Ilhéus, CEPLAC/CEPC, 1975. 59p. (Boletim Técnico, 30).

CAMPOS, A.X. de. Avaliação de solos cacaueiros da Amazônia. Belém, CEPLAC, DEPEA, 1982. 17p. (Comunicado Técnico, 22).

CUNNINGHAM, R.K. What shade and fertilizers are need for good cacao production? Cacao Growers Bulletin, 1: 11 - 6, 1963.

CUNNINGHAM, R.K. & ARNOLD, P.W. The shade and fertilizer requirements of cacao (*Theobroma cacao*) in Ghana. Journal of the Science of Food and Agriculture, Essex, 13: 213-21, 1962.

CUNNINGHAM, R.K. & BURRIDGE, J.C. The growth of cacao (*Theobroma cacao*) with and without shade. Annals of Botany, London, 24(96): 458-62, 1960.

EGBE, N.E. & OMOTOSO, T.I. Nutriction of cacao in Nigeria. Ibadan, Nigeria Cocoa Research Institute, 1971. p.78-95.

EPSTEIN, E. Nutrição mineral das plantas; princípios e perspectivas. Trad. de E. Malavolta. São Paulo, EDUSP, 1975. 341p.

EVANS, H. & MURRAY, D.B. A shade fertilizer experiment on young cacao: progress report. In: IMPERIAL COLLEGE OF TROPICAL AGRICULTURE. Report on cacao research 1945/1951. St. Augustine, Imperial College, 1953. p.67-76.

GARCIA, J.J.S.; MORAIS, F.I.O.; ALMEIDA, L.C. de; DIAS, J. C. Sistema de produção do cacaueiro na Amazônia brasileira. Belém, CEPLAC/DEPEA, 1985. 118p.

GEUS, J.G. de. Fertilizer guide for tropical and subtropical farming. Zurich, Center d'Etude de l'Azote, 1967. 727p.

HARDY, F. La sombra del cacao en relación con la intercepción de la iluvia. Turrialba, San Jose, 12(2): 80-6, 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 CONFECTION ALLIANCE, London, 1957. Report. London, 1957. p.227-41.

KHOO, K.T.; CHEW, P.S.; CHEW, E. Fertilizer responses of cocoa, on coastal soils in Peninsular Malaysia. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COCOA AND COCONUTS, Kuala Lumpur, 1978. Proceedings. Kuala Lampur, The Incorporated Society of Planters, 1980. p.208-20.

LOUÉ, A.; VERLIÉRE, G.; LAY, L. Recherches sur la nutrition minerale et la fertilization du cacaoyer, et étude des sols de cacaoyers de Côte d'Ivoire. In: INTER-AMERICAN CACAO CONFERENCE, 8., Trinidad and Tobago, 1960. Proceedings. Port of Spain, Government of Trinidad and Tobago, 1960. p. 334-44.

MARIANO, A.H. Relaciones entre algunas medidas de vigor y producción en cacao. Turrialba, Costa Rica, IICA. 42 p. (Tesis Ms. IICA).

MURRAY, D.B. 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.

MURRAY, D.B. Factors affecting the shade-nutrition interaction in cacao. In: CONFERENCE INTERNATIONALE SUR LES RECHERCHES AGRONOMIQUES CACAOYERES, Abdijan, 1965. p.109-13.

MURRAY, D.B. & NICHOLS, R. Light, shade, and growth in sometropical plants. In: BAINBRDGE, R.; EVANS, G.C.; RACKHAM, O., ed. Light as an ecological factor. Oxford, 1966. p. 249-63.

OPOKU, A.A. & JORDAN, D. Comparison of ground cover plants during establishment of cocoa on clear-selled land in Ghana. Experimental Agriculture, 4(1): 77-86, 1968.

REIS, G.G. & MULLER, M-W. Análise de crescimento de plantas; mensuração de crescimento. Belém, FCAP Serviço de Documentação e Informação, 1979. 39p. (FCAP. Informe Didático, 1).

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 cacaueiros. Belém, CEPLAC, 1981. 27p. (Comunicado Técnico, 21).

SILVA, L.F. da. Solos para cacau. In: CURSO INTERNACIONAL DE CACAU, 4., Ilhéus, 1979. Ilhéus, CEPLAC, 1979. 28p.

SOUZA, J. de.; GARCIA, J.R.; MIDLES, P.R.M.; MULLER, M.W. Determinação da idade ideal para transplantio de mudas do cacaueiro. CEPEC. Informe Técnico, 1979. p.224-5.

THEOH, C.H. Cocoa nursery manuring investigations. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COCOA AND COCONUTS, Kuala Lumpur, 1978. Proceedings. Kuala Lumpur, The Incorporated Society of Planters, 1980. p.193-207.

THEOH, K.C. & RAMADASAN, K. Effect of potting media composition on growth and development of young cocoa and coconuts. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COCOA AND COCONUTS, Kuala

THEOH, K.C. & RAMADASAN, K. Effect of potting media composition on growth and development of young cocoa and coconuts. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COCOAR AND COCONUTS, Kuala Lumpur, 1978. Proceedings. Kuala Lumpur, The Incorporated Society of Planters, 1980. p.179-91.

THEOH, C.H.; CHANG, A.K.; CHONG, C.F. Fertilizer an soil amelioration trials on inland and coastal soil in Malaysia. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COCOA AND COCONUTS, Kuala Lumpur, 1984. 21p.

VERLIÉRE, G. Un essaid d'engrais sur cacaoyers en Côte d'Ivoire, amelioration des rendements par la fumure minerale et rentabilité. In: CONFERENCE INTERNATIONALE SUR LES RECHERCHES AGRONOMIQUES CACAOYÉRES, Abdijan, 1965. p.74-81.

VOLPE, C.A. & PEDROSO, P.A.C. Estudos sobre a adaptação de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L. cv. Mundo Novo) ao sombreamento. I. Fase de viveiro. Científica, São Paulo, 11(1): 15-22, 1983.