

ESTUDO DE INDICES DE CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE PARA SELEÇÃO
JUVENIL EM HIBRIDOS DE CACAU

Tese de Grau
Magister Scientiae

João Reis Garcia



INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS DA OEA
Centro Tropical de Ensino e Pesquisa
Departamento de Cultivos e Solos Tropicais
Turrialba, Costa Rica
Julho, 1973

ESTUDO DE ÍNDICES DE CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE PARA
SELEÇÃO JUVENIL EM HÍBRIDOS DE CACAU

Tese

Apresentada ao Conselho da Escola para Graduados
como requisito parcial para optar ao grau de

Magister Scientiae

no

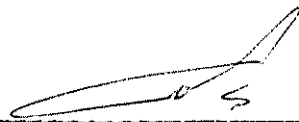
Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas da OEA

APROVADA:



Jorge Soria, Ph.D.

Conselheiro



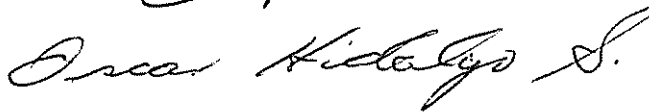
Gilberto Páez, Ph.D.

Comitê



José Fargas, Ph.D.

Comitê



Oscar Hidalgo-Salvatierra, Ph.D.

Comitê

Julho, 1973

DEDICATORIA

A minha esposa Jandyra com amor

A minhas filhas com carinho

A memoria de Danielle

AGRADECIMENTOS

O autor agradece ao Dr. Jorge Soria Vasco, Conselheiro Principal pelas facilidades recebidas para conclusão do trabalho. Aos doutores José Fargas e Oscar Hidalgo-Salvatierra, membros do seu comitê conselheiro. Ao Dr. Gilberto Páez pela revisão da tese, dedicação desinteressada e cuja ajuda foi valiosa para eliminação de muitos obstáculos para levar a bom fim este trabalho. Deixa também testemunho do agradecimento que o autor deve ao Dr. Oliver Deaton por sua espontânea, desinteressada e efetiva ajuda prestada na revisão da tese.

Ao Secretario Geral e Superintendente Técnico Geral da CEPLAC pela confiança e facilidades com que premiarão o autor proporcionando o seu ingresso no IICA através do convênio CEPLAC/IICA.

Aos garotos eficientes do Centro de Estatística e Computação.

A todos meus professores e companheiros de estudo e amigos de Turrialba. A todos eles meu muito obrigado.

A minha esposa pela **compreensão** e ajuda nos momentos difíceis.

BIOGRAFIA

O autor nasceu em Ilhéus, Bahia, Brasil em 27 de setembro de 1933. Realizou seus estudos primários em Ibicarai, Bahia, e secundários em Salvador no Colegio Maristas. Seus estudos universitários foram realizados na Escola Agronomica da Bahia, Brasil, graduando-se Engenheiro Agrônomo em 1959. Em 1960 trabalhou no Instituto de Imigração e Colonização, desempenhando a função de assistente técnico do Núcleo Colonial.

Em fevereiro de 1963 ingressou na Comissão Executiva do Plano de Recuperação Economico Rural da Lavoura Cacaueira, para trabalhar na Divisão de Genética e Melhoramento onde permanece até hoje.

Em setembro de 1971 ingressou no Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas da OEA, em Turrialba, Costa Rica, para realizar seus estudos de graduado no Departamento de Cultivos e Solos Tropicais, concluindo em julho de 1973.

CONTEÚDO

| | <u>Página</u> |
|---|---------------|
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA | 3 |
| 2.1. Medidas fisiológicas do crescimento | 3 |
| 2.2. Medidas morfológicas | 4 |
| 2.3. Medidas genéticas | 7 |
| 3. MATERIAIS E MÉTODOS | 9 |
| 3.1. Localização | 9 |
| 3.2. Material experimental | 9 |
| 3.3. Equipamentos para invernadeiro, laboratório e campo | 10 |
| 3.4. Procedimento experimental | 10 |
| 3.4.1. Polinizações | 10 |
| 3.4.2. Delineamento do experimento | 12 |
| 3.4.3. Medição de radiação solar e intensidade luminosa | 13 |
| 3.5. Medições realizadas nas variáveis de resposta | 14 |
| 3.5.1. Medidas em sementes | 14 |
| 3.5.2. Medições realizadas em plantas jovens | 16 |
| 3.5.3. Dados coletados em plantas adultas na "Fazenda La Lola" | 18 |
| 3.6. Análise de informação | 19 |
| 3.6.1. Análise preliminar | 19 |
| 3.6.2. Análise de relação | 20 |
| 3.6.3. Análise genético | 20 |
| 4. RESULTADOS | 24 |
| 4.1. Variação da característica peso de sementes | 24 |
| 4.2. Variação das características estudadas em plantas jovens | 25 |
| 4.2.1. Altura das plantas | 25 |
| 4.2.2. Diâmetro do caule | 26 |
| 4.2.3. Número de fôlhas | 27 |
| 4.2.4. Peso seco total das plantas | 27 |
| 4.2.5. Área foliar | 28 |
| 4.2.6. Razão da área foliar | 29 |
| 4.2.7. Razão de peso foliar | 30 |

| | <u>Página</u> |
|--|---------------|
| 4.2.7. Razão do pêsso foliar | 30 |
| 4.2.8. Índice de crescimento relativo | 31 |
| 4.2.9. Índice de assimilação neta | 32 |
| 4.3. Energia luminica e intensidade de luz atuantes . | 36 |
| 4.4. Variáveis medidas em plantas adultas | 37 |
| 4.4.1. Densidade foliar em plantas adultas | 37 |
| 4.4.2. Volume de plantas | 38 |
| 4.4.3. Rendimento em número de frutos | 39 |
| 4.5. Correlação entre as variáveis independentes e rendimento | 40 |
| 4.6. Estimativa de habilidade genéticas baseada em características de plantas jovens | 47 |
| 4.7. Estimativa dos componentes da variancia baseada em características de plantas jovens | 50 |
| 5. DISCUSSÃO | 53 |
| 6. CONCLUSÕES | 64 |
| 7. RESUMO | 66 |
| 7a. SUMMARY | 68 |
| 8. LITERATURA CITADA | 70 |
| APÊNDICE | 75 |

LISTA DE QUADROS

| Quadro Nº | | <u>Página</u> |
|-----------|--|---------------|
| 1 | Principais características das variedades (17). | 10 |
| 2 | Equipamento usado em invernadeiro, laboratório e campo | 11 |
| 3 | Cruzamento dialélico incompleto (menos as autofecundadas) com quatro clones de cacau | 13 |
| 4 | Variáveis medidas e geradas usadas como índices de produtividade | 15 |
| 5 | Esquema de partição dos GL de acôrdo ao modêlo dialélico sem incluir as linhas endocriadas ... | 21 |
| 6 | Análise da variancia preliminar das variáveis de crescimento em 12 híbridos de cacau | 33 |
| 7 | Médias (\bar{X}) e desvios padrões (s) para as variáveis de crescimento medidas em plantas jovens de cacau | 34 |
| 8 | Valores médios de tãxas de incremento (E) e desvios padrões (s) para as variáveis de crescimento medidas em plantas jovens (acrescentado 10^3) | 35 |
| 9 | Dados relativos a radiação solar em cal/cm ² /dias durante os meses de outubro a dezembro de 1972 e janeiro a março de 1973, em ambiente de invernadeiro..... | 36 |
| 10 | Médias de radiação solar em cal/cm ² /dia durante os intervzlos de tempo usado em medidas de crescimento de plantas em 12 híbridos de cacau | 37 |
| 11 | Médias (\bar{X}) e desvios padrões (s) das mensurações de Densidade Foliar, Volume e Rendimento em híbridos de cacagueiros adultos | 38 |
| 12 | Análise da variancia preliminar para Volume, Índice de Area Foliar e Rendimento em quatro híbridos de cacau | 39 |

| Quadro Nº | | <u>Página</u> |
|-----------|--|---------------|
| 13 | Matriz de correlação entre índices de crescimento de plantas jovens e adultas | 45 |
| 14 | Análise da variancia para as variáveis medidas em 12 híbridos de cacau | 48 |
| 15 | Componentes da variancia medidos para habilidades genéticas e efeito ambiental | 51 |

LISTA DE FIGURAS

| Figura Nº | | <u>Página</u> |
|-----------|---|---------------|
| 1 | Curva de relação do Comprimento x Largura com a Área Foliar de 12 híbridos de cacau | 17 |
| 2 | Curva do crescimento da Altura (A) em cm de 12 híbridos de cacau | 41 |
| 3 | Curva de crescimento de Diâmetro (D) em mm de 12 híbridos de cacau | 41 |
| 4 | Curva de crescimento do Número de Fôlhas de 12 híbridos de cacau | 41 |
| 5 | Variação de Materia Seca (MS) com relação a idade em 12 híbridos de cacau | 42 |
| 6 | Variação de Área Foliar (AF) com relação a idade em 12 híbridos de cacau | 42 |
| 7 | Variação da Razão da Área Foliar (RAF) com a idade das plantas em 12 híbridos de cacau .. | 43 |
| 8 | Variação da Razão do Pêso Foliar (RPF) com a idade das plantas em 12 híbridos de cacau .. | 43 |
| 9 | Variação do Índice de Crescimento Relativo com a idade das plantas em 12 híbridos de cacau (acrescentado 10^2) | 43 |
| 10 | Variação do Índices de Assimilação Neta com a idade das plantas em 12 híbridos de cacau (acrescentado 10^3)..... | 43 |
| 11 | Correlograma da produtividade econômica com algumas características de crescimento | 46 |
| 12 | Influencia das habilidades genéticas sobre variáveis de crescimento em plantas jovens de cacau | 52 |

1. INTRODUÇÃO

Quando se deseja realizar seleção em plantas para alto rendimento, intencionalmente procura-se selecionar aquelas que apresentam maior desenvolvimento vegetativo e bom aspecto de sanidade para serem futuros pais num programa de melhoramento genético. Em cultivos anuais, a comprovação dos resultados pode ser obtida em curto prazo testando, em ensaios sucessivos as progênies resultantes. Também em cultivos perenes são empregados os mesmos métodos, porém, a comprovação dos resultados demanda longo tempo que nem sempre são coroados de êxito por diferentes obstáculos de ordem técnica e prática.

O mais viável neste particular será, procurar introduzir um método ou métodos que possam comprovar a existência de uma associação entre caracteres associados ao vigor juvenil das plantas e sua habilidade de rendimento futuro. Desta maneira, se poderia dar uma ajuda efetiva aos programas de melhoramento de plantas perenes permitindo identificar e selecionar plantas jovens que mostrem os caracteres associados com a habilidade de alta produção.

A exemplo de outros cultivos, também em cacau se há determinado que algumas características como diâmetro do tronco e altura da planta podem servir como medidas juvenis para eleição de árvores de boa produtividade quando medidas em plantas de 1,5 a 3 anos de idade (40). Como nesse cultivo não se há estudado em detalhe o uso de outros índices de crescimento, com o presente trabalho tratou-se de identificar outros índices que se associam com a produção futura. Com êste fim, se usou plantas jovens e adultas dos mesmos cruzamentos, dispondo das árvores adultas os dados de produção.

Na realidade existe dificuldade de ordem técnica quando se trata de fazer previsões de rendimento com características de uma fase do desenvolvimento da planta: fase semente, fase planta jovem e fase planta adulta. Varios fatores podem contribuir para que os resultados da trilogia, semente-planta jovem -planta adulta sôfra alterações incapazes de ser controladas. O ideal seria, poder conhecer diretamente o comportamento de uma planta adulta a partir simplesmente da análise das características da semente que lhe dará origem. Se isto não é possível, pelos menos procurar a ponte de previsão entre características da planta jovem e planta adulta. Por último poderia-se tentar construir a ponte: semente-planta jovem; planta jovem-planta adulta e por dedução, semente-planta adulta.

Os objetivos específicos procurados nesta investigação foram os seguintes:

- 1) Determinar alguns índices de produtividade biológica em híbridos de cacau de genotipos conhecidos por altos e baixos rendimentos.
- 2) Determinar a influencia exercida pelos índices que contribuem para a produtividade biológica da planta, sobre a produtividade econômica.
- 3) Determinar a habilidade genética dos híbridos através dos índices de crescimento, sobre a produtividade econômica.
- 4) Selecionar alguns destes índices mais fortemente associados com a produtividade econômica, para serem usados em seleção juvenil de cacau.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Medidas fisiológicas do crescimento

Para estudar as relações entre as características de crescimento e o rendimento em plantas cultivadas, em 1919 Blackman demonstrou a possibilidade de efetuar um análise detalhado mediante a interpretação de dados, tais como pêso sêco, área foliar etc. Partindo dos trabalhos de Blackman e outros, desenvolveu-se uma técnica conhecida como Análise de Crescimento (52). Esta técnica basea-se principalmente nos mesmos componentes básicos, pêso sêco e área foliar da planta. Aplicando medidas de Intensidade Fotossintética, Intensidade de Assimilação e Índice de Área Foliar em diferentes plantas, dentro e entre espécies de algodoeiros Maramoto et al (29) propoem que um refinamento nestas medidas de crescimento, provavelmente subministre novos conhecimentos para desenvolver criterios de seleção de plantas de mais alto rendimento. Trabalhando com três variedades de café, Alvim (2) não encontrou diferenças significativas em Intensidade de Assimilação Neta, porém, duas das variedades foram superiores em Intensidade de Crescimento Relativo e em Área Foliar. Também em cacau, Grangier e Alvim (21) em um estudo usando os cultivares Catongo, Comun e o híbrido demonstraram que devido a capacidade do Catongo e o híbrido para desenvolver a área foliar mas rápido que o Comun, existe naqueles uma potencialidade maior de rendimento. Estas conclusões foram extraídas de resultados de produção de plantios econômicos. Realizando comparações de crescimento, em produção foliar, área foliar, altura do talo, e pêsos frescos e sêcos em quatro variedades de cacau Oyebade (33)

encontrou diferenças entre variedades obtendo um IAN superior para os híbridos. Porém, Vello (45) é de opinião que se deva trabalhar com grande número de plantas para que IAN e ICR sejam confiáveis para estimar vigor em plantas de cacau.

O fator ambiental parece exercer marcada influência sobre o desenvolvimento e produção dos cultivos. Guiscafre-Arrillaga e Gomez (22) demonstraram que a radiação solar, crescimento e produção em cafeeiros estão negativamente correlacionados, isto é, enquanto a radiação solar aumenta o crescimento e a produção diminuem. Segundo os resultados obtidos, uma radiação solar média anual de $53.143,20 \text{ cal/g/cm}^2$ foi a ótima encontrada para melhor crescimento do café. Estes resultados não foram confirmados por Alvim (2) que observou melhor desenvolvimento do cafeeiro quando as plantas foram cultivadas sem sombra.

2.2. Medidas morfológicas

Outras medidas de crescimento são usadas também para avaliar rendimento em plantas cultivadas; Machado (27) encontrou correlação positiva entre a circunferencia do talo, área transversal do talo e a produção de cafeeiros jovens, sem sombra. Há uma significativa relação entre o vigor, medido pelo diametro do caule, e a precocidade das plantas e árvores propagadas. O diametro é portanto um efetivo parametro de seleção para vigor durante o periodo de invernadeiro, podendo-se pre-escolher plantas potencialmente precoces em base ao vigor demonstrado (47). Já anteriormente, Ngatchou e Lotode (31) tomando medidas de diametro do caule aos 12 e aos 22 meses de idade em um ensaio comparativo de híbridos de cacau, verificou que existe uma correlação

positiva e significativa entre a precocidade das famílias e seu diâmetro medio; e que a correlação é mais forte a 22 que a 12 meses. Em macieira, Waring (51) encontrou alto grau de correlação entre circunferencia do tronco e produção de frutos; porém em alguns casos, um tratamento ou uma variedade agrupada com outra, mostrava correlação e em outros casos não. Segundo êle, uma simple variedade não é confiável para mostrar o mesmo grau de correlação em diferentes localidades geográficas.

Em cacau, Glendinning (19) depois de encontrar estreita correlação entre diametro do talo em plantas jovens e produção das árvores, enfatiza que o aumento de 1-2 cm no diametro por ano no caule das plantas, corresponde um aumento aproximado de 1.600 lbs por acre/ano na capacidade de produção, e uma vez que as plantas entram em plena produção já não tem grande importância o diametro do tronco. O coeficiente de correlação entre diametro do tronco e rendimento decresce progressivamente com a idade da planta (10). Segundo Soria (40), o diametro é a melhor medida usavel em plantas de 1 a 3 anos de idade e aparentemente aparecem as diferenças reais de crescimento entre 6 meses a 2 anos de idade. Glendinning (18) chegou a conclusão de que os híbridos com maior vigor de crescimento quando jovens foram os mais produtivos quando adultos. Depois de averiguar em árvores adultas melhor correlação com rendimento Mariano (28) encontrou que o diametro medido a 0,30 m do solo no segundo ano de vida da planta foi a mais relacionada com a capacidade produtiva da árvore.

Em um ensaio em que foi relacionado número de frutos coletados nos primeiros três anos de produção e diametro do tronco das plantas

até os quatro anos Soria e Esquivel (41) observaram que a precocidade das plantas foi altamente correlacionada com o crescimento do tronco e produção acumulada, e ainda, que a precocidade foi transmitida geneticamente dos clones amazonicos. Ratificando, Reyes (38) em um ensaio com progênies derivadas de cruzamentos entre diversos tipos de cacau, encontrou intimas associações no vigor em diametro, número de folhas das plantas e precocidade de produção, particularmente naqueles cruzamentos que entrava material amazonico como um dos progenitores. A origem dos pais influi bastante sobre o crescimento das plantas (45). Por outro lado, Enriquez et al (16) em um estudo de plantas híbridas de cacau usando altura e diametro como medidas de vigor e precocidade em base a rendimento por parcelas, não encontraram nenhuma relação entre vigor das plantas e precocidade, afirmando ainda, que alguns cruzamentos que se apresentaram como muito vigorosos foram deficientemente rendosos, e aqueles mais precoces apresentaram um modesto lugar na escala de vigor.

Ainda em cacau Ascenco e Bartley (8) encontraram associação positiva entre altura e diametro com pêsco sêco das plantas jovens, cujas características medidas podem ser usadas com igual efeito em crescimento de plantas. Acham êles, que talvez a altura subministre melhor informação de grandeza que o diametro, porém, a associação das duas medidas se complementam para um criterio de seleção. Também em outro experimento levado a cabo em Nigeria onde se comparou medidas de crescimento e atributos de rendimento, os coeficientes de correlação obtidos indicaram que a altura das plantas, número de folhas, pêsco sêco dos componentes, precocidade e magnitude de produção de frutos,

pêso úmido ou sêco das sementes são todos índices confiáveis para avaliar o comportamento de um cultivar de cacau (10).

2.3. Medidas genéticas

Em um programa de melhoramento principalmente com plantas perenes é necessário que se produza variedades para a formação de híbridos de boas características agrônômicas e de alto rendimento. O valor de uma variedade só é estimado quando se conhece o seu comportamento em combinações híbridas, isto é, em base a sua habilidade combinatoria. Um método rápido e adequado do melhoramento para rendimento seria o uso de pais por sua habilidade combinatoria geral (11, 14).

Sprague e Tatum (42) definiram habilidade combinatoria geral como o comportamento medio de uma linha em suas combinações híbridas. E a habilidade combinatoria específica representa aqueles casos em que certas combinações se comportam relativamente melhores ou piores do que poderia esperar-se em base ao comportamento médio das linhas envolvidas.

A habilidade materna de uma linha é definida como os efeitos pre e posnatal, sendo cada uma, mais função do genotipo da linha que dos gens transmitidos à progênie fêmea da linha (35). E habilidade ligada ao sexo como os efeitos genéticos que existem además da genética aditiva, maternal e específica que se mede por diferenças entre cruzamentos recíprocos depois de haver sido estimada a diferença em habilidade combinatoria materna (35).

Kempthorne (26), considerando o valor genotípico determinado pelos gens em um locus visualiza, a causa do efeito materno como geneti-

camente definido. O autor, supõe que o valor genotípico de um indivíduo se determina aditivamente por efeitos conjuntos dos gens do indivíduo e por efeito do genotipo materno. Considera o autor que o meio ambiente poderia ser concebido como incluindo o meio maternal, entretanto é de grande interêsse, examinar um sistema em que o efeito materno tenha sua propria contribuição. Os efeitos maternos que não estão geneticamente determinados não apresentam problema, pôsto que, meramente êles constituem uma correlação ambiental de irmãos completos e meios irmãos maternal (26).

Cockerham (15), exemplificando as varias interrelações entre um grupo de progenitores não aparentados, considerou progênies de dialelo ou de tódo possível cruzamento entre um grupo de progenitores incluindo cruzamentos recíprocos, menos os endocriados. Para o caso, o autor considerou dois tipos de análise, designadas como primaria e alternativa: Na análise primaria a soma de quadrados dos efeitos maternos e recíprocos é a mesma e a soma de quadrados da geral e especifica é a mesma já estabelecida por outros investigadores.

O efeito maternal em animais foi bastante revisado por Dickerson citado por Cockerham (15), que considerou os efeitos de progenitores maternos determinado em animais, provavelmente de pouca importancia em plantas, e, para muitas especies de plantas os efeitos recíprocos há sido discutido serem insignificantes.

Segundo Sprague e Tatum (42) a habilidade combinatoria de um material pode variar com a localidade onde está plantado.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Localização

O presente trabalho foi desenvolvido no Departamento de Cultivos e Solos Tropicais do Centro de Ensino e Investigação localizado em Turrialba, Costa Rica, e nos campos experimentais do programa de melhoramento, na Fazenda Experimental La Lola, localizada na Costa Atlântica de Costa Rica a 40 m s.n.m., com um clima quente e úmido; temperatura média anual é maior de 25° C e a soma anual de precipitação é maior de 3.501 mm (44).

3.2. Material experimental

No banco de germoplasma do CTEI foi realizada uma série de polinizações obedecendo um desenho dialelico incompleto por não incluir as plantas autofecundadas devido a incompatibilidade entre os clones UF 613, UF 667, SCA 6 e Pound 12 descritos no Quadro 1. A escolha deste material baseou-se em dados existentes no Departamento sobre algumas características básicas, tais como tamanho das sementes, vigor e rendimentos altos ou baixos dos híbridos, resultantes de alguns cruzamentos entre este mesmo material.

Quadro 1. Principais características das variedades (17).

| Variedades | SCA 6 | UF 613 | UF 667 | Pound 12 |
|--------------------|---------------------|------------------|------------------|------------------|
| Tipo genético | Amazonico | Trinitario | Trinitario | Amazonico |
| Forma do fruto | Cundeamor | Amelonado | Angoleta | Amelonado |
| Tamanho da semente | Pequena | Grande | Grande | Mediana |
| Côr da semente | Morada | Morada | Morada e Rosa | Morada |
| Compatibilidade | Autoincompatível | Autoincompatível | Autoincompatível | Autoincompatível |
| Hábitos | Tendência a enramar | Normal | Normal | Normal |

3.3. Equipamentos para invernadeiro, laboratorio e campo

Durante o transcurso desta investigação se necessitou dos equipamentos especificados no Quadro 2.

3.4. Procedimento experimental

3.4.1. Polinizações

Pelos métodos tradicionais (36, 48, 49), as polinizações artificiais foram iniciadas primeiramente usando os clones UF 613 e UF 667 como receptores de pólem, pelo problema de maturação tardia dos frutos, cujo período varia entre 200-220 dias*, e logo, com os clones SCA 6 e

* Informação pessoal do Engenheiro Oscar Esquivel.

Quadro 2. Equipamento usado em invernadeiro, laboratório e campo.

| Equipamentos | Medições | Unidades de medidas | Marcas | Quantidades | Finalidades |
|-----------------|----------------------|---------------------|----------------------------|-------------|---------------------------------------|
| Balança | pêso | miligramas | Mettler | 1 | Pêso de folhas desenhadas em papel |
| Balança | pêso | miligramas | Sartorius | 1 | Pêso fresco e sêco de plantas jovens |
| Estufa | Temperatura | 00 C | Precisión Scientific Co. | 1 | Pêso sêco de plantas |
| Paquímetro | diâmetro | milímetros | Helios | 1 | Diâmetro em plantas jovens |
| Paquímetro | diâmetro | centímetros | Madeira | 1 | Diâmetro em plantas adultas |
| Régua | altura | centímetros | Madeira | 2 | Medir altura |
| Totômetros | intensidade luminosa | lux | Gossen Lunasix 3 | 2 | Intensidade luminosa e I D F |
| Actinômetros | radiação solar | centímetros | Observatorium Davos No PBK | 2 | Informativa |
| Frascos (tubos) | - | - | - | 70 | Cobertura de flôres para polinização |
| Vasos | - | - | Poliétileno | 470 | Plantio de sementes |
| Fita metálica | comprimento de ramas | metro | Walsco | 1 | Medir comprimento de ramas de cacau |
| Bólsas de papel | - | - | - | 200 | Acondicionamento de plantas em estufa |
| Solo | - | - | - | 27.000 kg | Plantio de sementes |
| Inseticidas | - | - | Metasistox | 1 litro | Contrôle de Ácaros |
| Pincel e tinta | - | - | - | 1 | Identificação de vasos com plantas |

Pound 12. Se elegeu algumas plantas de cada clone, para assegurar flôres para polinização e para que os frutos obtidos não proviniesse de uma só planta. As flôres polinizadoras também foram coletadas de varias plantas de um mesmo clone. Se polinizou bastante as plantas eleitas, assegurando contra danos eventuais provenientes de insetos, enfermidades e ou outras causas.

Alcançada a maturação, se coletou o maior número de frutos obtidos por cada clone e as sementes para o experimento foram tomadas ao acaso da mistura de todos os frutos. As sementes foram postas para germinar por quatro dias em papel porôso, e logo, plantadas uma por vaso.

3.4.2. Delineamento do experimento

O experimento foi composto de doze híbridos conforme apresentação no Quadro 3, com 36 plantas por híbrido distribuidas aleatoriamente em um desenho irrestritamente ao acaso considerando cada planta uma unidade mostral. A distribuição das plantas foi feita sôbre uma mesa de cimento de 0,70 m de altura e largura e extensão de calculadamente 30 metros, circundando a casa de vegetação. A casa de vegetação estava protegida lateralmente por sarrafos de madeira com espaços para circulação de ar, e um teto de aluminio alternado com telhas plasticas transparentes. Posteriormente as telhas plasticas foram pintadas de verde para melhor unimização do ambiente. De cada híbrido se plantou 40 sementes para garantir um número experimental de 36 plantas. As sementes foram plantadas individualmente por vaso de polietileno com 2.540 gramas de solo bem uniforme, peneirado e uma camada superficial

de pó de serra. A distribuição sobre a mesa de cimento obedeceu inicialmente um espaçamento de 21 x 26 centímetros, modificado posteriormente para 30 x 30 centímetros. Cada vinte dias as mudas foram mudadas de posição, a fim de melhor uniformizá-las no ambiente de cultivo.

Quadro 3. Cruzamento dialélico incompleto (menos as autofecundadas) com quatro clones de cacau.

| Linhas Maternas | ♀ | Linhas paternas | | | | ♂ |
|--------------------|---|-----------------|------------|-----------|--------------|---|
| | | UF 613 (A) | UF 667 (B) | SCA 6 (C) | Pound 12 (D) | |
| UF 613 (A) | | -- | X | X | X | |
| UF 667 (B) | | X | -- | X | X | |
| SCA 6 (C) | | X | X | -- | X | |
| Pound 12 (D) | | X | X | X | -- | |

3.4.3. Medição de radiação solar e intensidade luminosa

Para efeito de observação do comportamento fisiológico das plantas em invernadeiro, se realizou medições de algumas características ambientais tais como, radiação e intensidade luminosa. A radiação solar foi medida através de um actinômetro de leitura direta.

O instrumento era pôsto em zero cada vez que a coluna de álcool chegava ao máximo e diariamente as cinco horas da tarde se realizavam as observações da radiação solar em $\text{cal/cm}^2/\text{dia}$.

Com os dados das leituras da coluna de álcool foram calculadas as radiações solares diárias mediante a fórmula:

$$Q = h \times k \quad (6)$$

onde:

Q = radiação solar em cal/cm²/intervalo de tempo

h = altura da coluna de álcool em cm

k = 18,1 (constante instrumental)

A radiação solar e a intensidade luminosa foram tomadas com a finalidade informativa das condições ambientais do invernadeiro onde as plantas foram cultivadas.

Durante o transcurso do experimento foram efectuadas duas medidas de intensidade de luz expressada em lux a fim de se conhecer a quantidade de luz recebida pelas plantas, dentro do invernadeiro em relação ao exterior. As medições foram tomadas dentro e fora do invernadeiro, ao meio dia, em ocasiões de grande e pouca intensidade luminosa, em novembro, ocasião em que as plantas completaram quatro meses de idade.

3.5. Medições realizadas nas variáveis de resposta

3.5.1. Medidas em sementes

A fim de melhor esclarecer as informações resumidas no Quadro 4, a continuação se descreve os procedimentos usados nas mensurações para cada variável de resposta durante o transcurso do trabalho.

Foram tomadas 40 sementes de cada cruzamento e pesadas individualmente em gramas. Das 40 sementes usou-se 36 no experimento, e quatro, plantou-se como reserva para os casos de substituição por morte de alguma planta.

Quadro 4. Variáveis medidas e geradas usadas como índices de produtividade.

| Características | Variáveis | Simb _{los} | Fórmulas | Unidade de medidas |
|-----------------|--------------------------------|---------------------|--|---------------------------|
| Frutos | Número Sementes | N S | Nenhuma Nenhuma | Número Gramas |
| | Altura | H | Nenhuma | Centímetros |
| | Diametro | D | Nenhuma | Milímetros |
| | Número de fôlhas | NF | Nenhuma | Número |
| | Area Foliar | AF | Regressão do comprimento x largura da fôlhas | dm ² |
| | Pêso sêco | PS | Nenhuma | Gramas |
| Plantas jovens | Índice de Crescimento Relativo | ICR = | $\frac{\log_e P_2 - \log_e P_1}{(T_2 - T_1)} = \text{g/g/sem.}$ | g/g/semana |
| | Índice de Assimilação Neta | IAN = | $\frac{(P_2 - P_1) (\log_e A_2 - \log_e A_1)}{(A_2 - A_1) (T_2 - T_1)} = \text{g/dm}^2/\text{semana.}$ | g/dm ² /semana |
| | Razão da Área Foliar | RAF = | $\frac{\text{Área Foliar total (dm}^2\text{)}}{\text{Pêso Sêco total (g)}}$ | dm ² /gramas |
| | Razão do Pêso Foliar | RPF = | $\frac{\text{Pêso Sêco de Fôlhas (g)}}{\text{Pêso Sêco total (g)}}$ | Gramas/gramas |
| | Volume | V _t = | $\frac{\pi}{4} \cdot \frac{(D30 + D15)^2}{2} \cdot (H + 45)$ (a) | cm ³ |
| | | V _r = | $\frac{1}{3} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot (C + 15)$ (b) | cm ³ |
| Plantas adultas | Comprimento | V = | a + b | cm ³ |
| | | C = | Nenhuma | cm |
| | Densidade Foliar | KF = | $I = I_0 e^{-kF}$ | -- |
| | Rendimento | R = | Nenhuma | Número de frutos |

3.5.2. Medições realizadas em plantas jovens

A altura das plantas foi medida em centímetros a partir do nível do solo, após sessenta dias da semeadura, até o final do ciclo vegetativo que durou 225 dias. Cada trinta dias mediu-se o diâmetro das plantas em milímetros abaixo do anel dos cotilédones e contou-se o número de folhas por planta na mesma época.

As outras variáveis foram medidas pelos métodos usuais para os cálculos dos Índices de Crescimento (52). A primeira amostra para medição de área foliar e peso seco foi tomada aos 150 dias de idade das plantas, sorteando seis por tratamento, e daí em diante, com intervalos de 15 dias tomou-se o mesmo número, até 225 dias quando se concluiu o trabalho. Em cada amostra coletou-se por separado as folhas, caules e raízes de cada planta; tomou-se o peso fresco e posteriormente o peso seco de cada parte da planta após 48 horas de estufa a 75°C.

Para medir a área foliar por planta tomou-se um total de 845 folhas grandes e pequenas de nove híbridos saindo uma média de 94 folhas por variedade, e os desenhos feitos dos contornos dessas folhas em um mesmo tipo de papel foram utilizados para plantear uma relação entre o peso de uma área conhecida (70 cm^2), e os pesos correspondentes aos desenhos dos contornos das folhas. Concomitantemente aos desenhos das folhas tomou-se medidas de comprimento e largura, de cada folha individualmente, a fim de que, junto com as áreas correspondentes obtidas das folhas recortadas em papel, permitissem estabelecer uma função matemática de relação entre estes parâmetros (6, 9, 25, 30), a fim de simplificar as determinações posteriores de área foliar. Mediante análise de regressão linear usando dados obtidos das 845 folhas de

nove variedades foi determinada uma relação entre comprimento e largura com área foliar. Porém, quando foi usado o produto dos dois parâmetros, comprimento x largura obteve-se uma associação mais alta com área foliar. Encontrada a variável independente que melhor associação houve com a AF realizou-se uma análise conjunta dos dados das nove variedades obtendo um ajuste de 99% com a função linear, Figura 1.

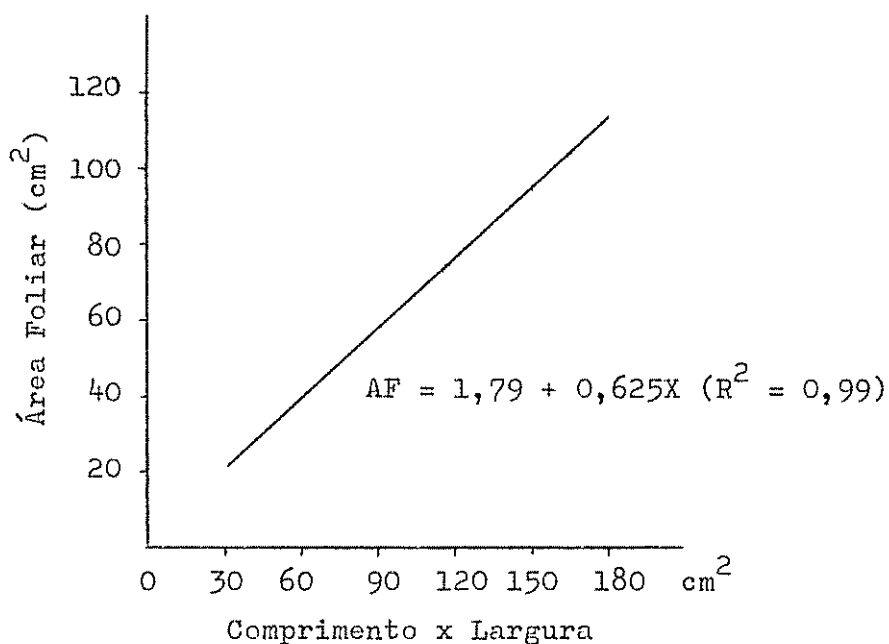


Fig. 1. Curva de relação do Comprimento x Largura com a Área Foliar de 12 híbridos de cacau.

Com os valores obtidos do material sêco das plantas e respectivas áreas foliares foram calculadas as intensidades de assimilação neta (IAN), de crescimento relativo (ICR), as relações de área foliar (RAF) e Razão do peso foliar (RPF), através das formulas (12) apresentadas no Quadro 4, onde cada formula é dada pelos simbolos das variaveis e $T_2 - T_1$ é o intervalo de tempo transcorrido entre as coletas.

3.5.3. Dados coletados em plantas adultas na "Fazenda La Lola"

O experimento (número 19) plantado em 1965 foi o escolhido para a tomada de dados. As plantas estão distribuídas em campo dentro de um desenho látice retangular cuádruplo 7 x 8 com 4 repetições. As parcelas são quadradas com 16 árvores e espaçamento de 2 x 2 metros de planta a planta. Notou-se que em muitas parcelas existem bastante falhas ocasionadas por morte de plantas.

As combinações escolhidas para as comparações das variáveis medidas em plantas jovens, com o rendimento em adultas baseou-se no fato de serem elas cruzamentos similares às jovens. As variáveis medidas no experimento de campo estão mencionadas no Quadro 4. Os dados correspondentes a produção foram conseguidos nos arquivos do Departamento de Cultivos e Solos Tropicais, e os outros, coletados no campo da Fazenda Experimental de La Lola.

A radiação e distribuição de luz dentro do cultivo foram tomadas usando dois fotômetros, mencionados no Quadro 2, registrando a energia em lux. As leituras foram tomadas em um mesmo momento dentro e fora do cultivo em dia de pouca intensidade luminosa. As medições interiores tomou-se por planta em oito pontos, a altura do verticilo a intervalos de 50 cm acompanhando a direção do diametro de copa.

As mensurações lumínica foram tomadas no intuito de ser calculada a Densidade Foliar como equivalente do Índice de Área Foliar, para a qual utilizou-se a mesma metodologia de Beer citado por Jen - Hu Chang (13), derivada da formula $I = I_0 e^{-kF}$ já apresentada no Quadro 4; onde, I é a intensidade de luz a uma determinada altura dentro do cultivo;

I_0 é a intensidade de luz fora do cultivo; (e) é a base do logaritmo natural; k o coeficiente de extinção; F o índice de área foliar; kF é a densidade foliar.

O volume total das plantas foi calculado em base a medidas de diametro e altura do tronco, e de diametro e comprimento das ramas primarias. Para tronco foram tomados diametros a 30 cm do solo, 15 cm abaixo do verticilo e altura entre as duas medidas; para ramas tomou-se diametro a 15 cm do verticilo e comprimento total.

Os calculos para volumem foram processados por um computador IBM 1130, para os quais usou-se as fórmulas especificadas no Quadro 4.

3.6. Análise de informação

3.6.1. Análise preliminar

Em geral para discriminar de uma maneira rápida os híbridos entre sí utilizou-se o conhecido critério da análise da variancia. O modelo matemático correspondeu ao delineamento Irrestritamente ao Acaso que se descreve a continuação.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij} \quad (34)$$

onde:

Y_{ij} = variável de resposta correspondente ao híbrido i e a observação j

μ = média geral

T_i = efeito do híbrido i

E_{ij} = erro experimental para o híbrido i a observação j

Para comparar as médias de híbridos foi utilizado o conhecido teste de Duncan ($P \leq 0,05$).

3.6.2. Análise de relação

Para relacionar características associadas com crescimento de plantas jovens, com variáveis de produtividade medidas em plantas adultas, se obteve numa matriz de correlação os graus de associação entre as variáveis e rendimento, e a confiabilidade do uso de algumas variáveis num programa de melhoramento genético.

$$\hat{R} = \begin{bmatrix} 1 & r_{12} & r_{13} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & r_{1 \ 13} \\ r_{12} & 1 & r_{23} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & r_{2 \ 13} \\ r_{13} & r_{23} & 1 & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & r_{3 \ 13} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ r_{1 \ 13} & r_{2 \ 13} & r_{3 \ 13} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & 1 \end{bmatrix}$$

3.6.3. Análise genético

Para se determinar o mecanismo intrínscico do funcionamento das variáveis nos diferentes híbridos, um Análise Genético correspondente ao modelo dialélico foi feito. O análise dialélico tem a vantagem de permitir a partição da variabilidade total em vários componentes genéticos de acôrdo com o seguinte modelo matemático (35).

$$Y_{ijk} = \mu + (g_i + g_j) + m_j + e_{ij} + r_{ij} + E_{ijk}$$

onde:

Y_{ijk} = observação K^{th} na progênie proveniente da linha pai i^{th}
e mãe j^{th}

μ = média geral

$g_i (g_j)$ = habilidade combinatoria geral da linha i^{th} (j^{th})

m_j = habilidade materna para a linha j^{th} de mãe

e_{ij} = habilidade combinatoria específica da linha i com j

r_{ij} = efeito recíproco

E_{ijk} = erro ao acaso que se assume N I D $(0, \sigma_e^2)$

Naturalmente a técnica de mínimos quadrados sem utilizar as endocrias permite melhor ajuste para esta desigualdade, e ou para os casos de números diferentes de dados (35). Outra vantagem deste método é permitir a inclusão de uma série de fatores genéticos e estimação independente de seus efeitos Quadro 5. O seguinte quadro dá o partimento da soma de quadrado total e correspondentes graus de liberdade.

Quadro 5. Esquema de partição dos GL de acôrdo ao modelo dialélico sem incluir as linhas endocriadas.

| Fontes de Variação | GL | E (Q M) |
|------------------------------------|------------------------|--|
| Habilidade combinatoria geral | $p - 1$ | $\sigma_e^2 + k\sigma^2 r + 2k\sigma^2 e + k(p-2)\sigma^2 m + 2k(p-2)\sigma^2 g$ |
| Habilidade Materna | $p - 1$ | $\sigma_e^2 + k\sigma^2 r + kp\sigma^2 m$ |
| Habilidade combinatoria específica | $\frac{p(p-3)}{2}$ | $\sigma_e^2 + k\sigma^2 r + 2k\sigma^2 e$ |
| Efeitos recíprocos | $\frac{p(p-3)}{2} + 1$ | $\sigma_e^2 + k\sigma^2 r$ |
| Erro | $n - p(p-1)$ | σ_e^2 |
| Total | $n - 1$ | |

p = número de clones

n = número total de observação

As inversões das matrizes $(X'X)$, somas de quadrados e médias, equações de mínimos quadrados $X'X \underline{P} = X'Y$ e prévias reduções de colunas e fileiras para a estimativa dos parâmetros desconhecidos, se obtiveram mediante um computador IBM 1130 (35).

$$X'X = \begin{bmatrix} n_{..} & (n_{i.} + n_{.i}) & n_{.j} & (n_{ij} + n_{ji}) & n_{ij} \\ (n_{i.} + n_{.i}) & (n_{i.} + n_{.i}) & n_{ij} & (n_{ij} + n_{ji}) & n_{ij} \\ n_{.j} & n_{ij} & n_{ij} & n_{ij} & n_{ij} \\ (n_{ij} + n_{ji}) & (n_{ij} + n_{ji}) & n_{ij} & (n_{ij} + n_{ji}) & n_{ij} \\ n_{ij} & n_{ij} & n_{ij} & n_{ij} & n_{ij} \end{bmatrix}$$

$$\hat{p} = \begin{bmatrix} \mu \\ \hat{g}_i \\ \hat{m}_j \\ \hat{e}_{ij} \\ \hat{r}_{ij} \end{bmatrix} \quad X'Y = \begin{bmatrix} Y_{..} \\ (Y_{i.} + Y_{.i}) \\ Y_{.j} \\ (Y_{ij} + Y_{ji}) \\ Y_{ij} \end{bmatrix}$$

onde:

$X'X$ = coeficiente das equações normais

$X'Y$ = soma de produtos

\hat{p} = parâmetro vector

A esperança matemática dos quadrados médios foi calculada segundo Cockerham (15) que em comparação com Páez (35) difere na esperança do quadrado médio da habilidade combinatoria geral que contém habilidade materna, enquanto que neste último não a contém. Meramente, isto se deve a suposição básica sobre os efeitos que poderiam ser fixos ou

ao acaso. A estimativa de cada um dos componentes se fêz por subtração direta dos quadrados médios estimados. Com objetivo de facilitar a interpretação dos resultados, os componentes foram expressados em forma de porcentagens conforme a seguinte formula:

$$\text{Contribuição do fator "i"} = \frac{\sigma_i^2}{\Sigma \sigma_i^2} \times 100$$

Finalmente, as médias dos diferentes efeitos de habilidade combinatoria geral, específica, materna e recíprocos foram comparadas usando Tukey ($P \leq 0,01$).

4. RESULTADOS

Para melhor clareza os resultados serão apresentados seguindo a sequencia dos indicadores sementes -- plantas jovens - plantas adultas. Os Quadros 6, 7, 11 e 12 mostrarão as características médias e respectivos desvios padroões de todas as características medidas.

4.1. Variação da característica pêso de sementes

Nos Quadros 7 e 8 estão anotadas as médias e desvios padroões e taxa de incremento com os respectivos desvios padroões para as variáveis medidas. Os quadrados médios do análise estatístico para pêso de sementes apresentado no Quadro 6 mostraram que houve diferenças altamente significativas entre híbridos ao nível de significação de 1% de probabilidade. As sementes dos cruzamentos com o clone UF 667, tendo êste como progenitor feminino mostraram diferenças grandes ($P \leq 0,05$) que os demais híbridos. Em grau de significação quanto ao pêso de sementes segue os cruzamentos com UF 613. Apesar dos cruzamentos com UF 613 apresentarem sementes mais pesadas ($P \leq 0,05$), os dados mostraram que houve maior variabilidade para êste caracter dentro das combinações com êste clone. O pêso médio variou de 2,91 gramas para o cruzamento UF 613 x UF 667 a 3,35 gramas para o cruzamento UF 613 x Pound 12, indicando maior heterozigozidade do clone UF 613 para êste caracter. Os outros clones, e principalmente o SCA 6 apresentaram menos variabilidade dentro dos cruzamentos, informando serem mais homozigotos para pêso de sementes.

As sementes dos cruzamentos em que entraram SCA 6 e Pound 12 como progenitores femininos foram bastante pequenas com relação aos outros

dois já comentados. Apesar disto, nos cruzamentos Pound 12 x UF 613 e Pound 12 x UF 667, as sementes foram significativamente mais pesadas comparados, aos cruzamentos com SCA 6. Os valores médios comparados com o teste de Duncan ao nível de 5%, dá melhor informação das diferenças entre tratamentos sobre o caracter pêso de sementes frescas (Quadro 1 do Apêndice).

4.2. Variação das características estudadas em plantas jovens

4.2.1. Altura das plantas

As medidas de altura das plantas foram tomadas em centimêtros cada trinta dias e a partir do segundo mês, até o final do ciclo vegetativo que durou 225 dias.

No Quadros 7 e 8 estão apresentadas as médias, desvios padrões e taxas de incremento para cada tratamento. Os quadrados médios das análisis da variancia para os dados obtidos com medidas de altura e as taxas de incremento indicados no Quadro 6 mostraram que houve diferenças altamente significativas entre tratamentos ao nível de 1%. As provas de Duncan, Quadro 1 do Apêndice confirmaram que a progênie UF 667 x SCA 6 alcançou uma altura significativa ($P \leq 0,05$) maior que as demais. Por outra parte, os híbridos de origens diferentes Trinitarios x Amazonicos e de sementes grandes os progenitores femininos, desenvolveram-se mais que os outros no mesmo ambiente de cultivo.

Considerado de forma global, o crescimento em altura seguiu uma tendência linear de equação $\hat{A} = 9,34019 + 0,161 X$ ($R^2 = 0,94$) Figura 2. Esta forma de crescimento era de esperar-se, já que se tratou de plantas jovens que se conta com um grau de rápido desenvolvimento.

4.2.2. Diâmetro do caule

As medidas de diâmetro do talo das plantas jovens foram registradas em milímetros, abaixo do anel dos cotilédones a intervalos de trinta dias à partir da sementeira. No Quadro 7 e 8 estão as médias e desvios padrões e taxas de incremento para este parâmetro.

Os quadrados médios dos análises da variancia apresentados no Quadro 6 respectivamente para as medidas de diâmetro e taxas de incremento mostraram que as diferenças entre híbridos é estatisticamente detectável ao nível de significação de 1%. De acordo com os resultados, os cruzamentos provenientes de progenitores femininos com o carácter sementes grandes foram superiores aos demais no crescimento meristemático circular, mesmo o híbrido UF 667 x UF 613, considerado de mesma origem genética. As médias de diâmetro resultantes dos híbridos provenientes de progenitores femininos de semente pequena, não registraram muita variabilidade mesmo entre os cruzamentos de origem diferente. Isto comprova a dominância do carácter tamanho pequeno das sementes.

As provas de Duncan a 5% apresentadas no Quadro 1 do Apêndice registraram que não houve diferenças significativas entre as médias de diâmetro dos híbridos UF 613 x Pound 12 (I), UF 667 x SCA 6 (G) e UF 613 (D), porém foram significativamente superiores aos demais. No que diz respeito as taxas de incremento, somente o híbrido UF 613 x Pound 12 foi superior, demonstrando maior vigor vegetativo. O crescimento em diâmetro de forma global para os doze tratamentos seguiu uma tendência linear de equação $\hat{D} = 2,09 + 0,0286 X$ ($R^2 = 0,99$) Figura 3.

4.2.3. Número de fôlhas

A contagem do número de fôlhas por planta se realizou cada trinta dias a partir da sementeira. Como os demais parâmetros, suas médias, desvios padrões e taxas de incremento para cada tratamento individual, apresentam-se nos Quadros 7 e 8.

Os quadrados médios das análises estatísticas para número de fôlhas obtidos mensalmente, e taxas de incremento no Quadro 6 revelaram diferenças altamente significativas ao nível de 1% entre híbridos. O desenvolvimento em número de fôlhas acompanhou o mesmo crescimento das plantas, em altura e diâmetro graficados na figura 2. Já com relação as taxas de incremento, a tendência não seguiu a mesma, desde quando os híbridos SCA 6 x Pound 12 e SCA 6 x UF 667 obtiveram os maiores incrementos em número de fôlhas, êles que foram sempre mais débeis para outros parâmetros.

O comparador Duncan do Quadro 1 do Apêncide indica a posição de significação ao nível de 5% entre os diferentes tratamentos.

4.2.4. Pêso sêco total das plantas

O Quadro 2 do Apêndice mostra os valores médios tomados em seis plantas de cada tratamento a intervalos de 15 dias. Como se vê através dêste quadro, o pêso sêco das plantas aumentou seguidamente desde as primeiras colheitas. Faz excessão a êste fato, as progênies UF 613 x UF 667 (A), UF 667 x UF 613 (D) e Pound 12 x UF 613 que os pêsos sêcos da segunda colheita foram menores que na primeira, demonstrando não ter havido crescimento no periodo correspondente aos quinze dias.

A tendência de aumento de pêso sêco, tomado de maneira global para os doze tratamentos foi linear, de equação $P\hat{S} = 85,361 + 0,828 X$ ($R^2 = 0,98$), Figura 5.

Os quadrados médios registrados no Quadro 6 indicaram haver grande diferença entre os híbridos ($P \leq 0,01$). A comparação das médias pelo teste de Duncan, Quadro 1 do Apêndice, revelou a superioridade de alguns híbridos no aumento de pêso sêco. Os híbridos UF 613 x Pound 12 e UF 667 x SCA 6 não foram significativos entre si, porém foram significativos sobre os demais. A diferença de pêso sêco entre êles e o híbrido SCA 6 x UF 667 foi bastante alta, 50% mais pesados. Os Quadros 7 e 8 apresentam as médias, desvios padrões e táxas de incremento para êste caracter.

4.2.5. Área foliar

Os Quadros 7 e 8 apresentam os resultados médios, desvios padrões e táxas de incremento para área foliar em doze híbridos de cacau, cultivados em mesmo meio ambiente. Os quadrados médios representados no Quadro 6 são os resultados obtidos e analisados estatisticamente, que revelaram diferenças altamente significativos ao nível de 1% entre híbridos. O híbrido UF 613 x Pound 12 foi significativamente superior aos demais com um promedio de $214,10 \text{ dm}^2$ em 6 plantas, e o mais baixo promedio foi obtido pelo híbrido SCA 6 x UF 667 com $131,52 \text{ dm}^2$. O comparador Duncan ao nível de significação de 5% dá uma imagen da distancia de diferenciação entre as médias dos híbridos Quadro 1 do Apêndice. Também no Quadro 3 do Apêndice com os valores calculados a intervalos de quinze dias pode-se apreciar o ritmo de crescimento alcançado por cada híbrido.

O aumento de AF seguiu uma tendência linear (Fig. 6) tomada de maneira global para os doze tratamentos, de equação $\hat{AF} = 832,64 + 9,684X$, ($R^2 = 0,97$).

A maior variabilidade para este caracter se observou nos cruzamentos em que pertaram o clone Pound 12 como progenitor feminino Quadro 7.

4.2.6. Razão da área foliar

No Quadro 4 do Apêndice estão apresentados os resultados para cada tratamento com RAF, a intervalos de quinze dias. Este quadro mostra que os híbridos SCA 6 x UF 667, SCA 6 x Pound 12 e SCA 6 x UF 613 obtiveram uma RAF, isto é, área foliar total (dm^2)/pêso total em gramas, sempre alta durante os 75 dias que durou o trabalho. Este fato parece ser sumamente importante, porque tódos os híbridos que portaram o SCA 6 como progenitor feminino foram superiores aos demais, e isto, pode ser caracter diferencial para uma seleção. As variações sofridos por RAF, indicam que foram também variações sofridas por AF e ou pêso sêco, nos intervalos de tempo.

O modelo de regressão que mais se ajustou as variações de RAF foi o de equação $\hat{RAF} = 4,0539 + 0,743 X_1 - 0,00208 X_1^2$ ($R^2 = 0,77$)
Figura 7.

Os Quadros 7 e 8 registram as médias, desvios padrões e táxas de incremento para RAF. Se observou que os híbridos provenientes de Pound 12 como progenitor feminino apresentaram maior variabilidade para RAF.

Os quadrados médios resultantes da análise estatística Quadro 6 mostraram diferenças estatisticamente detectável entre tratamentos ($P \leq 0,01$). A prova de Duncan ao nível de 5% Quadro 1 do Apêndice confirma os resultados da análise quando comparou as variações entre médias. As três médias mais altas foram obtidas pelos híbridos com SCA 6, e significativamente superiores as demais.

4.2.7. Razão de peso foliar

A variação no peso seco total das plantas com a idade, se deve ao fato da distribuição do material fotossintetizado no aumento do peso foliar, de outros órgãos ou de ambos de uma só vez. No presente trabalho se pode comprovar, comparando os Quadros 3 e 5 do Apêndice que a RPF na última colheita aumentou a medida que aumentou a AF, isto indicando, que a maior parte do material fotossintetizado se distribuiu nas folhas havendo pouca mobilização para os outros órgãos da planta.

Os quadrados médios resultantes da análise da variancia Quadro 6 mostraram que houve diferenças entre os híbridos com significação ao nível de 1%. A informação dada pelo comparador Duncan ao nível de 5%, ratifica os resultados da análise estatística ao comparar as médias registradas no Quadro 1 do Apêndice. O híbrido SCA 6 x UF 667 foi significativamente superior aos demais com média 0,085, seguido dos híbridos SCA 6 x Pound 12 e Pound 12 x UF 667 com médias 0,082 e 0,079 respectivamente. Estes híbridos tiveram uma RPF baixa inicialmente, aumentando progressivamente até o final do trabalho. O híbrido UF 667 x UF 613, seu recíproco e UF 677 x Pound 12 tiveram menos

eficiência para este caracter, e tódos os híbridos restantes foram significativos sobre êles.

Os Quadros 7 e 8 dão as médias, desvios padrões e táxas de incremento para cada híbrido.

O modelo que mais se ajustou a RPF foi o de função matemática

$$\hat{RPF} = -0,2147 + 0,00309 X_1 - 0,00000807 X_1^2 \quad (R^2 = 0,97), \text{ Fig. 8.}$$

4.2.8. Índice de crescimento relativo

De um modo geral os valores calculados para ICR foram bastante baixos, tudo indicando que a intensidade de luz baixa tenha sido a causa primordial do fenômeno.

Nos Quadros 7 e 8 aparecem as médias e desvios padrões dos dados obtidos e das táxas de incremento para este parâmetro.

De acordo com os resultados da análise da variancia registrada no Quadro 6 se concluiu que não existiu diferenças significativas entre tratamentos. Porém, observando o Quadro 6 do Apêndice, dá para se notar que alguns híbridos, tais como SCA 6 x Pound 12, UF 613 x SCA 6, Pound 12 x SCA 6 e SCA 6 x UF 613 alcançaram valores mais altos durante o periodo.

Os modelos matematicos ensaiados para definir a tendência da curva se ajustou significativamente a função quadrática de equação

$$\hat{ICR} = -30,463 + 0,3362 X_1 - 0,000874 X_1^2 \quad (R^2 = 0,97), \text{ Figura 9.}$$

4.2.9. Índice de assimilação neta

No Quadro 7 do Apêndice estão apresentados os valores calculados da eficiência de conversão de energia radiante por dm^2 de área foliar medida através do IAN. Como indica o quadro foram grandes as variações e bastante baixos os valores obtidos durante o período de 75 dias. Tudo indica, que o fator ambiental foi o principal causador da grande variação do IAN.

De acordo os resultados da análise da variancia registrados nos Quadros 6, se concluiu que não houve significação entre os tratamentos, ainda que, as médias dos híbridos UF 613 x SCA 6 e UF 667 x SCA 6 0,0013 e 0,0011 $\text{g}/\text{dm}^2/\text{semana}$ respectivamente, superaram aos demais híbridos.

Os Quadros 7 e 8 dão as médias, desvios padrões e táxas de incremento para IAN.

Os modelos matemáticos ensaiados para definir a tendência da curva para IAN, se ajustou significativamente a função $\hat{\text{IAN}} = -20,038 + 0,21888 X_1 - 0,000564 X_1^2$ ($R^2 = 0,93$), ainda que, IAN é um índice de crescimento bastante complexo para ser explicado por ajustes matemáticos, Figura 10.

Quadro 6. Análise da variancia preliminar das variáveis de crescimento em 12 híbridos de cacau.

| VARIABLES | Fontes de variação | | Tratamentos | Erro |
|--------------------------------|--------------------|---------|--------------|----------|
| | Tratamentos GL | Erro GL | Q.M | Q.M |
| Pêso de sementes | 11 | 420 | 56,456++ | 0,0835 |
| Altura (cm) | 11 | 416 | 197,975++ | 12,01 |
| Diâmetro (mm) | 11 | 416 | 18,759++ | 0,248 |
| Número de fôlhas | 11 | 416 | 19,892++ | 2,151 |
| Taxas de Altura | 11 | 416 | 0,0345++ | 0,0019 |
| Taxas de diâmetro | 11 | 416 | 0,00017++ | 0,000016 |
| Taxas de número de fôlhas | 11 | 416 | 0,00115++ | 0,00013 |
| Pêso seco total (g) | 11 | 60 | 1812,19 ++ | 60,54 |
| Área Foliar (dm ²) | 11 | 60 | 148371,36 ++ | 4627,95 |
| Razão da Área Foliar | 11 | 60 | 19,98 ++ | 3,18 |
| Razão do Pêso Foliar | 11 | 60 | 0,005 ++ | 0,0016 |
| Índice de Assimilação Neta | 11 | 48 | 0,000003ns | 0,000021 |
| Índice crescimento Relativo | 11 | 48 | 0,000864ns | 0,0016 |

ns Não significativo

+ Significação ao nível de (P 0,05)

++ Significação ao nível de (P 0,01)

Quadro 7. Médias (\bar{X}) e desvios padrões (s) para as variáveis de crescimento medidas em plantas jovens de cacau.

| Híbridos ♀ x ♂ | Sementes (g) | Altura (cm) | Diametro (mm) | Nº NR | Pêso seco (g) | Área foliar (dm ²) | RAF (dm ² /g) | RPF (g/g) | ICR (g/g/â) | IAN (g/dm ² /s) | |
|-------------------|-----------------|----------------|------------------|-------|------------------|-----------------------------------|-----------------------------|--------------|----------------|-------------------------------|--------|
| A x B | \bar{X} | 2,9 | 26,7 | 5,4 | 9,2 | 10,17 | 137,95 | 2,27 | 0,071 | 0,013 | 0,0010 |
| | s | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± |
| A x C | \bar{X} | 3,0 | 35,4 | 5,8 | 10,6 | 14,44 | 196,15 | 2,45 | 0,077 | 0,018 | 0,0015 |
| | s | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± |
| A x D | \bar{X} | 3,3 | 34,9 | 6,2 | 10,7 | 16,53 | 214,10 | 2,23 | 0,075 | 0,013 | 0,0010 |
| | s | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± |
| B x A | \bar{X} | 4,1 | 27,9 | 6,1 | 10,1 | 12,52 | 157,00 | 2,11 | 0,070 | 0,013 | 0,0010 |
| | s | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± |
| B x C | \bar{X} | 4,9 | 37,5 | 6,1 | 10,8 | 16,29 | 202,95 | 2,19 | 0,076 | 0,015 | 0,0011 |
| | s | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± |
| B x D | \bar{X} | 4,0 | 31,1 | 5,8 | 9,5 | 13,31 | 160,38 | 2,00 | 0,069 | 0,011 | 0,0009 |
| | s | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± |
| C x A | \bar{X} | 1,5 | 27,4 | 4,4 | 9,0 | 9,20 | 153,70 | 2,82 | 0,077 | 0,015 | 0,0009 |
| | s | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± |
| C x B | \bar{X} | 1,4 | 25,5 | 4,3 | 9,3 | 7,64 | 131,52 | 2,90 | 0,085 | 0,014 | 0,0008 |
| | s | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± |
| C x D | \bar{X} | 1,4 | 27,6 | 4,6 | 9,4 | 9,68 | 160,07 | 2,84 | 0,082 | 0,018 | 0,0011 |
| | s | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± |
| D x A | \bar{X} | 1,7 | 26,4 | 4,9 | 9,0 | 9,81 | 146,82 | 2,50 | 0,076 | 0,013 | 0,0008 |
| | s | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± |
| D x B | \bar{X} | 1,7 | 27,3 | 4,9 | 8,8 | 10,29 | 156,75 | 2,55 | 0,079 | 0,016 | 0,0010 |
| | s | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± |
| D x C | \bar{X} | 1,5 | 27,3 | 4,9 | 8,9 | 10,13 | 148,75 | 2,42 | 0,078 | 0,014 | 0,0009 |
| | s | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± |

A = UF 613; B = UF 667; C = SCA 6; D = Pound 12

Quadro 8. Valores médios de taxas de incremento (\bar{t}) e desvios padrões (s) para as variáveis de crescimento medidas em plantas jovens (acrescentado 10^3).

| Híbridos ♀ x ♂ | Sementes $\bar{t} \pm s$ | Altura $\bar{t} \pm s$ | Nº de folhas $\bar{t} \pm s$ | Pêso sêco $\bar{t} \pm s$ | Área foliar $\bar{t} \pm s$ | RAF $\bar{t} \pm s$ | RPF $\bar{t} \pm s$ | ICR $\bar{t} \pm s$ | IAN $\bar{t} \pm s$ |
|-------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| A x B | 22,0 ± 4,0 | 24,0 ± 1,2 | 69,5 ± 5,3 | 117,0 ± 17,0 | 1574,0 ± 102,0 | 1,0 ± 4,0 | 0,12 ± 0,13 | 0,28 ± 0,28 | 0,022 ± 0,020 |
| A x C | 32,0 ± 3,0 | 30,8 ± 1,4 | 78,9 ± 3,9 | 198,0 ± 11,0 | 1162,0 ± 292,0 | -19,0 ± 4,0 | -0,29 ± 0,16 | -0,16 ± 0,17 | -0,002 ± 0,011 |
| A x D | 29,0 ± 3,0 | 33,3 ± 1,4 | 63,9 ± 3,7 | 177,0 ± 22,0 | 1525,0 ± 190,0 | -8,0 ± 2,0 | -0,09 ± 0,06 | -0,19 ± 0,26 | -0,011 ± 0,019 |
| B x A | 21,0 ± 4,0 | 27,9 ± 1,8 | 79,4 ± 2,5 | 144,0 ± 23,0 | 1756,0 ± 187,0 | 0,0 ± 6,0 | 0,21 ± 0,10 | 0,11 ± 0,42 | 0,009 ± 0,031 |
| B x C | 34,0 ± 2,0 | 30,1 ± 0,9 | 74,6 ± 2,1 | 199,0 ± 24,0 | 1412,0 ± 269,0 | -13,0 ± 2,0 | -0,05 ± 0,06 | -0,21 ± 0,24 | -0,012 ± 0,020 |
| B x D | 25,0 ± 5,0 | 27,3 ± 2,0 | 75,3 ± 3,2 | 133,0 ± 21,0 | 1783,0 ± 196,0 | 2,0 ± 3,0 | 0,23 ± 0,07 | 0,08 ± 0,31 | 0,008 ± 0,025 |
| C x A | 27,0 ± 3,0 | 29,5 ± 2,2 | 63,6 ± 8,0 | 109,0 ± 5,0 | 1565,0 ± 201,0 | -4,0 ± 3,0 | -0,19 ± 0,21 | -0,22 ± 0,09 | -0,011 ± 0,005 |
| C x B | 28,0 ± 3,0 | 24,4 ± 1,7 | 77,6 ± 4,0 | 84,0 ± 14,0 | 1377,0 ± 225,0 | -3,0 ± 3,0 | 0,15 ± 0,05 | -0,41 ± 0,20 | -0,022 ± 0,030 |
| C x D | 29,0 ± 3,0 | 26,7 ± 1,9 | 75,2 ± 7,4 | 135,0 ± 9,0 | 1751,0 ± 114,0 | -9,0 ± 1,0 | -0,00 ± 0,03 | -0,13 ± 0,21 | -0,004 ± 0,012 |
| D x A | 20,0 ± 3,0 | 26,5 ± 2,0 | 67,1 ± 3,5 | 109,0 ± 17,0 | 1719,0 ± 182,0 | 4,0 ± 7,0 | 0,28 ± 0,11 | 0,28 ± 0,07 | 0,018 ± 0,003 |
| D x B | 26,0 ± 4,0 | 25,0 ± 2,2 | 72,2 ± 4,2 | 137,0 ± 14,0 | 1967,0 ± 274,0 | 0,0 ± 7,0 | 0,21 ± 0,10 | 0,06 ± 0,19 | 0,004 ± 0,011 |
| D x C | 24,0 ± 4,0 | 25,0 ± 1,6 | 77,7 ± 3,4 | 110,0 ± 12,0 | 1771,0 ± 248,0 | 4,0 ± 5,0 | 0,28 ± 0,07 | 0,10 ± 0,18 | 0,006 ± 0,012 |

A = UF 613; B = UF 667; SCA 6 = C; D = Pound 12

4.3. Energia luminica e intensidade de luz atuantes

Os Quadros 9 e 10 mostram as médias de calorias recebidas pelas plantas em invernadeiro durante o período experimental. Os quadros apresentam promedios mensais a partir de 90 dias de idade das plantas e durante os intervalos de 15 dias quando se tomou as medidas de crescimento fisiologicos das plantas. Como infere os quadros foi bastante pequena a variação de energia recebida pelas plantas, comparando-se a maxima de 68,4 com a mínima de 53,3 cal/cm²/dia, e um promedio de 58,7 cal/cm²/dia.

A baixa radiação solar medida no invernadeiro depedeu das condições ambientais do mesmo, cujo teto era bastante compacto para deixar passar maior quantidade de luz para as plantas. Êste fato é corroborado pelas duas intensidades de luz tomadas dentro e fora do invernadeiro, em dias claro e nublado. A intensidade de luz dentro do invernadeiro variou de 3.000 - 3.500 lux em dias claro e nublado respectivamente, enquanto no mesmo momento, variou de 64.000 - 120.000 lux no exterior.

Quadro 9. Dados relativos a radiação solar em cal/cm²/dias durante os meses de outubro a dezembro de 1972 e janeiro a março de 1973, em ambiente de invernadeiro.

| | 1972 | | | 1973 | | | |
|-----------|---------|----------|----------|---------|-----------|--------|---------------|
| | Outubro | Novembro | Dezembro | Janeiro | Fevereiro | Março | Total Média |
| T | 639,20 | 2052,96 | 1653,28 | 1770,96 | 1601,76 | 812,16 | 8530,32 58,70 |
| \bar{X} | 58,11 | 68,43 | 53,33 | 57,13 | 57,20 | 58,01 | 352,21 58,70 |

Quadro 10. Médias de radiação solar em cal/cm²/dia durante os intervalos de tempo usado em medidas de crescimento de plantas em 12 híbridos de cacau.

| | Intervalos de dias | | | | | Total | Média |
|-----------|--------------------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|
| | 150-165 | 165-180 | 180-195 | 195-210 | 210-225 | | |
| T | 809,03 | 910,58 | 834,09 | 859,16 | 901,55 | 3414,41 | 57,52 |
| \bar{X} | 53,93 | 60,71 | 55,61 | 57,28 | 60,10 | 287,63 | 57,52 |

4.4. Variáveis medidas em plantas adultas

4.4.1. Densidade foliar em plantas adultas

A DF foi calculada com os dados obtidos de 170 plantas em produção dos híbridos UF 667 x SCA 6, UF 613 x SCA 6, UF 613 x Pound 12 e Pound 12 x UF 667, cruzamentos similares as plantas jovens usadas para o estudo de crescimento.

Se calculou a DF por planta e promediou-se os valores por tratamento Quadro 11. Neste mesmo quadro, além das médias estão os respectivos desvios padrões. A análise da variancia registrada no Quadro 12 não detectou diferença importante ($P \leq 0,05$), apesar do híbrido UF 613 x Pound 12 apresentar uma média de 3,5 unidades, superior aos demais. Isto positivamente obedece a que a variação é bem grande.

Quadro 11. Médias (\bar{X}) e desvios padrões (s) das mensurações de Densidade Foliar, Volume e Rendimento em híbridos de cacauzeiros adultos.

| Híbridos | Densidade Foliar $\bar{X} \pm s$ | Volume (cm ³) $\bar{X} \pm s$ | Número de Frutos $\bar{X} \pm s$ |
|----------|-------------------------------------|--|-------------------------------------|
| A x D | 3,5 \pm 0,57 | 12646,9 \pm 6730,56 | 11,2 \pm 10,49 |
| A x C | 3,4 \pm 0,68 | 10753,4 \pm 6412,63 | 9,1 \pm 7,58 |
| B x C | 3,4 \pm 0,85 | 9111,4 \pm 4985,64 | 7,1 \pm 4,92 |
| D x B | 3,2 \pm 0,99 | 7518,9 \pm 4675,58 | 6,8 \pm 5,69 |

A = UF 613 B = UF 667 C = SCA 6 D = Pound 12

4.4.2. Volume de plantas

Este parâmetro foi calculado em 170 plantas produtivas dos híbridos UF 613 x SCA 6, UF 667 x SCA 6, UF 613 x Pound 12 e Pound 12 x UF 667. O volume de cada planta em cm³ foi calculado a partir do diâmetro e altura total do tronco vs diâmetro e comprimento total das ramas primárias.

Os dados foram obtidos individualmente e promediados por tratamento. No Quadro 11 estão apresentadas as médias e desvios padrões para cada progênie. De acordo a análise da variancia do Quadro 12 se concluiu que houve significação ao nível de ($P \leq 0,01$) entre tratamentos.

O comparador Duncan Quadro 1 do Apêndice confirma os resultados da análise, quando registrou as diferenças entre UF 613 x Pound 12 e UF 613 x SCA 6 sôbre os outros dois.

Quadro 12. Análise da variancia preliminar para Volume, Índice de Área Foliar e Rendimento em quatro híbridos de cacau.

| Fontes de Variação | Volume (cm ³) | | D F | Rendimento | |
|--------------------|---------------------------|----------------|----------|------------|---------|
| | G L | Q M | Q M | G L | Q M |
| Híbridos | 3 | 181161557,56++ | 0,865 ns | 3 | 164,99+ |
| Grupo/Híbridos | 10 | 55084866,45 | 4,66 | 10 | 69,60 |
| Planta/grupo/Hib. | 156 | 30598521,05 | 0,976 | 183 | 48,72 |

ns não significativo

++ significativo ao nível de (P 0,01)

+ significativo ao nível de (P 0,05)

4.4.3. Rendimento em número de frutos

A fim de determinar a ação das variáveis medidas em plantas jovens, sôbre o rendimento em plantas adultas de genótipos similares, se selecionou um grupo de quatro híbridos. Desafortunadamente não foi possível reunir como se desejava os doze híbridos produtivos de genótipos similares às plantas jovens, para as explicações do funcionamento do fenômeno.

A produção das plantas foi tomada em número de frutos por planta

e por ano, durante o período de 4 anos, e promediados por tratamento, Quadro 8 do Apêndice.

No Quadro 11 se registraram as médias de produção e os desvios padrões para cada híbrido. O menor desvio padrão foi obtido pelo híbrido UF 667 x SCA 6 revelando uma baixa variabilidade para rendimento.

Através da análise da variancia Quadro 12, se concluiu que houve diferenças significativas ao nível de ($P \leq 0,05$) entre tratamentos. O comparador Duncan ao nível de ($P \leq 0,05$) Quadro 1 do Apêndice informou que o híbrido UF 613 x Pound 12 foi superior em rendimento sobre os demais, porém, não significativo com o híbrido UF 613 x SCA 6.

4.5. Correlação entre as variáveis independentes e rendimento

Com os resultados obtidos no presente trabalho se fez um estudo de relações simples entre as variáveis medidas, e estas, com a variável de resposta (produção). Se mediu dez variáveis em doze híbridos juvenis e três variáveis nos híbridos adultos UF 613 vs SCA 6, UF 613 vs SCA 6, UF 613 vs Pound 12 e Pound 12 vs UF 667 de genótipos similares às plantas jovens.

Melhores informações sobre as relações das variáveis de crescimento com produção poderiam ser dadas, se não fôsse o fato da limitação de híbridos produtivos dos mesmos genótipos.

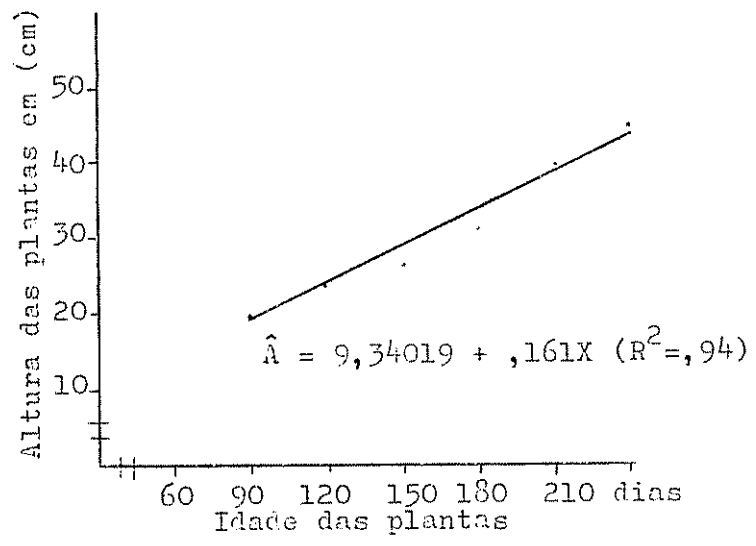


Fig. 2. Curva de Crescimento da Altura (A) em cm de 12 híbridos de cacau.

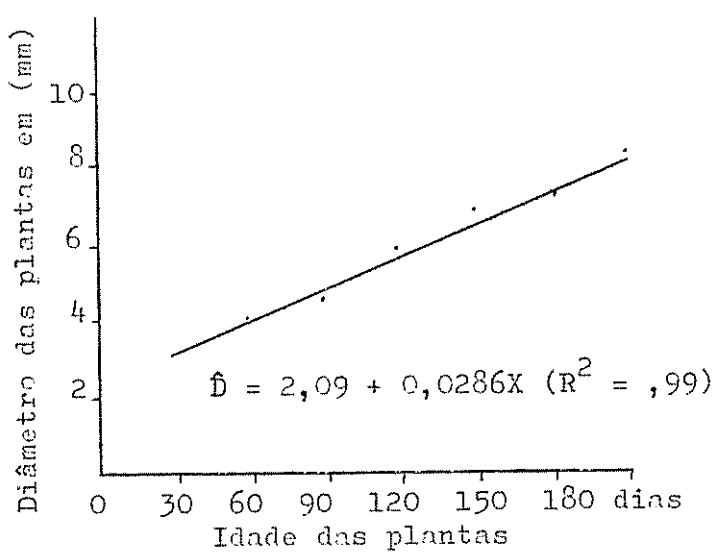


Fig. 3. Curva de crescimento de Diâmetro (D) em mm de 12 híbridos de cacau.

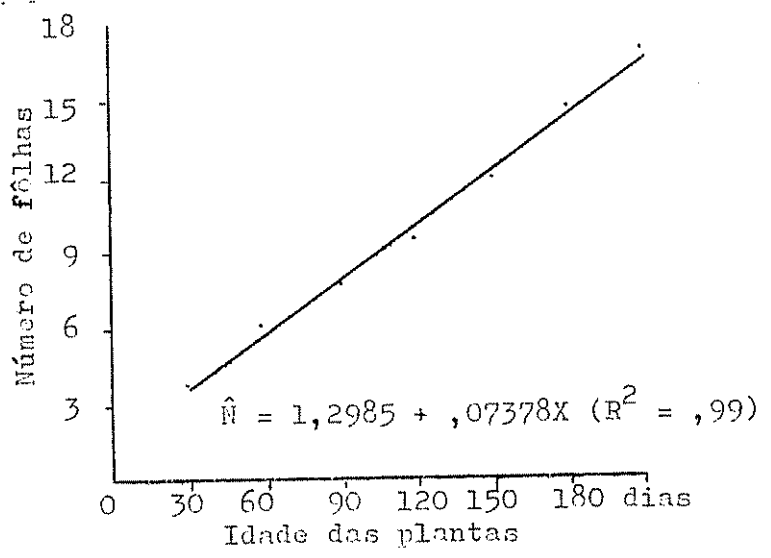


Fig. 4. Curva de crescimento do Número de Fôlhas de 12 híbridos de cacau.

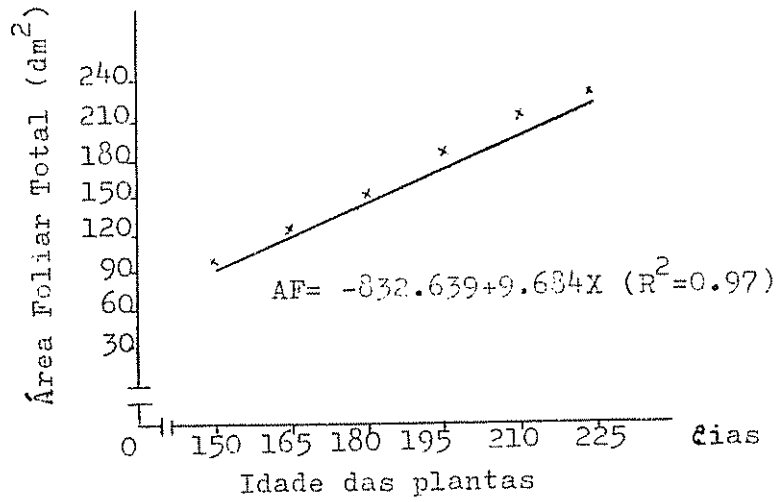


Fig. 6. Variação de Área Foliar (AF) com relação a idade em 12 híbridos de cacau.

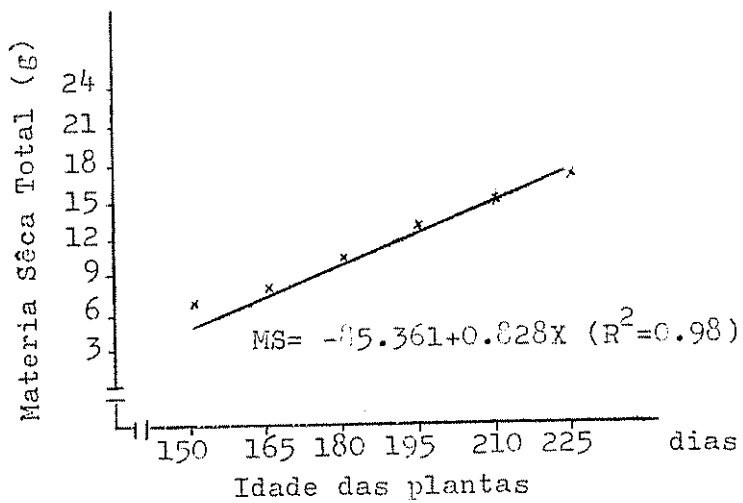


Fig. 5. Variação de Materia Sêca (MS) com relação a idade em 12 híbridos de cacau.

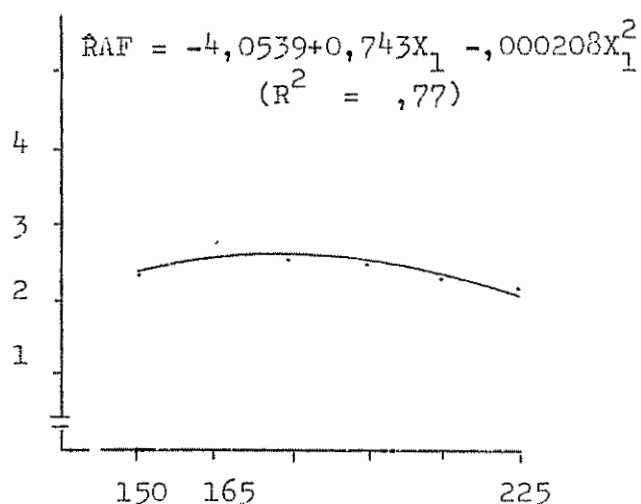


Fig. 7. Variação da Razão da Área Foliar (RAF) com a idade das plantas em 12 híbridos de cacau.

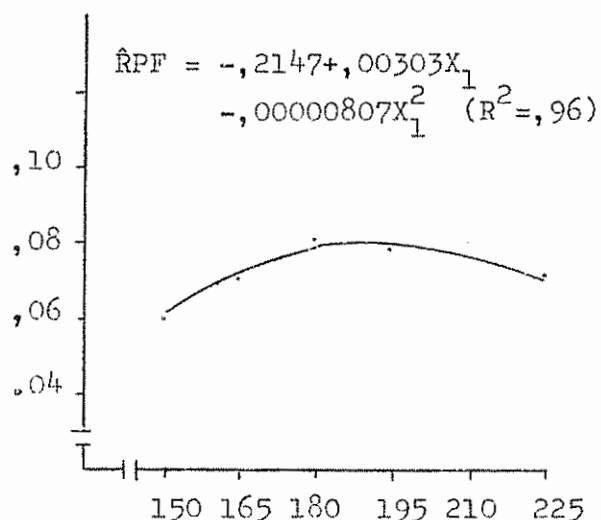


Fig. 8. Variação da Razão do Pêso Foliar (RPF) com a idade das plantas em 12 híbridos de cacau.

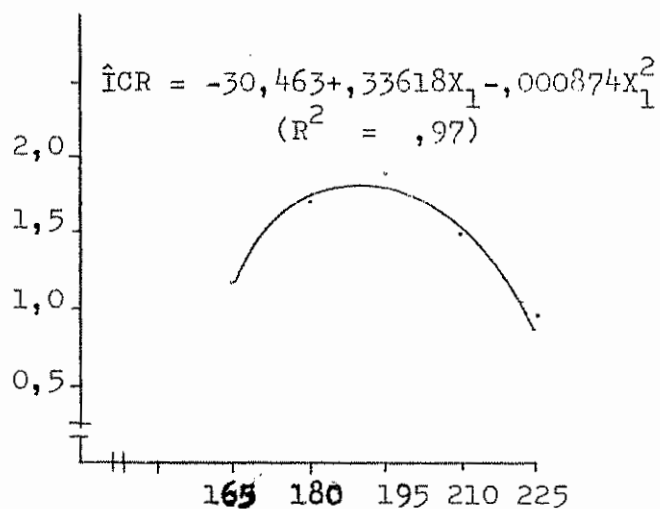


Fig. 9. Variação do Índice de Crescimento Relativo com a idade das plantas em 12 híbridos de cacau (acrescentado 10²).

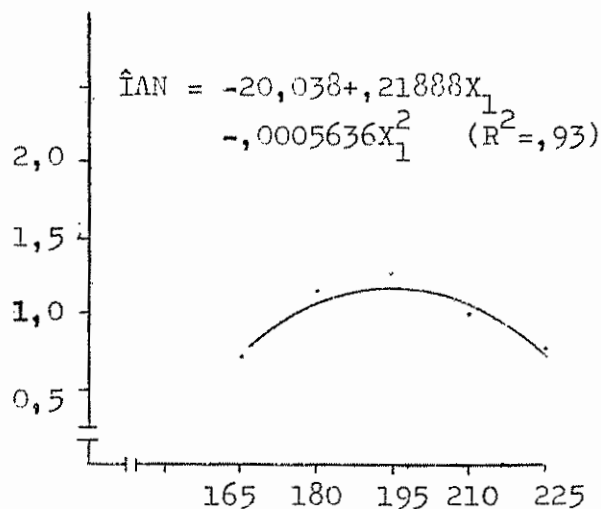


Fig. 10. Variação do Índices de Assimilação Neta com a idade das plantas em 12 híbridos de cacau (acrescentado 10³).

Como se pode observar no Quadro 13 na matriz de correlação, os valores que expressam a relação das variáveis com rendimento, não mantiveram a mesma intensidade de grandeza. Ainda que, os valores mais baixos apresentados, possivelmente indicam altas significações devido ao número de graus de liberdade (432) para alguns casos, esta interpretação se tornaria errônea, já que, os valores do por cento de associação seriam baixos.

Para melhor explicar as relações entre as variáveis e rendimento se dividiu a matriz em seis seções, A, B, C, D, E e F. Nas seções A e C estão contidas as dez variáveis medidas em plantas jovens, e na seção B, as três medidas em plantas adultas. As variáveis da seção A apresentaram altas relações e graus de associação entre elas, o mesmo não ocorrendo com as variáveis da seção C que não indicaram boas relações, excetuando o I C R e I A N com 86%. Na seção B tôdas as variáveis se relacionaram positivamente e indicaram altos graus de associação. Quando se correlacionou as seções A e C, os resultados dêstes na seção E, não demonstraram relações positivas bondosas, porem, em alguns casos houve altas correlações negativas indicando diminuição de relações quando a outra variável aumenta nas mesmas proporções. As correlações entre as seções A e B, apresentadas na seção D, informaram que algumas variáveis medidas em plantas jovens mostraram relações positivas com as tomadas em plantas adultas e produção. Entre elas, se destacaram com maior grandeza a AF, diâmetro do caule, pêsso sêco e número de fôlhas. Os resultados da seção F mostraram as relações entre as variáveis da seção B e C. Como se denotou, as relações positivas entre elas são baixísimas, e são altas as negativas com RPF.

Quadro 13. Matriz de correlação entre índices de crescimento de plantas jovens e adultas.

| X_1 | X_2 | X_3 | X_4 | X_5 | X_6 | X_7 | X_8 | X_9 | X_{10} | X_{11} | X_{12} | X_{13} | |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|----------|----------|------|
| X_1 | 1,00 | | | | | | | | | | | | |
| X_2 | 0,90 | 1,00 | | | | | | | | | | | |
| X_3 | 0,82 | 0,93 | 1,00 | | | | | | | | | | |
| X_4 | 0,83 | 0,97 | 0,97 | 1,00 | | | | | | | | | |
| X_5 | 0,85 | 0,93 | 0,99 | 0,97 | 1,00 | | | | | | | | |
| X_6 | 0,76 | 0,91 | 0,99 | 0,97 | 0,98 | 1,00 | | | | | | | |
| X_7 | 0,28 | 0,57 | 0,78 | 0,72 | 0,74 | 0,83 | 1,00 | | | | | | |
| X_8 | 0,07 | 0,36 | 0,62 | 0,55 | 0,58 | 0,69 | 0,97 | 1,00 | | | | | |
| X_9 | 0,15 | 0,39 | 0,67 | 0,57 | 0,64 | 0,73 | 0,96 | 0,98 | 1,00 | | | | |
| X_{10} | 0,40 | 0,63 | 0,40 | 0,57 | 0,37 | 0,41 | 0,21 | 0,06 | -0,02 | 1,00 | | | |
| X_{11} | 0,04 | 0,34 | 0,11 | 0,30 | 0,07 | 0,15 | 0,12 | 0,03 | -0,08 | 0,93 | 1,00 | | |
| X_{12} | -0,51 | -0,69 | -0,89 | -0,82 | -0,88 | -0,92 | -0,95 | -0,88 | -0,92 | -0,13 | 0,05 | 1,00 | |
| X_{13} | -0,79 | -0,60 | -0,70 | -0,59 | -0,74 | -0,64 | -0,32 | -0,21 | -0,35 | 0,21 | 0,54 | 0,60 | 1,00 |

X_1 = Peso de sementes X_5 = Peso Sêco X_9 = Densidade Foliar
 X_2 = Altura (cm) X_6 = Área Foliar X_{10} = Índice de Assimilação Neta
 X_3 = Diâmetro (mm) X_7 = Volume X_{11} = Índice de Crescimento Relativo
 X_4 = Número de Fôlhas X_8 = Rendimento X_{12} = Razão do Pêso Foliar
 X_{13} = Razão de Área Foliar

Do exposto, se deduziu que a AF, diâmetro e pêso sêco foram as medidas usadas em plantas jovens mais relacionadas com a produtividade biológica e econômica. O volume e a densidade foliar tomados em plantas adultas indicaram alta confiabilidade para seleção de plantas produtivas.

Na Figura 11 se apresentam graficadas as correlações entre medidas em híbridos juvenis e adultos com a produção. Se tomou como ordenadas os valores do coeficiente de correlação (r) e como abscissas as variáveis. Êsses valores se podem considerar como uma expressão do efeito de cada variável, sôbre o rendimento. Usando esta Figura se pode saber qual ou quais as variáveis mais bondosas e confiáveis para uma seleção juvenil para rendimento em cacau.

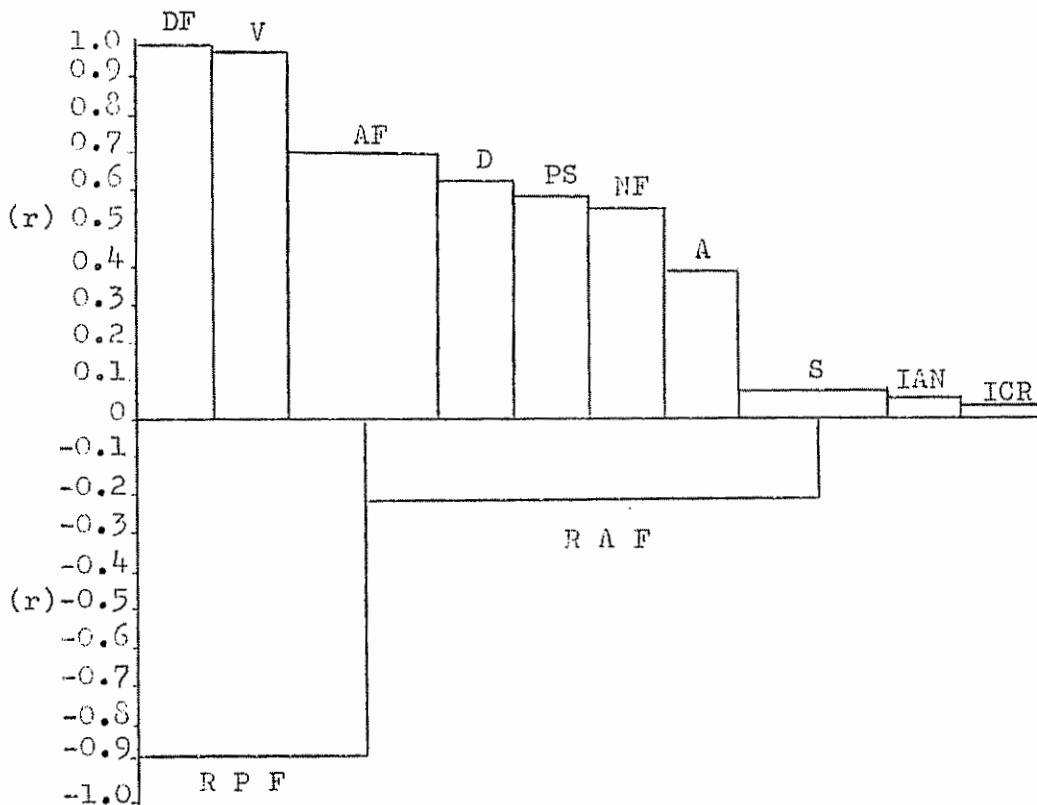


Figura 11. Correlograma da produtividade econômica com algumas características de crescimento.

4.6. Estimativa de habilidades genéticas baseada em características de plantas jovens

Conhecido os resultados provenientes da ação das variáveis de crescimento sôbre a produtividade biológica, e as interrelações desta, com a econômica, se procedeu um análise genético para se conhecer o comportamento endógeno das plantas com relação as variáveis medidas em plantas jovens. Êste análise foi feito para as dez variáveis, apesar de algumas delas não terem mostrado confiáveis para serem usadas numa seleção de plantas jovens para rendimento. Desafortunadamente, não foi possível realizar a análise com os índices de Área Foliar, Volume e rendimento pelo número insuficiente de híbridos, sendo usado somente quatro, dos doze para plantas jovens. O intuito da análise não foi exclusivamente conhecer o comportamento intrínscico das plantas, mas sim, e principalmente, ter evidências qual o caminho a percorrer numa seleção juvenil de cacau para produção.

Os resultados das análises da variancia para as dez variáveis medidas aparecem no Quadro 14. Como se infere no mesmo quadro, a habilidade genética das linhas UF 667, UF 613, SCA 6 e Pound 12 alcançou diferenças marcadas aos níveis de ($P \leq 0,01$) e ($P \leq 0,05$) de probabilidades.

Discriminando em primeiro lugar a habilidade materna das linhas, independentemente das outras fôrças genéticas que atuaram no sistema, se detectou que os clones UF 667 e UF 613 tiveram maior habilidade materna que os clones SCA 6 e Pound 12 já que, suas progênies mostraram grandezas que refletiram nas variáveis. Em geral e para tôdas as

Quadro 14. Análise da variância para as variáveis medidas em 12 híbridos de cacau.

| VARIÁVEIS | Habilidade Geral | | Materna | | Efeito re- cíproco | | Específica | | Erro | |
|------------------|------------------|------------|---------|-------------|-----------------------|------------|------------|------------|------|----------|
| | GL | Q M | GL | Q M | GL | Q M | GL | Q M | GL | Q M |
| Pêso sementes | 3 | 59,74++ | 3 | 140,89++ | 2 | 3,71++ | 2 | 4,24++ | 420 | 0,92 |
| Altura (cm) | 3 | 64,50++ | 3 | 1687,65++ | 2 | 80,96++ | 2 | 541,07++ | 416 | 12,03 |
| Diâmetro (mm) | 3 | 15,65++ | 3 | 53,14++ | 2 | - 0,64 | 2 | 0,81++ | 416 | 0,23 |
| Número de fôlhas | 3 | 9,80++ | 3 | 49,86++ | 2 | 3,98++ | 2 | 14,11++ | 416 | 2,15 |
| Pêso Sêco | 3 | 239,26+ | 3 | 5307,36++ | 2 | 574,16ns | 2 | 787,64ns | 60 | 609,21 |
| Área foliar | 3 | 51060,69++ | 3 | 338951,28++ | 2 | 90923,34ns | 2 | 94893,50ns | 60 | 80350,96 |
| R P F | 3 | 0,0093ns | 3 | 0,00135+ | 2 | 0,00135ns | 2 | 0,00215ns | 60 | 0,003 |
| R A F | 3 | 21,25 ns | 3 | 21,07++ | 2 | 14,32++ | 2 | 11,97++ | 60 | 4,75 |
| I C R | 3 | 0,0026ns | 3 | 0,00074ns | 2 | 0,00066ns | 2 | 0,0015ns | 48 | 0,0042 |
| I A N | 3 | 0,0026ns | 3 | 0,000019ns | 2 | 0,00001ns | 2 | 0,000003 | 48 | 0,000019 |

ns não significativo

+ significativo ao nível de (P = 0,05)

++ significativo ao nível de (P = 0,01)

características medidas excetuando I C R e I A N, a contribuição subrepujou os demais componentes genéticos que expressado pelo teste de Tukey no nível de significação de 1% confirma o fato, Quadro 12 do Apêndice. Somente na R A F e R P F os clones SCA 6 e Pound 12 obtiveram níveis maiores de significação. As altas diferenças a favor da habilidade materna para as linhas UF 667 e UF 613 poderiam dever-se a uma maior influencia ambiental de suas progênes durante o período de 225 dias. No entanto pode-se também refutar essa possibilidade, pelo fato de que os resultados de produção confirmaram que as progênes mais produtivas foram também aquelas que entravam UF 667 e UF 613 como genitores femininos.

Conforme resultados apresentados no Quadro 12 do Apêndice, o teste de Tukey ($P \leq 0,01$) de probabilidade detectou diferenças entre linhas para habilidade combinatoria geral apenas para as variáveis peso de sementes e diâmetro com superioridade para os clones UF 667 e UF 613 sobre SCA 6, Pound 12. Para as outras variáveis não houve significação entre as linhas, apesar de que, em alguns casos se denotou médias bem superiores.

De acordo aos valores médios apresentados no Quadro 13 do Apêndice se determinou que existe especificidade de algumas linhas para se cruzarem entre si. O teste de Tukey ($P \leq 0,01$) Quadro 13 do Apêndice indicou que houve diferenças marcantes de alguns híbridos sobre os outros e mesmo com os recíprocos. Isto indica a preferencia específica entre dois clones para se cruzar, e como exemplo a preferencia do clone UF 667 com SCA 6 e UF 613 com Pound 12. Êste fato é de suma importância, porque com certo grau de seguridade se pode fixar um

caracter de valor econômico.

O efeito recíproco mostrou diferenças entre as progênies para algumas variáveis e demonstrou principalmente que a maioria dos cruzamentos recíprocos não tiveram o mesmo comportamento. De acordo aos resultados do Quadro 14 do Apêndice isto se confirmou quando se fez as comparações de híbridos nas duas direções. De um modo geral, o efeito recíproco não demonstrou ter muita importância porque os valores indicaram que a grandeza do efeito das cruzas especiais superou os recíprocos. O efeito recíproco foi significativo para peso de sementes, altura, diâmetro e número de folhas e não significativo para as demais variáveis. No caso especial de peso de sementes o híbrido UF 667 vs SCA 6 foi superior a todos os outros com média 4,88 gramas e principalmente para o recíproco SCA 6 vs UF 667 cuja média foi 1,37 gramas.

4.7. Estimativa dos componentes da variancia baseada em características de plantas jovens

Por meio das comparações das médias correspondentes a cada habilidade genética detectou-se a diferença prática entre os híbridos; porém, os geneticistas preferem a estimativa da contribuição líquida de cada uma dessas habilidades. Por esta razão foi dado procedimento a uma análise de componentes da variancia cujos resultados estão expressados no Quadro 15 e Figura 12.

Ao decompor a variancia total em cinco componentes básicos: componente de habilidade combinatoria geral, materna, específica, recíproca e contribuição ambiental detectou-se que o fator ambiente é

Quadro 15. Componentes da variancia medidos para habilidades genéticas e efeito ambiental.

| VARIÁVEIS | Habilidade Geral | Habilidade Materna | Habilidade Específica | Efeitos Recíprocos | Componente Ambiental |
|------------------|---|---|---|---|---|
| | $\frac{\sigma_g^2}{\Sigma \sigma_i^2} \times 100$ | $\frac{\sigma_m^2}{\Sigma \sigma_i^2} \times 100$ | $\frac{\sigma_e^2}{\Sigma \sigma_i^2} \times 100$ | $\frac{\sigma_r^2}{\Sigma \sigma_i^2} \times 100$ | $\frac{\sigma_E^2}{\Sigma \sigma_i^2} \times 100$ |
| Pêso de sementes | 0,00 | 82,86 | 0,65 | 8,70 | 8,00 |
| Altura (cm) | 0,00 | 35,47 | 20,30 | 6,07 | 38,00 |
| Diametro (mm) | 0,00 | 60,50 | 1,80 | 0,00 | 37,60 |
| Número de folhas | 0,00 | 12,00 | 5,26 | 1,87 | 80,80 |
| Pêso sêco (g) | 0,00 | 23,90 | 2,15 | 0,00 | 73,90 |
| Área foliar | 0,00 | 11,10 | 0,35 | 1,89 | 86,60 |
| R P F | 0,00 | 6,89 | 2,40 | 0,00 | 89,60 |
| R A F | 0,00 | 4,40 | 0,00 | 25,19 | 74,80 |
| I C R | 0,00 | 0,90 | 2,00 | 0,00 | 97,90 |
| I A N | 0,00 | 4,47 | 0,99 | 0,00 | 94,50 |
| Total | | 24,25 | 3,59 | 4,37 | 68,17 |

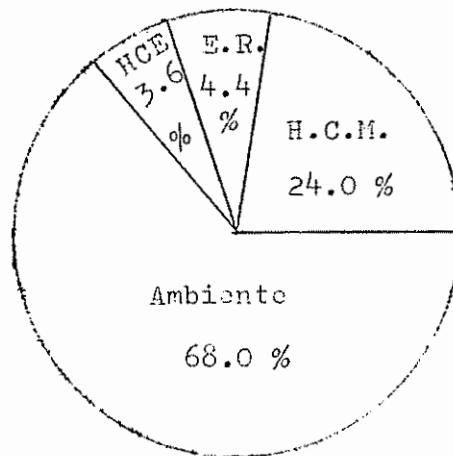


Fig. 12. Influencia das habilidades geneticas sobre variáveis de crescimento em plantas jovens de cacau.

determinante neste estágio da vida de uma planta, sendo seu pêso relativo de aproximadamente um 70% ficando o resto para as habilidades genéticas.

Das habilidades genéticas é sem dúvida a materna, a que supera a todas as outras habilidades, sendo sua contribuição de um 75% no contexto global genético.

Esta expressão tão surpreendente do componente materno poderia encontrar sua explicação no material relativamente jovem que foi usado.

5. DISCUSSÃO

O problema que se apresenta quando se deseja explicar as variações de rendimento econômico de um cultivo, com relação ao vigor e crescimento das plantas é sumamente complexo devido as interrelações de diversos processos. Apesar de já possuir uma grande contribuição científica sobre o assunto, nota-se que ainda não se tem podido integrar êstes processos de uma forma concreta que permita interpretar as variações na produção de um cultivo. Isto há dado lugar a que se realize trabalhos de investigação, com o fim de encontrar primeiramente os atributos que estão mais correlacionados com o rendimento e logo encontrar o método que permita desvendar o caminho para obtenção de plantas de alto rendimento econômica.

A complexidade do problema aumenta, desde quando o vigor nas plantas depende de seu genotipo, do manejo e do ambiente onde as plantas são cultivadas. Por êste motivo, a seleção fenotípica de plantas para rendimento deve ser sumamente criteriosa, desde quando, o resultado da interação genotipo fatores ambientais, regula o fenotipo das plantas.

Poderia assumir-se que alguns resultados obtidos no presente trabalho e as diferenças entre tratamentos se devem a constituição genotípica das plantas, logo que elas foram crescidas num mesmo ambiente e manejo.

Entre as variáveis estudadas em plantas jovens F_1 , o diâmetro, número de fôlhas, pêso sêco e área foliar são os parâmetros mais confiáveis para julgar vigor das plantas, devido a que mostram diferenças

notáveis entre genótipos. Não assim as outras variáveis que são geradas a partir de outras características de crescimento.

O tamanho e pêso das sementes estão governadas geneticamente por influências de gens e tecidos maternos (8), podendo-se atribuir que as diferenças obtidas entre os tratamentos não dependem do tipo de cruzamento e sim do genótipo materno inicial. Porém, dentro dos cruzamentos com o clone UF 613 de sementes grandes, foi encontrado variações no pêso das sementes. Isto pode dever-se a que este clone seja heterozigoto para o caracter tamanho de semente. Por outro lado Pound (37) menciona que o desenvolvimento do fruto e tamanho das sementes podem ser afetados por varios fatores.

As médias obtidas de 36 sementes de cada cruzamento mostraram que as plantas mães Trinitarias produziram sementes mais pesadas que as mães Amazonicas SCA 6 e Pound 12, o mesmo não ocorrendo quando os cruzamentos foram reciprocos. As sementes de mais baixo pêso foram resultantes dos cruzamentos em que aparecera SCA 6 e Pound 12 como progenitores femininos. Trabalhando com duas variedades autofecunda-das e cruzadas reciprocamente e contrastantes em tamanho e forma, de frutos e das sementes, Vello (46) informou que as medidas das geni-toras não foram influenciadas pelo grão de pólem.

O pêso das sementes mostrou altas correlações e porcentagem de associação positivas com altura, diâmetro, número de fôlhas, pêso sêco e AF até 225 dias, tempo que durou o trabalho demonstrando forte relação com as variáveis comentadas.

Com os dados obtidos de pêso de sementes, neste trabalho poderia

sugerir realizar uma pre-seleção juvenil em invernadeiro separando plantas vigorosas baseado neste caracter.

Resultados similares foram obtidos por Ascenso (7) em plantas de cacau com 105 dias de idade. Entretanto Vello (45) analisando dados de crescimento mensais encontrou mais alta correlação entre diâmetro e altura do caule e peso das sementes ao fim do terceiro mês, e que esta, decrescia com a idade das plantas até o quinto mes. A esta idade alguns híbridos provenientes de genitoras de sementes pequenas igualaram em vigor às plantas originadas de genitoras de sementes grandes, o qual interpretou como efeito de vigor híbrido, devido a ação dos genotipos liberados do efeito materno de maior reserva de alimento na primeira etapa de crescimento dos individuos de sementes grandes.

No presente estudo não correlacionou-se os incrementos mensais com o tamanho de semente e sim com o crescimento total ao final do ensaio. Tal fato pode explicar as diferenças de resultados com Vello (45) e por outro lado deixa planteada a necessidade de conduzir-se uma investigação mais conclusiva que inclua dados de crescimento até pelo menos um ano de idade das plantas.

Ainda que poderia-se correr algum risco numa seleção de plantas jovens para rendimento baseando-se unicamente no peso das sementes, pelo fato de ser muito larga a ponte de ligação semente - planta adulta, isto poderia por dedução, já que, os resultados da trilogística, semente - planta jovem - planta jovem - planta adulta comprovaram ser possível.

Por outro lado, se considera o fato de que progênies provenientes de cruzamentos de origem diferentes são mais produtoras (39, 41), tais cruzas poderiam ser realizadas, incluindo um progenitor feminino de semente grande, no intento de eleger progênies de alto rendimento e peso médio de semente mais alto.

Tal sugestão, se ~~baseia~~ também no fato do diâmetro melhor medida de vigor usável em plantas de 1 a 3 anos (15, 28, 39, 40), e área foliar, uma variável que se presta para comparar a capacidade de produção de um vegetal ou campo cultivado (3, 52).

A altura, diâmetro, número de folhas, peso seco e AF foram variáveis que mostraram fortes graus de associação com o vigor das plantas e indicaram estar correlacionados entre si. Estes resultados foram similares aos de Atanda (10) quando afirmou que estes índices são todos confiáveis para avaliar o comportamento de um cultivar de cacau. Ascenso e Bartley (8) encontraram associação positiva entre altura e diâmetro cujas características podem ser usados com igual efeito em crescimento de plantas. Adiantam ainda eles, que talvez a altura subministre melhor informação de grandeza que o diâmetro, porém a associação das duas medidas se complementam para um critério de seleção. O autor está de acordo com esta última afirmativa, porque, foi obtido no presente trabalho um grau de associação de 94% entre volume e rendimentos de plantas, e volume nada mais é, que um produto de diâmetro e altura. Segundo Soria (40) a altura das plantas isoladamente é ~~bã~~ indicação de vigor, apenas até a idade de aparição do verticilo (13-15 meses) pois, aos 2 anos de idade foram encontradas baixas correlações

com produção. No entanto, e apesar do pequeno número de híbridos produtivos que se obteve para correlacionar rendimento e variáveis de crescimento tomadas em plantas jovens de genótipos similares, demonstrou-se que os mais altos diâmetros e alturas alcançadas nas plantas jovens foram exatamente os mais produtivos em campo. O híbrido mais vigoroso em invernadeiro com 34,90 cm de altura e 6,25 mm de diâmetro foi o mais produtivo dentro os 4 escolhidos. Comparado com seu recíproco foi bem mais vigoroso, corroborando os comentários anteriores de que se deve levar em consideração o tipo de participação de cada progenitor.

As variações ocorridas em AF em certos híbridos, talvez não haja sido proveniente da constituição genética dos indivíduos, e sim por factores ambientais difíceis de serem controlados totalmente. Se pode admitir como causas principais, o subministro de água cujo controle é difícil em plantas cultivadas em vasos, ataques ocasionais de insetos, microorganismos, volume de solo e fertilização. As médias de AF de 36 plantas de cada progênie variaram de 134,52 dm² a 214,10 dm² para os híbridos SCA 6 x UF 667 e UF 613 x Pound 12 respectivamente. Isto indica mais uma vez, que a maior produtividade biológica alcançada por este híbrido refletiu na produtividade econômica em campo.

Em que pese o fato dos dados de produção de frutos somente de quatro híbridos adultos com os mesmos genótipos das plantas jovens encontrou-se que as mesmas variáveis diâmetro do talo, número de folhas, peso seco e área foliar que correlacionaram a níveis altos de

associação com as outras medidas em plantas jovens, também foram as que mostraram os mais altos valores de associação entre os dados das plantas jovens com a produção das adultas. Isto permite concluir que estas medidas devem considerar-se como as melhores indicadoras de vigor desde a idade juvenil.

De um modo geral os valores médios encontrados para IAN e ICR foram muito baixos para todos os tratamentos, $0,0009 \text{ g/dm}^2/\text{semana}$ e $0,011 \text{ g/g/semana}$ respectivamente. Apesar de que, IAN e ICR são índices bastante baixos em cacau comparado a outros cultivos, alguns investigadores (20, 23, 45, 3, 21, 33) obtiveram valores bem mais superiores dos apresentados no presente trabalho. Os resultados deste trabalho divergiram dos de Oyebade (33) porque, enquanto se obteve valores superiores para ICR e mais baixos para IAN, a investigadora alcançou valores de $0,080 \text{ g/dm}^2/\text{semana}$ para IAN e de $0,0121 \text{ g/g/semana}$ para ICR.

As variações ocorridas com IAN e ICR foram atribuídas principalmente às condições ambientais de intensidade de luz, com alternâncias de dias claros e nublados, e baixas bruscas de temperatura. Segundo Alvim (5) a ação térmica da luz, mais que a luminosa, é o principal factor ambiental que afeta os fenômenos fisiológicos da transpiração e perda de água, crescimento e atividades metabólicas das plantas. Por outro lado, isto tem suas razões, se se considerar que as variações de IAN e ICR se processaram durante os períodos mais frios de Costa Rica, dezembro e janeiro (1).

Como era de esperar-se, os valores baixos de IAN e ICR foram devidos a pouca luminosidade e radiação solar dentro do invernadeiro

onde se realizaram os trabalhos, cujas médias variaram entre 3500 lux em dias claros e 58,00 cal/cm²/dia respectivamente. Por outro lado, não se deve abandonar a possibilidade de que existiram diferenças na capacidade genética de aproveitamento da energia radiante, pelas diferentes progênies.

Os valores superiores de ICR sobre IAN talvez sejam devidas a densidade do cultivo ou autosombreamento, dando lugar a que as folhas sombreadas, consumissem mais que produziam, e também, a mobilização do pouco fotossintetizado para outras partes da planta. Por outra parte, os valores altos da RAF contribuíram para o aumento do ICR, porque o ICR de um cultivo é o resultado do produto do IAN por RAF (38). E ainda que os valores encontrados para IAN foram baixos, uma RAF elevada compensou para que se obtivesse ICR mais elevado. A matriz de correlação revelou as relações entre ICR e RAF e esta com RPF.

Não se encontrou correlação dos IAN e ICR com produção de plantas, indicando que os dois parâmetros não são bons avaliadores de rendimento. As opiniões de Watson (52) e Alvim (3) são taxativas quando informam que IAN, e ICR são medidas relativas que variam com as condições de luz e idade das plantas, e por este motivo não se prestam tanto para comparar a capacidade produtiva de um vegetal ou campo cultivado. Segundo Alvim (3) uma variedade com baixo IAN, não é necessariamente uma variedade pouco produtiva.

A RAF e RPF também não mostraram correlações positivas com produção de plantas, revelando não serem índices adequados para julgar produção em plantas de cacau. Apesar do fato, Jocelyne (6) encontrou que a RAF foi o índice de crescimento que refletiu melhor as condições de

produtividade em feijão, corroborando o trabalho de Wallace e Munger (50), que também em feijão consideraram que a AF e uma RAF elevadas determinam conjuntamente os rendimentos em grão de uma planta.

O estudo de crescimento em base aos índices IAN, ICR, RAF e RPF em termos gerais mostraram ser menos eficientes para estimar crescimento que as outras medidas. Estes índices são figuras geradas de dois ou mais fatores endógenos da planta e do meio. Ao achar o ótimo de um desses fatores, como no caso presente da luz, é possível que afete grandemente os valores dos índices. Por esta razão, não parece recomendável usar os índices mencionados para avaliar crescimento de progênies, de cacau.

O volume e DF calculados em plantas provenientes de quatro híbridos em produção, de genótipos similares às plantas jovens, revelaram pelas correlações que foram parâmetros mais fortes para julgar rendimentos. As altas porcentagens de associação, 94 e 96% para densidade foliar e volume respectivamente, indicaram que existe uma alta confiabilidade para selecionar plantas de alta produção baseado nestes dois parâmetros.

Já se comentou anteriormente de que a AF é o componente mais importante no crescimento e produção de um cultivo, isto vem corroborar a elevada associação da DF com rendimento, porque ela nada mais é, que a AF de um vegetal ou campo cultivado.

O valor 3,5 para DF obtido para o híbrido UF 613 x Pound 12 com oito anos de idade, pareceu ser elevada, porém, pode ser justificado si se considerar a densidade do plantio cujo espaçamento é de 2 x 2 m de planta a planta.

Um plantio de cacau muito denso sem manejo adequado de poda ou com pouca luminosidade, tem a desvantagem de ultrapassar a DF ótimo em um espaço de tempo relativamente curto ocasionando uma baixa expressiva da produtividade econômica. Segundo Alvim (4) as distâncias de plantio recomendáveis para um determinado cultivo devem variar segundo a luminosidade do ambiente, sendo, naturalmente, menor nos lugares que recebam maior intensidade de irradiação.

Os híbridos de maior produção de frutos foram UF 613 x Pound 12 e UF 613 x SCA 6, e também os que obtiveram maior volume e DF. A média de frutos por planta para o híbrido UF 613 x Pound 12 foi 11; que considerado de maneira individual por planta pareceu baixo, porém é razoável, quando considerada por área cultivada.

Segundo Ocampo (52) a seleção de clones em cacau para obtenção de híbridos não se baseou fundamentalmente na habilidade combinatoria geral e os híbridos que se explora comercialmente, provêm de cruzamentos obtidos de seleções por caracteres fenotípicos desejáveis e de diversificação genética diferente. Estudando a influência genética de alguns clones de cacau no rendimento econômico de seus cruzamentos o investigador encontrou que dentre os melhores que se destacaram por possuir habilidade combinatoria geral, tanto como progenitor masculino e feminino, estavam os clones amazônicos Pound 7, Pound 12; entre os trinitários, UF 667, UF 613 e outros, e ocupando um valor intermediário destacou-se o clone amazônico SCA 6. Informa ainda Ocampo, que os resultados do seu trabalho concordam com os obtidos por Soria e Esquivel, citados por Ocampo, que usaram dados de produção de dois anos do

mesmo experimento usado por êle.

Dos quatro híbridos que se obteve rendimento, não foi possível analisar os resultados para habilidade combinatoria conforme desenho dialelico, por não ser suficiente o número de híbridos. No entanto, como se obteve resultados da habilidade combinatoria para as dez variáveis medidas em plantas jovens a maioria delas mostraram relação estreitas com rendimento é provavel que também a produção econômica dependa dos mesmos efeitos genéticos conseguidos para as variaveis.

Pelos resultados obtidos se deduz que a produtividade biológica das plantas de cacau até a idade de 225 dias dependem quase que exclusivamente da habilidade materna.

Na maioria das variáveis medidas os clone UF 667 e UF 613 mostraram uma alta habilidade genética como boas mães. Conforme o comportamento médio de uma linha ou a capacidade do clone como genitor feminino, êles se identificaram como mais valiosos para transmitir o caracter aos seus híbridos. Em ordem decrescente de valor como genitores femininos estão os clones UF 667, UF 613, Pound 12 e SCA 6. Para a maioria das variáveis medidas os clones UF 667 e UF 613 mostraram suas habilidades para cruzarem bem com os pais Pound 12 e SCA 6. Os clones SCA 6 e Pound 12 mostraram pouca habilidade combinatoria como genitores femininos resultando inferiores aos clones UF 667 e UF 613.

Na maioria dos casos os híbridos provenientes de cruzas entre clones amazônicos SCA 6 x Pound 12 ou recíprocos, exibiram uma capacidade de pequena magnitude. As cruzas entre trinitarios foram superiores

que os amazônicos, porém, manifestou-se um aumento extra de vigor, os cruzamentos resultantes de clones trinitarios x amazônicos.

O clone SCA 6 apresentou uma alta habilidade especifica para cruzar com UF 667 e em grau menor com UF 613, O clone Pround 12 mostrou possuir melhor habilidade combinatoria especifica com o clone UF 613.

Já que não foi possível conhecer a habilidade combinatoria dos híbridos para rendimento, pode-se admitir que, se os principais parâmetros responsáveis pela produtividade biológica mostraram relação positiva com rendimento possivelmente a influência materna das plantas seja a mais responsável pelo vigor e desenvolvimento e esta influência poderia também influir grandemente sobre a produtividade econômica.

Para testar esta possibilidade faz necessário dispor maior quantidade de dados de produção real de uma série de cruzamentos dialélicos entre pais de características contrastantes e relacionadas com as medidas de produção.

6. CONCLUSÕES

1. As variáveis pêsco de sementes, altura, diâmetro, número de folhas, pêsco sêco e área foliar são tôdos parâmetros confiáveis, quando tomados em conjunto para julgar vigor em plantas jovens.
2. As variáveis IAN, ICR, RAF e RPF não são indicadores confiáveis para estimar vigor em plantas jovens. Aparentemente, elas são altamente alteráveis por fatores ambientais e manejo, além da dependência das variações ocorridas com as variáveis primarias, pêsco sêco e área foliar ao tempo.
3. O volume e a densidade foliar tomados em plantas adultas em produção são índices que apresentam confiabilidade com a habilidade produtiva das plantas.
4. As interrelações ocorridas entre as variáveis de crescimento em plantas jovens e adultas, demonstram que, com uma bôa margem de segurança se pode eleger plantas juvenís com características de crescimento.
5. Será sempre necessário realizar uma ponte de ligação para predir rendimento, a qual seria: semente - planta jovem - planta jovem - planta adulta. Entre a ponte planta jovem - planta adulta, pode-se eleger a variável de mais fácil uso que esteja correlacionada com produção em adulta.
6. Como base intrinseca dos fenômenos que ocorrem em se explorar o sistema genético, se distinguiu a influência materna para a maioria das variáveis, que poderia tomar em consideração num programa de seleção.

7. Com a partição dos componentes genéticos, a habilidade combinatória geral das linhas estudadas foi relativamente baixa para medir com confiabilidade as variáveis responsáveis pela produtividade biológica. Talvez sua influência seja maior, se levar em consideração a participação conjunta dos progenitores masculinos e femininos.
8. A habilidade específica e os efeitos recíprocos não apresentaram grandes participações, apesar de que, em alguns casos mostrassem significativos.

7. RESUMO

O objetivo principal da presente investigação foi estudar alguns índices de crescimento em plantas jovens e adultas e determinar suas relações com a produtividade econômica. O trabalho realizou-se em Turríalba mediante os cruzamentos possíveis entre quatro clones de cacau obtendo-se doze híbridos de um desenho dialélico incompleto em as autofecundadas. Se registraram dados de peso de sementes, diâmetro, altura, peso seco, número de folhas, área foliar, IAN, ICR, RAF, e RPF nas plantulas jovens. Na Fazenda "La Lola", em quatro híbridos produtivos de genótipos similares às plantas jovens tomou-se dados de volume, densidade foliar e rendimento.

As informações coletadas compreenderam três fases de análise: a primeira de um análise preliminar para discriminação dos híbridos; a segunda de correlações simples entre as variáveis medidas em plantas jovens e adultas e suas relações com a produtividade econômica; e terceira, análise das habilidades genética das linhas, sobre as variáveis medidas em plantas jovens.

Encontrou-se diferenças grandes entre híbridos para a maioria das características. Os coeficientes de correlação simples foram bastante altos para algumas variáveis, baixos e negativos para outras. O diâmetro, número de folhas, peso seco e área foliar foram características medidas em plantas jovens mais fortemente associadas com produtividade econômica das plantas adultas. O volume e a densidade foliar medidas em plantas adultas mostraram altos graus de associação com rendimento, 94 e 96% respectivamente. As outras variáveis mostraram

baixas correlações com produção, indicando não serem confiáveis para uso em seleção juvenil para produtividade.

Os resultados genéticos indicaram que a habilidade materna superou as demais contribuindo com 75% de influência do total genético e em 24% no contato global. Pelo menos em plantas jovens, a habilidade combinatoria geral não teve nenhuma contribuição. Apesar de pequenas houve respostas para habilidade combinatoria específica e para os efeitos recíprocos, o que demonstra haver especificidade para determinadas cruzas.

Para selecionar plantas juvenis para crescimento pode-se com confiabilidade usar como medidas, a área foliar, peso seco, número de folhas e diâmetro do talo. Ainda que todos estes parâmetros mencionados mereçam confiança quando tomados em conjunto ou mesmos isolados, por comodidade e rapidez se recomendaria numa seleção tomar o diâmetro.

Como desafortunadamente não foi possível analisar as habilidades genética para os dados tomados em plantas adultas pode-se por dedução admitir que a habilidade materna contribua também em altas proporções sobre a produção, pelo fato da sua alta significação exercida sobre a produtividade biológica.

Os clones UF 667 e UF 613 mostraram boa habilidade combinatoria para crescimento inicial de híbridos de cacau, superando na maioria dos casos aos clones SCA 6 e Pound 12. Parece que o maior peso das sementes determina a bondade de crescimento inicial dos dois clones sobre os outros. Ainda que tal afirmação possa ser correta, a carencia de informação sobre as características endógenas das sementes de cacau pode dar lugar a falsas interpretações.

7a. SUMMARY

The main objective of this research was to study some growth measurements and indexes in young and adult plants and to determine their relationships with the economic productivity. The research was carried out in Turrialba, Costa Rica using all the possible crosses, less selfings, of a diallel model with four clones. Individual records per plant were registred for seed weight, diameter, hight, dry weight of plants, number of leaves, IAN, ICR, RAF, and RPF. In four hybrids with the same genotypes than in the seedlings, grown in La Lola Farm, data of tree volume, foliar density and 4 years of yield were recorded.

Three types of analyses were applied to each set of data: a discriminative analyses of the hybrids, simple correlations between the variables of seedlings and adults and their relationships with the economic productivity, and a genetic analysis of combining abilities of the parental clones, using the variables of the seedlings.

Statistical differences between hybrids were found for the majority of characteristics. The simple coefficients of correlation were positive high and significant for some variables, low or negative for others. Diameter, number of leaves, dry weight and leaf area were the more strongly associated characters with productivity of adult plants. Volume and foliar density of adult plants showed strong association with yield, with 94 and 96% respectively. The other variables showed low correlation coefficients with yield, indicating that they are not reliable to use in early selection for yield.

The results of the genetical analysis indicated that maternal ability was the highest, with 75% of the total genetic variance and 24% of the total. At least in seedlings the general combining ability was negligible. There were low contributions of specific combining ability and reciprocal effects, which indicates that there is some specificity in certain crosses.

For early selection for grow, the following variables can be used efficiently: leaf area, dry weight, number of leaves, and girth of stem. Although all these parameters are reliable as isolated or group data, for facility and speed, diameter could be recommended as a good estimate for selection.

As it was not possible to make a genetic analysis of the data collected in the adult plants, it could be deduced that the maternal ability also is influencing strongly in production, as it was the highest significant estimate in biological productivity.

Clones UF 667 and UF 613 showed better maternal ability for early growth than the hybrids of clones SCA 6 and Pound 12. It would seem that the weight of the maternal seed determines the future growth of the seedlings. In spite of that this assumption might be correct, the lack of information of the endogenous characteristics of the cacao seeds could lead to wrong interpretations.

8. LITERATURA CITADA

1. ALVIM, P. de T. Estudos sobre o crescimento do tronco do cacau-eiro. In VI Reunião do Comitê Técnico Interamericano de Cacau. Salvador, Bahia, Brasil, 1956.
2. _____. Fisiología del crecimiento y de la floración del cafeto. Café (Costa Rica) 2(6):57-64. 1960.
3. _____. Los factores de la productividad agrícola. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas BFPA, 1962. 20 p.
4. _____. Segredo do alto rendimento das plantas. Cacau Atualidades (Brasil) 1:7-8, 1-4. 1964.
5. _____. El problema del sombreamiento del cacao bajo el punto de vista fisiológico. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Curso de Cacao, 1967. 7 p.
6. ASCENCIO, J. Análisis del crecimiento y eficiencia fotosintética del frijol (Phaseolus vulgaris L., "Turrialba-4") cultivado en solución nutritiva. Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1972. 98 p.
7. ASCENSO, J. C. The inherance of and relationships among growth characters of young cacao seedlings. Thesis (Missão de Estudos Agronomicos do Ultramar). Imperial College of Tropical Agriculture, Trinidad, W. I. 1960. 72 p.
8. _____ e BARTLEY, B. G. D. Varietal relationship of growth factors of young cacao seedlings. Euphytica 15:211-223. 1966.
9. ASOMANING, E. J. Note on estimation of leaf areas of cocoa from leaf length data. Canadian Journal of Plant Science 43: 243-245. 1963.
10. ATANDA, O. A. Correlation studies in Theobroma cacao L. Turrialba 22(1):81-89. 1972.
11. BARTLEY, B. G. D. Genetic studies. In Imperial College of Tropical Agriculture. Annual Report on Cacao Research 1963. St. Augustine, Trinidad, 1964. pp. 30-33.
12. BLACKMAN, G. E. e WILSON, G. L. Physiological and ecological studies in the analysis of plant environment. VII. An analysis of the differential effects of light intensity on the net assimilation rate, leaf-area ratio and relative growth rate of different species. Annals of Botany, London 15:373-408. 1951.

13. CHANG, JEN-HU. Climate and agriculture, and ecological survey. Chicago, Aldine Publishing Co., 1968. 304 p.
14. CHEESMAN, E. E. Notes on the nomenclature, classification and possible relationships of cacao populations. Tropical Agriculture (Trinidad) 21(8):144-159. 1944.
15. COCKERHAM, C. CLARK. Estimation of genetic variances. North Carolina University. Institute of Statistics. Reprint Series nº 175. 1963. 94 p.
16. ENRIQUEZ, C. G. et al. Observaciones preliminares de la variabilidad de algunas características en la progenie híbrida de cruces interclonales de cacao. In American Society for Horticultural Science, Caribbean Region. Proceedings. San José, Costa Rica.
17. _____ e SORIA, V. J. Catálogo de cultivares de cacao. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1967. 81 p.
18. GLENDINNING, R. D. The relationship between growth and yield in cacao varieties. Euphytica 9(3):351-355. 1960.
19. _____. Further observations on the relationship between growth and yield in cacao varieties. Euphytica 15:116-127. 1966.
20. GOODALL, D. W. Growth analysis of cacao seedlings. Ann. Botany (N.S.) 14(54):291-306. 1950.
21. GRANGIER, A. Jr. e ALVIM, P. de T. Estudio sobre el crecimiento de plántulas de cacao de diferente origen genético. Cacao (Costa Rica) 11(2):1-3. 1966.
22. GUISCAFRE-ARRILLAGA, J. e GOMEZ, L. A. Effect of solar radiation intensity on the vegetative growth and yield of coffee. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico 26(4):73-90. 1942.
23. HURD, R. G. Growth analysis of cocoa up to the age of bearing (3 years). In Nigeria. West African Cocoa Research Institute. Annual report 1958-1959. Ibadan. 1958. p. 48.
24. INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS. Finca de cacao La Lola (sus principales características, programas experimentales y suelos). Cacao (Costa Rica) 8(2):1-40. 1963.
25. KEMP, C. D. Methods of estimating the leaf area of grasses from linear measurements. Annals and Botany (n.s.) 24:491-499. 1960.

26. KEMPTHORNE, O. An introduction to genetics statistics. New York, Wiley, 1952. 631 p.
27. MACHADO, S. A. El uso de la correlación y de la regresión en los sistemas de investigación. Chinchiná (Colombia), Centro Nacional de Investigaciones de Café. Boletín Informativo 3(31):25-44. 1952.
28. MARIANO, A. H. Relaciones entre algunas medidas de vigor y producción en cacao. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1966. 41 p.
29. MURAMOTO, H. et al. Relationships among rate of leaf area development, photosynthetic rate, and rate of dry matter production among American cultivated cottons and other species. Crop Science 5:163-166. 1965.
30. MCKEE, G. W. A coefficient for computing leaf area in hybrid corn. Agronomy Journal 56:240-241. 1964.
31. NYA NGATCHOU, J. e LOTODE, R. Variabilité de la precocité chez les premiers híbrides obtenus au Cameroun et recherche d'une corrélation entre le diamètre des troncs a un age donne et la precocité des híbrides. In Conferencia Internacional de Pesquisas em Cacau, 2a., Salvador-Itabuna, Brasil, 1967.
32. OCAMPO, F. Estudio de la influencia genética de algunos cultivares de cacao en el rendimiento de sus cruces. Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1970.
33. OYEBADE, I. T. A comparative growth analysis study of four cocoa varieties. Turrialba 22(3):275-281. 1972.
34. PAEZ, B. G. Notas de clase de diseño y técnica de experimentos. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1972. p. irr.
35. _____. Métodos de investigación en producción animal. Turrialba, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1964. 267 p.
36. POLANIA, H. Germinación del polen de cacao, crecimiento del tubo polínico y cuajamiento. Acta Agronómica. Palmira, Colombia 3(1):9-37. 1953.
37. POUND, F. J. The genetic constitution of the cacao crop. In Imperial College of Tropical Agriculture. Annual report on cacao research 1:10-24. 1932; 2:9-25. 1933.

38. REYES, LILIAN C. DE. Resultados preliminares de un ensayo comparativo de progenies de cacao amazónico x criollos, amazónicos x trinitarios y criollos x trinitarios. In American Society of Horticultural Science, Caribbean Region. Proceedings. México, 1964. v. 7, pp. 96-99.
39. RADFORD, P. J. Growth analysis formulae. Their use and abuse. *Crop Science* 7(3):171-175. 1967.
40. SORIA V., J. El vigor híbrido y su uso en el mejoramiento genético de cacao. *Fitotecnia Latinoamericana* 1(1):59-78. 1964.
41. _____ e ESQUIVEL, O. Relationship between precocity, growth and yield in cacao. *Turrialba* 20(2):193-197. 1970.
42. SPRAGUE, G. F. e TATUM, L. A. General vs. specific combining ability in single crosses of corn. *Journal American Society of Agronomy* 34:923-939. 1942.
43. TRINIDAD REGIONAL RESEARCH CENTRE, IMPERIAL COLLEGE OF TROPICAL AGRICULTURE. Annual Report on Cacao Research 1965. St. Augustine, Trinidad, W. I. University of the West Indies. 1966. 81 p.
44. TROJER, H. El clima y el desarrollo de la producción de cacao en la finca "La Lola". *Cacao (Costa Rica)* 13(4):1-9. 1968.
45. VELLO, F. Estudio preliminar sobre la influencia del origen de los padres en la expresión del vigor híbrido en plántulas de cacao. Tesis Mag. Sc. Turrialbá, Costa Rica, IICA, 1963. 61 p.
46. _____. Influencia da origem do grão de pólem sobre alguns caracteres fenotípicos do fruto de cacau. In Itabuna, Bahia, Brasil. Centro de Pesquisas do Cacau. Relatorio Anual 1964. Bahia, Imprensa Oficial, 1965. pp. 9-11.
47. VISSER, T. The relation between growth, juvenile period and fruiting of apple seedlings and its use to improve breeding efficiency. *Euphytica* 19:293-302. 1970.
48. VOELKER, O. J. A study of controlled pollinization in cacao (Theobroma cacao). Nigeria Agricultural Department. Bulletin nº 11:39-44. 1936.
49. _____. On method of controlled pollination of cacao. Nigeria Agricultural Department Annual Bulletin 10:50-51. 1941.

50. WALLACE, D. H. e MUNGER, H. M. Studies of the physiological basis for yield differences. I. Growth analysis of six dry bean varieties. Crop Science 5:343-348. 1965.
51. WARING, J. H. The probable value of trunk circumference as an adjunct to fruit yield in interpreting apple orchard experiments. In American Society of Horticultural Science. Proceedings. Maryland, College Park, 1920. v. 17, pp. 179-185.
52. WATSON, D. G. The physiological basis of variation in yield. Advances in Agronomy 4:101-145. 1952.

A P P E N D I C E

Quadro 1. Valores médios e representação gráfica do comparador Duncan ao nível de ($P \leq 0,05$) nas variáveis de crescimento e rendimento em híbridos de cacau.

| | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|----------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Peso de sementes (g) | BxC | BxD | AxD | AxC | AxB | DxB | DxA | CxA | DxC | CxD | CxD | CxD |
| | 4,88 | 4,00 | 3,35 | 3,03 | 2,91 | 1,72 | 1,68 | 1,52 | 1,47 | 1,45 | 1,37 | 1,37 |
| Altura das plantas (cm) | BxC | AxD | BxD | BxA | CxD | CxA | DxC | DxB | AxB | DxA | CxB | CxB |
| | 37,50 | 34,90 | 31,10 | 27,90 | 27,60 | 27,40 | 27,30 | 27,30 | 26,70 | 26,40 | 25,50 | 25,50 |
| Diâmetro do caule (mm) | AxD | BxA | AxC | BxD | AxB | DxA | DxB | DxC | CxD | CxA | CxB | CxB |
| | 6,25 | 6,14 | 5,85 | 5,85 | 5,41 | 4,93 | 4,89 | 4,87 | 4,59 | 4,41 | 4,27 | 4,27 |
| Número de fôlhas | BxC | AxC | BxA | BxD | CxD | CxB | AxB | CxA | DxA | DxC | DxB | DxB |
| | 10,84 | 10,75 | 10,59 | 9,47 | 9,37 | 9,30 | 9,25 | 9,05 | 9,04 | 8,92 | 8,77 | 8,77 |
| Peso sêco | AxD | BxC | BxD | BxA | BxC | AxB | DxB | DxA | CxD | CxA | CxB | CxB |
| | 16,53 | 16,28 | 13,30 | 12,52 | 10,28 | 10,17 | 10,13 | 9,87 | 9,68 | 9,20 | 9,20 | 7,63 |
| Área Foliar | AxD | BxC | BxD | CxD | BxA | DxC | CxA | DxB | DxA | AxB | AxB | CxB |
| | 137,95 | 202,95 | 160,38 | 160,10 | 156,98 | 156,75 | 153,70 | 148,75 | 146,82 | 137,95 | 131,52 | 131,52 |
| R A F | CxB | CxD | DxC | DxA | AxC | DxB | AxB | AxB | BxC | BxA | BxD | RxD |
| | 2,90 | 2,84 | 2,55 | 2,50 | 2,45 | 2,42 | 2,27 | 2,20 | 2,20 | 2,11 | 2,00 | 2,00 |
| R P F | CxB | CxD | DxB | BxC | AxC | CxA | AxD | DxA | AxB | BxA | BxD | BxD |
| | ,085 | ,081 | ,078 | ,076 | ,076 | ,076 | ,074 | ,074 | ,071 | ,069 | ,068 | ,068 |
| I C R | AxC | CxD | DxC | CxA | BxC | CxB | DxB | AxD | AxB | BxA | BxD | DxD |
| | ,018 | ,018 | ,015 | ,015 | ,014 | ,013 | ,013 | ,013 | ,013 | ,013 | ,013 | ,012 |
| I A N | AxC | BxC | DxC | BxA | DxB | BxD | AxB | CxA | DxA | CxB | CxD | CxD |
| | 1,23 | 1,12 | 0,97 | 0,95 | 0,93 | 0,92 | 0,92 | 0,87 | 0,82 | 0,80 | 0,75 | 0,75 |
| Rendimento | AxD | AxC | DxB | BxC | DxB | DxB | DxB | CxA | AxB | BxA | BxD | BxD |
| | 11,25 | 9,13 | 7,14 | 6,77 | 6,77 | 6,77 | 6,77 | 6,77 | 6,77 | 6,77 | 6,77 | 6,77 |
| Volumen | AxD | AxC | DxB | BxC | DxB | DxB | DxB | CxA | DxA | CxB | CxD | CxD |
| | 12646,91 | 10753,45 | 9111,41 | 7518,79 | 7518,79 | 7518,79 | 7518,79 | 7518,79 | 7518,79 | 7518,79 | 7518,79 | 7518,79 |
| D F | AxD | AxC | DxB | BxC | DxB | DxB | DxB | CxA | DxA | CxB | CxD | CxD |
| | 3,5 | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 3,4 |

A = UF 613; B = UF 677; C = SCA 6; D = Pound 12 + (acrescentado 10³)

Quadro 2. Valores médios de pêsco sêco em seis plantas jovens de cacau a intervalos de 15 dias.

| Híbridos ♀ x ♂ | Idade das plantas (dias) | | | | | |
|-------------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 150 | 165 | 180 | 195 | 210 | 225 |
| A x B | 7,13 | 6,46 | 9,05 | 10,43 | 12,28 | 15,66 |
| A x C | 7,38 | 10,39 | 11,75 | 15,98 | 18,76 | 22,34 |
| A x D | 10,00 | 12,26 | 13,78 | 20,13 | 20,63 | 22,34 |
| B x A | 8,35 | 8,05 | 11,88 | 11,66 | 16,93 | 18,23 |
| B x C | 9,31 | 10,91 | 13,50 | 19,61 | 21,96 | 22,40 |
| B x D | 9,43 | 9,50 | 12,20 | 12,51 | 17,78 | 18,41 |
| C x A | 5,19 | 6,44 | 8,45 | 10,03 | 12,18 | 12,89 |
| C x B | 4,21 | 5,31 | 6,89 | 9,63 | 10,00 | 9,76 |
| C x D | 4,98 | 6,71 | 7,73 | 11,14 | 12,38 | 15,10 |
| D x A | 6,93 | 7,10 | 8,05 | 9,51 | 12,18 | 15,06 |
| D x B | 6,16 | 6,66 | 8,55 | 10,43 | 14,20 | 15,70 |
| D x C | 6,63 | 7,73 | 8,25 | 10,98 | 12,01 | 15,14 |

A = UF 613; B = UF 667; C = SCA 6; D = Pound 12

Quadro 3. Valores médios de Área Foliar (AF) em dm^2 tomados em seis plantas jovens de cacau a intervalos de 15 dias.

| Híbridos ♀ x ♂ | Idade das plantas (dias) | | | | | |
|-------------------|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 150 | 165 | 180 | 195 | 210 | 225 |
| A x B | 79,57 | 99,04 | 122,37 | 158,45 | 177,79 | 190,44 |
| A x C | 142,95 | 156,34 | 215,37 | 214,40 | 221,94 | 225,85 |
| A x D | 150,56 | 172,17 | 213,38 | 240,77 | 247,59 | 260,00 |
| B x A | 81,34 | 119,86 | 149,83 | 174,62 | 208,92 | 207,38 |
| B x C | 155,87 | 165,15 | 175,50 | 226,27 | 254,48 | 240,41 |
| B x D | 90,87 | 126,02 | 156,75 | 152,79 | 203,30 | 232,55 |
| C x A | 84,12 | 125,20 | 140,28 | 176,50 | 199,22 | 196,85 |
| C x B | 78,12 | 100,01 | 108,67 | 164,36 | 165,77 | 172,18 |
| C x D | 92,24 | 128,13 | 136,45 | 178,82 | 200,62 | 224,12 |
| D x A | 71,03 | 121,61 | 128,58 | 165,11 | 193,34 | 201,24 |
| D x B | 72,15 | 119,53 | 134,30 | 188,04 | 216,89 | 209,58 |
| D x C | 73,82 | 121,82 | 120,24 | 183,17 | 182,75 | 210,68 |

A = UF 613; B = UF 667; C = SCA 6; D = Pound 12

Quadro 4. Valores médios da Razão da Área Foliar (RAF) em seis plantas jovens de cacau a intervalos de 15 dias.

| Híbridos ♀ x ♂ | Idade das plantas (dias) | | | | | |
|-------------------|--------------------------|------|------|------|------|------|
| | 150 | 165 | 180 | 195 | 210 | 225 |
| A x B | 1,85 | 2,55 | 2,25 | 2,53 | 2,41 | 2,02 |
| A x C | 3,22 | 2,50 | 3,05 | 2,23 | 1,97 | 1,68 |
| A x D | 2,50 | 2,33 | 2,58 | 1,99 | 1,99 | 1,93 |
| B x A | 1,62 | 2,48 | 2,10 | 2,49 | 2,05 | 1,89 |
| B x C | 2,78 | 2,52 | 2,16 | 1,92 | 1,93 | 1,78 |
| B x D | 1,60 | 2,21 | 2,14 | 2,03 | 1,90 | 2,10 |
| C x A | 2,69 | 3,23 | 2,76 | 2,93 | 2,72 | 2,54 |
| C x B | 3,08 | 3,13 | 2,62 | 2,84 | 2,76 | 2,93 |
| C x D | 3,08 | 3,17 | 2,94 | 2,67 | 2,70 | 2,47 |
| D x A | 1,70 | 2,85 | 2,66 | 2,89 | 2,64 | 2,22 |
| D x B | 1,95 | 2,98 | 2,61 | 3,00 | 2,54 | 2,22 |
| D x C | 1,85 | 2,62 | 2,42 | 2,77 | 2,53 | 2,31 |

A = UF 613; B = UF 667; C = SCA 6; D = Pound 12

Quadro 5. Valores médios de Razão de Pêso Foliar (PF) em seis plantas jovens de cacau a intervalos de 15 dias.

| Híbridos ♀ x ♂ | Idade das plantas (dias) | | | | | |
|-------------------|--------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 150 | 165 | 180 | 195 | 210 | 225 |
| A x B | 0,06113 | 0,06872 | 0,07151 | 0,07747 | 0,08412 | 0,06382 |
| A x C | 0,08013 | 0,08092 | 0,08912 | 0,08046 | 0,07874 | 0,05244 |
| A x D | 0,07361 | 0,08038 | 0,07980 | 0,07215 | 0,07310 | 0,06935 |
| B x A | 0,05389 | 0,06797 | 0,07363 | 0,07523 | 0,07595 | 0,07114 |
| B x C | 0,07662 | 0,08218 | 0,07325 | 0,07264 | 0,07991 | 0,07217 |
| B x D | 0,05653 | 0,06286 | 0,07468 | 0,07146 | 0,07247 | 0,07556 |
| C x A | 0,07104 | 0,08828 | 0,08481 | 0,08361 | 0,08458 | 0,05296 |
| C x B | 0,07509 | 0,08568 | 0,08776 | 0,08765 | 0,08666 | 0,09044 |
| C x D | 0,07971 | 0,08395 | 0,08405 | 0,08146 | 0,08120 | 0,08130 |
| D x A | 0,05608 | 0,07394 | 0,07936 | 0,08085 | 0,08549 | 0,07853 |
| D x B | 0,06216 | 0,07958 | 0,08057 | 0,08546 | 0,08431 | 0,08085 |
| D x C | 0,06281 | 0,07471 | 0,07609 | 0,08750 | 0,08113 | 0,08635 |

A = UF 613; B = UF 667; C = SCA 6; D = Pound 12

Quadro 6. Valores médios de Índice de Assimilação Neta (IAN) em $g/dm^2/semana$ tomados em seis plantas jovens de cacau a intervalos de 15 dias.

| Híbridos ♀ x ♂ | Idade das plantas (dias) | | | | |
|-------------------|--------------------------|---------|----------|---------|----------|
| | 150-165 | 165-180 | 180-195 | 195-210 | 210-225 |
| A x B | -0,00062 | 0,00195 | 0,00082 | 0,00091 | 0,00153 |
| A x C | 0,00167 | 0,00061 | 0,00163 | 0,00106 | 0,00133 |
| A x D | 0,00117 | 0,00065 | 0,00233 | 0,00016 | 0,00056 |
| B x A | -0,00024 | 0,00237 | -0,00010 | 0,00229 | 0,00052 |
| B x C | 0,00083 | 0,00126 | 0,00254 | 0,00081 | 0,00014 |
| B x D | 0,00005 | 0,00159 | 0,00016 | 0,00248 | 0,00024 |
| C x A | 0,00100 | 0,00125 | 0,00083 | 0,00095 | 0,00030 |
| C x B | 0,00103 | 0,00126 | 0,00169 | 0,00018 | -0,00011 |
| C x D | 0,00132 | 0,00064 | 0,00181 | 0,00054 | 0,00106 |
| D x A | 0,00014 | 0,00063 | 0,00083 | 0,00124 | 0,00121 |
| D x B | 0,00044 | 0,00123 | 0,00098 | 0,00155 | 0,00058 |
| D x C | 0,00095 | 0,00035 | 0,00152 | 0,00046 | 0,00132 |

A = UF 613; B = UF 677; C = SCA 6; D = Pound 12

Quadro 7. Índices médios de Crescimento Relativo (ICR) em g/g/sem. tomados em seis plantas jovens de cacau a intervalos de 15 dias.

| Híbridos ♀ x ♂ | Idade das plantas (dias) | | | | |
|-------------------|--------------------------|---------|----------|---------|----------|
| | 150-165 | 165-180 | 180-195 | 195-210 | 210-225 |
| A x B | -0,00817 | 0,02800 | 0,01185 | 0,01360 | 0,02027 |
| A x C | 0,02854 | 0,01016 | 0,02563 | 0,01337 | 0,01456 |
| A x D | 0,01702 | 0,00971 | 0,03157 | 0,00204 | 0,00665 |
| B x A | -0,00304 | 0,03245 | -0,00153 | 0,03104 | 0,00616 |
| B x C | 0,01320 | 0,01769 | 0,03114 | 0,00942 | 0,00162 |
| B x D | 0,00058 | 0,02084 | 0,00213 | 0,02926 | 0,00291 |
| C x A | 0,01795 | 0,02250 | 0,01431 | 0,01617 | 0,00476 |
| C x B | 0,01931 | 0,02172 | 0,02780 | 0,00311 | -0,00196 |
| C x D | 0,02487 | 0,01174 | 0,03048 | 0,00874 | 0,01652 |
| D x A | 0,00197 | 0,01046 | 0,01394 | 0,02058 | 0,01770 |
| D x B | 0,00649 | 0,02073 | 0,01658 | 0,02568 | 0,00836 |
| D x C | 0,01278 | 0,00538 | 0,02384 | 0,00749 | 0,01930 |

A = UF 613; B = UF 667; SCA 6; D = Pound 12

Quadro 8. Número de frutos produzidos por quatro híbridos de cacau no período de 1968-1972.

| Híbridos | R E P E T I Ç Õ E S | | | | Totais | Médias |
|--------------------|---------------------|-----|-----|-----|--------|--------|
| | I | II | III | IV | | |
| Pound 12 vs UF 667 | 509 | 420 | 304 | 537 | 1570 | 6,77 |
| UF 667 vs SCA 6 | 282 | 259 | 368 | 433 | 1342 | 7,14 |
| UF 613 vs SCA 6 | 463 | 710 | 553 | 574 | 2300 | 9,13 |
| UF 613 vs Pound 12 | 483 | 822 | - | - | 1305 | 11,25 |

Quadro 9. Dados médios mensais de altura a partir de sessenta dias da semeadura em 36 plantas híbridas de cacau.

| Híbridos ♀ x ♂ | Idade das plantas (dias) | | | | | |
|-------------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 |
| A x B | 20,78 | 22,88 | 23,67 | 25,78 | 34,89 | 41,15 |
| A x C | 19,73 | 21,79 | 24,77 | 29,36 | 36,96 | 43,90 |
| A x D | 17,08 | 19,33 | 23,13 | 27,91 | 34,43 | 42,86 |
| B x A | 21,97 | 24,81 | 25,44 | 26,68 | 36,05 | 42,58 |
| B x C | 19,38 | 21,13 | 24,77 | 30,08 | 36,95 | 45,97 |
| B x D | 24,60 | 27,45 | 27,90 | 28,88 | 41,40 | 48,41 |
| C x A | 23,68 | 28,73 | 32,16 | 42,05 | 49,08 | 52,70 |
| C x B | 22,97 | 26,32 | 28,82 | 41,07 | 46,75 | 49,15 |
| C x D | 24,27 | 26,88 | 28,90 | 38,94 | 44,63 | 48,22 |
| D x A | 20,41 | 22,97 | 24,02 | 27,37 | 36,36 | 44,83 |
| D x B | 21,12 | 22,37 | 23,80 | 25,80 | 34,46 | 39,86 |
| D x C | 21,11 | 23,19 | 24,72 | 26,96 | 35,41 | 44,16 |

A = UF 613; B = UF 677; C = SCA; D = Pound 12

Quadro 10. Valores médios de diâmetro a partir de trinta dias da
semeadura em 36 plantas híbridas de cacau.

| Híbridos ♀ x ♂ | Idade das plantas (dias) | | | | | | |
|-------------------|--------------------------|------|------|------|------|------|------|
| | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 |
| A x B | 3,48 | 4,21 | 4,82 | 5,63 | 6,67 | 7,06 | 7,99 |
| A x C | 2,54 | 3,01 | 3,47 | 4,72 | 5,75 | 6,23 | 7,31 |
| A x D | 2,57 | 2,99 | 3,41 | 4,41 | 5,46 | 5,97 | 6,92 |
| B x A | 3,89 | 4,81 | 5,24 | 6,49 | 7,61 | 7,95 | 9,05 |
| B x C | 2,51 | 3,01 | 3,59 | 4,88 | 5,99 | 6,51 | 7,89 |
| B x D | 3,56 | 4,43 | 5,06 | 6,24 | 7,42 | 7,54 | 8,57 |
| C x A | 3,46 | 4,44 | 4,98 | 6,30 | 7,16 | 8,18 | 8,88 |
| C x B | 3,22 | 4,01 | 4,62 | 6,09 | 7,02 | 7,82 | 8,74 |
| C x D | 3,44 | 4,28 | 4,96 | 6,48 | 7,37 | 8,40 | 9,45 |
| D x A | 2,71 | 3,32 | 3,88 | 5,41 | 6,30 | 6,63 | 7,92 |
| D x B | 2,84 | 3,58 | 3,95 | 5,38 | 6,33 | 6,61 | 7,67 |
| D x C | 2,86 | 3,54 | 4,17 | 5,27 | 6,24 | 6,50 | 7,41 |

A = UF 613; B = UF 677; C = SCA 6; D = Pound 12

Quadro 11. Valores médios de número de fôlhas a partir de trinta dias da semeadura em 36 plantas híbridas de cacau.

| Híbridos ♀ x ♂ | Idade das plantas (dias) | | | | | | |
|-------------------|--------------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 |
| A x B | 3,68 | 6,31 | 8,45 | 9,71 | 10,62 | 14,17 | 17,17 |
| A x C | 3,32 | 5,38 | 7,73 | 9,29 | 12,29 | 14,10 | 16,87 |
| A x D | 3,33 | 5,33 | 8,55 | 9,27 | 12,22 | 14,56 | 17,05 |
| B x A | 4,22 | 7,00 | 9,47 | 10,25 | 11,36 | 15,23 | 19,16 |
| B x C | 3,47 | 5,50 | 7,63 | 9,55 | 12,61 | 15,00 | 17,72 |
| B x D | 4,13 | 7,22 | 9,30 | 9,66 | 9,94 | 14,23 | 17,05 |
| C x A | 3,80 | 6,50 | 9,25 | 10,00 | 14,02 | 15,88 | 17,69 |
| C x B | 3,80 | 6,22 | 8,68 | 9,85 | 13,57 | 15,91 | 17,47 |
| C x D | 3,83 | 6,52 | 9,05 | 9,72 | 13,55 | 15,97 | 18,13 |
| D x A | 3,33 | 5,66 | 8,16 | 8,77 | 11,33 | 13,93 | 17,00 |
| D x B | 3,58 | 6,05 | 8,33 | 9,02 | 11,44 | 13,46 | 16,38 |
| D x C | 3,64 | 5,94 | 8,18 | 8,70 | 10,97 | 13,03 | 15,88 |

A = UF 613; B = UF 667; C = SCA 6; D = Pound 12

Quadro 12. Valores médios e representação gráfica do comparador Tukey ao nível ($P < 0,01$) dos efeitos genéticos sobre as variáveis responsáveis na produtividade biológica das plantas.

| | Habilidade Combinatória Geral | | | | Habilidade Materna | | | |
|------------------|-------------------------------|---------------|---------------|---------------|--------------------|---------------|---------------|---------------|
| | B | A | C | D | B | A | D | C |
| Pêso de sementes | <u>3,17</u> | <u>2,77</u> | <u>2,29</u> | <u>2,28</u> | <u>4,34</u> | <u>3,10</u> | <u>1,62</u> | <u>1,45</u> |
| Altura (cm) | C | A | B | D | A | B | D | C |
| | <u>30,11</u> | <u>29,78</u> | <u>29,51</u> | <u>29,11</u> | <u>32,32</u> | <u>32,19</u> | <u>27,02</u> | <u>26,82</u> |
| Diâmetro (mm) | A | B | D | C | B | A | D | C |
| | <u>5,49</u> | <u>5,44</u> | <u>5,22</u> | <u>5,02</u> | <u>6,04</u> | <u>5,83</u> | <u>4,89</u> | <u>4,42</u> |
| Número de folhas | A | C | B | D | A | B | C | D |
| | <u>9,79</u> | <u>9,68</u> | <u>9,62</u> | <u>9,37</u> | <u>10,20</u> | <u>10,14</u> | <u>9,24</u> | <u>8,91</u> |
| Pêso seco | A | B | D | C | B | A | D | C |
| | <u>12,11</u> | <u>11,67</u> | <u>11,62</u> | <u>11,25</u> | <u>14,10</u> | <u>13,71</u> | <u>10,10</u> | <u>8,84</u> |
| Área Foliar | A | C | B | D | A | B | C | D |
| | <u>167,62</u> | <u>166,86</u> | <u>156,41</u> | <u>142,47</u> | <u>182,72</u> | <u>173,44</u> | <u>148,43</u> | <u>106,75</u> |
| R A F | C | D | B | A | C | D | A | B |
| | <u>2,51</u> | <u>2,42</u> | <u>2,31</u> | <u>2,28</u> | <u>2,62</u> | <u>2,49</u> | <u>2,31</u> | <u>2,10</u> |
| R P F | C | D | B | A | A | C | D | B |
| | <u>0,079</u> | <u>0,076</u> | <u>0,075</u> | <u>0,075</u> | <u>0,085</u> | <u>0,081</u> | <u>0,077</u> | <u>0,071</u> |

A = UF 613; B = UF 667; C = SCA 6; D = Pound 12

Quadro 13. Valores médios e representação gráfica do comparador TUKEY ao nível de (P < 0,01) dos efeitos genéticos sobre as variáveis responsáveis na produtividade biológica das plantas.

| VARIÁVEIS | HABILIDADE COMBINATORIA ESPECIFICA | | | | | |
|------------------|------------------------------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|
| | AxB | BxC | BxD | AxD | AxC | CxD |
| Pêso de sementes | <u>3,52</u> | <u>3,12</u> | 2,86 | 2,51 | 2,27 | 1,46 |
| | B x C | A x C | A x D | B x D | C x D | A x B |
| Altura (cm) | <u>31,50</u> | <u>31,38</u> | <u>30,64</u> | 29,22 | <u>27,46</u> | <u>27,32</u> |
| | A x B | A x D | B x C | A x C | B x D | C x D |
| Número de fôlhas | <u>5,77</u> | <u>5,59</u> | <u>5,20</u> | <u>5,13</u> | <u>4,74</u> | <u>4,73</u> |
| | B x C | A x D | A x C | A x B | C x D | B x D |
| | 10,10 | 9,89 | 9,82 | 9,67 | 9,14 | 9,12 |
| Pêso séco | A x B | B x C | A x C | B x D | A x B | D x C |
| | 13,17 | 11,96 | 11,82 | 11,72 | 11,68 | 10,00 |
| Área Foliar | A x D | A x C | B x C | C x D | B x D | A x B |
| | 180,45 | 174,93 | 167,24 | 158,41 | 154,54 | 147,47 |
| R A F | C x D | B x C | A x D | A x C | B x D | A x B |
| | 2,70 | 2,54 | 2,36 | 2,28 | 2,21 | 2,19 |
| R P F | B x C | C x D | A x C | A x D | B x D | A x B |
| | 0,080 | 0,080 | 0,076 | 0,075 | 0,073 | 0,070 |
| I C R | C x D | A x C | B x D | B x C | A x D | A x B + |
| | 1,69 | 1,68 | 1,46 | 1,43 | 1,32 | 1,30 |
| I A N | A x C | B x C | A x B | B x D | A x D | C x D + |
| | 0,11 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,08 + |

A = UF 613; B = UF 667; C = SCA 6; D = Pound 12 + (acrescentado 102)

Quadro 14. Valores médios e representação gráfica do comparador TUKEY ao nível de (P < 0,01) dos efeitos genéticos sobre as variáveis responsáveis na produtividade biológica das plantas.

| | | E f e i t o L i g a d o a o S e x o | | | | | | | | | | | | |
|------------------|--|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|
| | | BxC | BxA | BxD | AxD | AxC | AxD | AxB | DxB | DxA | CxA | DxC | CxD | CxB |
| Pêso de sementes | | 4,88 | 4,41 | 4,00 | 3,35 | 3,03 | 2,91 | 1,72 | 1,68 | 1,52 | 1,47 | 1,45 | 1,37 | |
| Altura (cm) | | 37,50 | 35,40 | 34,90 | 31,10 | 27,90 | 27,60 | 27,40 | 27,30 | 27,30 | 26,70 | 26,40 | 25,40 | |
| Diâmetro (mm) | | 6,25 | 6,14 | 6,14 | 5,85 | 5,85 | 5,41 | 4,93 | 4,89 | 4,87 | 4,59 | 4,41 | 4,27 | |
| Número de fôlhas | | 10,84 | 10,75 | 10,59 | 10,06 | 9,47 | 9,37 | 9,30 | 9,25 | 9,05 | 9,04 | 8,92 | 8,77 | |
| Pêso sêco | | 16,53 | 16,28 | 14,43 | 13,30 | 12,52 | 10,28 | 10,17 | 10,13 | 9,87 | 9,68 | 9,20 | 7,63 | |
| Área Foliar | | 214,08 | 202,95 | 196,15 | 160,38 | 160,10 | 156,98 | 156,75 | 153,70 | 148,75 | 146,82 | 137,95 | 131,52 | |
| R A F | | CxB | CxD | CxA | DxC | DxA | AxC | DxB | AxD | BxC | BxA | BxD | | |
| | | 2,90 | 2,84 | 2,82 | 2,55 | 2,50 | 2,45 | 2,42 | 2,27 | 2,20 | 2,20 | 2,11 | 2,00 | |
| R P F | | CxB | CxD | DxB | DxC | BxC | AxC | CxA | AxD | AxB | AxD | BxA | BxD | |
| | | ,085 | ,081 | ,078 | ,078 | ,076 | ,076 | ,076 | ,074 | ,074 | ,071 | ,069 | ,068 | |
| I C R | | AxC | CxD | BxD | DxC | CxA | BxC | DxB | AxD | AxB | AxB | BxA | DxA | |
| | | ,018 | ,018 | ,015 | ,015 | ,015 | ,014 | ,013 | ,013 | ,013 | ,013 | ,013 | ,012 | |
| I A N | | AxC | BxC | AxD | DxC | BxA | DxB | AxB | CxA | DxA | DxA | CxB | CxD | |
| | | 1,23 | 1,12 | 0,98 | 0,97 | 0,95 | 0,93 | 0,92 | 0,87 | 0,82 | 0,80 | 0,75 | 0,75 | |

A = UF 613; B = UF 667; C = SCA 6; D = Pound 12

+ (acrescentado 103)