

ANÁLISE DE CRESCIMENTO DO FRUTO E DAS SEMENTES DE SETE GENÓTIPOS DE *THEOBROMA CACAO* L.¹

ALEX-ALAN F. DE ALMEIDA² e RAÚL RENÉ VALLE³

RESUMO - O crescimento do fruto e das sementes dos clones de cacau (*Theobroma cacao* L.) SIAL-169, SIAL-505, SIC-23, SIC-328, ICS-1, ICS-8 e o da cultivar Catongo foram estudados em condições de campo, no Centro de Pesquisas do Cacau - CEPEC -, Ilhéus, BA, a fim de se determinarem as variações nas taxas de acúmulo de matéria seca. Dez a quinze plantas adultas dos diversos genótipos foram polinizadas manualmente, com o objetivo de se manter uma carga média de 20 frutos por planta. Durante a ontogênese do fruto, amostragens foram realizadas a intervalos regulares, perfazendo um total de quatorze coletas nos 202 dias de duração do experimento. A primeira coleta foi realizada 35 dias após a polinização. Verificou-se, no final do período de desenvolvimento dos frutos, que os clones ICS-8 e ICS-1 apresentaram maiores acúmulos de matéria seca total e taxas de crescimento do fruto. Os clones SIC-23 e SIC-328 tiveram os menores valores desses parâmetros. Houve variações na amplitude e na altura de curva das taxas de acúmulo de matéria seca total do fruto e das sementes dos diversos genótipos. A altura e a amplitude máximas foram maiores no ICS-8 e no ICS-1 e menores no SIC-328. O maior incremento de matéria seca no fruto e nas sementes desses genótipos foi atribuído a uma taxa maior de acúmulo e a um período de enchimento mais prolongado.

Termos para indexação: cacau, matéria seca, clones, taxa de crescimento, frutos, sementes.

GROWTH ANALYSIS OF PODS AND SEEDS OF SEVEN GENOTYPES OF *THEOBROMA CACAO* L.

ABSTRACT - Pod and seed growth of cacao (*Theobroma cacao* L.) clones SIAL-169, SIAL-505, SIC-23, SIC-328, ICS-1, ICS-8 and the cultivar Catongo were studied under field conditions at the Cacao Research Center - CEPEC -, Ilhéus, Bahia, Brazil, to determine variations in the rates of dry matter accumulation. Ten to 15 adult trees of these genotypes were hand pollinated to maintain a pod set of 20 pods per tree. During pod ontogenesis, 14 samplings were taken at regular intervals in the 202 days of the experiment. The sampling began 35 days after pollination. At the end of the experimental period, ICS-8 and ICS-1 showed the highest values of total dry matter accumulation and rates of pod growth. The clones SIC-23 and SIC-328 had the lowest values. There were variations in width and height of the curves of total dry matter accumulation rates of pods and seeds of the different genotypes. The maximum height and width were found in ICS-8 and in ICS-1 and were lowest in SIC-328. The highest increment in pod and seed dry matter of those genotypes was attributed to their higher accumulation rates and greater filling periods.

Index terms: cacao, dry matter, clones, growth rates, pods, seeds.

INTRODUÇÃO

Nas culturas, o rendimento econômico resulta do crescimento ou armazenamento de reservas em par-

tes de valor comercial. A modificação da distribuição de assimilados em benefício de partes de interesse econômico pelo melhoramento genético, pela utilização de reguladores químicos ou por intermédio de práticas de manejo constitui, potencialmente, maneiras de se aumentar a produtividade agrícola. Todavia, em condições de campo, a distribuição de assimilados para partes de importância econômica pode ser limitada por fatores externos, que fazem com que a força do dreno passe a ser limitante.

¹ Aceito para publicação em 30 de maio de 1995.

² Eng. Agr., D.Sc. CEPLAC - CEPEC - SEFIS - Caixa Postal 7, CEP 45600-000 Itabuna, BA.

³ Eng. Agr., Ph.D. CEPLAC - CEPEC - SEFIS.

Sabe-se que temperatura baixa reduz mais o crescimento do que fotossíntese líquida, podendo a força do dreno total da planta tornar-se limitante (Watson, 1971). Efeito idêntico é ocasionado por deficiência hídrica ou nutricional.

A iniciação de estruturas reprodutivas é um evento fenológico em que a distribuição de assimilados é redirecionada. Frutos e sementes em crescimento constituem drenos com alta capacidade mobilizadora de assimilados. É possível que em muitos casos o seu acúmulo, nesses drenos, sofra limitações pela fonte. A área foliar disponível por fruto é muitas vezes insuficiente para manter um crescimento adequado, podendo resultar em queda prematura de frutos. Drenos vegetativos sofrem restrições ou mesmo paralisação no crescimento. A taxa de translocação de assimilados para um dreno específico pode ser estimada pela taxa de acúmulo de matéria seca desse dreno.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento do fruto e das sementes de diversos genótipos de cacau, a fim que fossem determinadas suas taxas de acúmulo de matéria seca.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Centro de Pesquisas do Cacau - CEPEC -, Ilhéus, Bahia, (latitude 14°47' Sul, longitude 39°16' Oeste, 55 m acima do nível do mar), no período de maio a novembro de 1987. Os genótipos foram plantados em solo classificado como Typic Tropudalf de textura argilosa (Silva & Melo, 1970).

Dez a quinze plantas adultas dos clones SIAL-169, SIAL-505, SIC-23, SIC-328, ICS-1, ICS-8 e da cultivar Catongo foram polinizadas manualmente, com o objetivo de se manter uma carga média de 20 frutos por planta. Durante a ontogênese do fruto, foram realizadas amostragens a intervalos regulares de quinze dias nas seis primeiras e quatro últimas coletas e de oito dias entre a sétima e a décima coletas, perfazendo um total de quatorze coletas. A primeira amostragem foi realizada 35 dias após a polinização (DAP).

Em cada coleta retirava-se um fruto por árvore, totalizando dez a quinze frutos por genótipo. Em seguida, os frutos eram separados em casca e semente e secos, em estufa de ventilação forçada, a 75 °C até peso constante. A separação em sementes e casca iniciou-se a partir dos 106 DAP em razão da consistência gelatinosa das sementes nos primeiro três meses. Durante esse período, os

frutos foram pesados inteiros. Para a determinação do peso da matéria seca, foi utilizada uma balança de precisão (Mettler, tipo K7T-12).

Os dados médios da matéria seca total dos frutos (W_f) e das sementes (W_s), acumulados em cada coleta, foram analisados através de técnicas de regressão. Curvas logísticas de crescimento (Richards, 1969) foram ajustadas por um programa iterativo para minimizar a variância residual. A equação logística empregada foi: $W_t = W_m / (1 + B e^{-Ct})$, sendo W_m a estimativa assintótica do crescimento máximo, t os dias de crescimento, e B e C constantes de ajustamento. A regressão das médias de W_t foi efetuada com o emprego de polinômios ortogonais. Procurou-se chegar ao polinômio que melhor se ajustasse aos valores de W_t observados (Richards, 1969).

Para que fossem determinados os valores instantâneos das taxas de acúmulo de matéria seca total do fruto (C_f) e das sementes (C_s), empregou-se a derivada das equações ajustadas ao peso da matéria seca total do fruto e das sementes em relação ao tempo (Radford, 1967; Richards, 1969).

Os dados meteorológicos, durante o experimento, foram fornecidos pela Estação Agrometeorológica do CEPEC. Essas informações foram agrupadas em médias semanais, a partir da data de polinização e implementadas em programa para computador, escrito em linguagem SAS (SAS Institute, 1982), de forma a se ter uma visão gráfica e analítica das condições climáticas durante o período experimental. Avaliaram-se, em função das diferentes fases da curva logística de crescimento do fruto, a radiação global, a umidade relativa do ar, a temperatura do ar e a precipitação pluvial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O acúmulo de matéria seca total do fruto (W_f) dos genótipos estudados apresentou tendência logística de crescimento (Fig. 1, Tabela 1). Normalmente, a tendência sigmoideal de crescimento mostra três fases distintas: uma inicial ou exponencial, na qual o crescimento é relativamente lento; outra intermediária, em que o crescimento é acelerado e praticamente linear; e outra final, em que o fruto se aproxima lentamente do limite superior de acúmulo de matéria seca, que coincide com a maturação.

A fase inicial teve uma duração de aproximadamente 79 dias para SIC-328 e de 88 dias para os outros genótipos (Fig. 1). McKelvie (1956), ao estudar o aumento, em dimensão, do fruto do cacauero ameloado, percebeu que o crescimento até o 75º dia

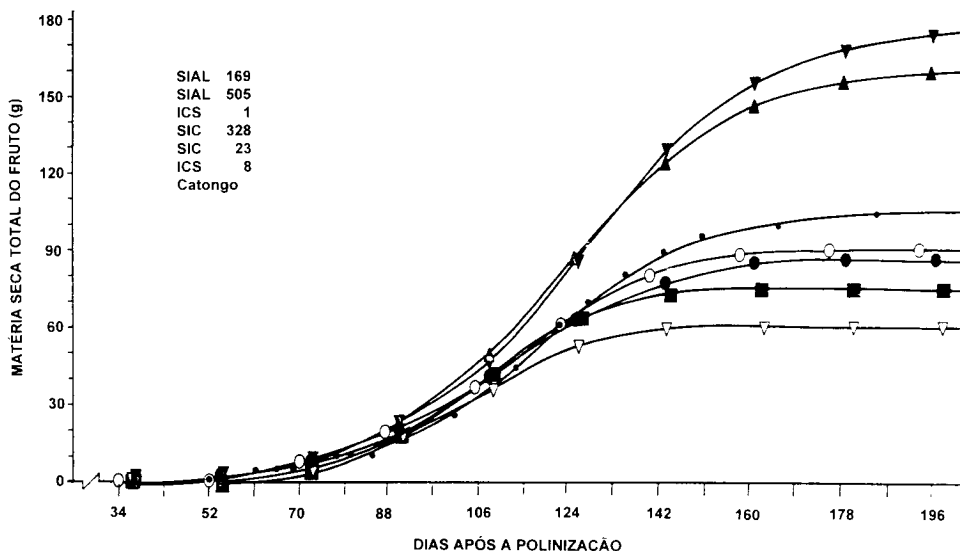


FIG. 1. Matéria seca total do fruto de diferentes genótipos de cacau.

fora lento, aumentando no período entre 85 a 140 DAP. Nesse período, o embrião intensifica e completa o seu desenvolvimento. No SIC-328, a fase de crescimento acelerado ou linear teve um duração de 45 dias (79-124 DAP), em decorrência, provavelmente, de uma diferenciação mais rápida dos tecidos.

TABELA 1. Funções ajustadas da matéria seca total do fruto (W_f) e das sementes (W_s) de vários genótipos de cacau em função de dias após a polinização (t).

Genótipo	Parâmetro	Função ajustada	r^2
SIAL-169	W_f	$87,7 / (1 + 947,2 e^{-0,06291t})$	0,99
	W_s	$66,6 - 3,00t + 0,0325t^2 - 0,000091t^3$	0,93
SIAL-505	W_f	$92,1 / (1 + 637,1 e^{-0,05840t})$	0,99
	W_s	$-281,6 + 4,20t - 0,0163t^2 + 0,000016t^3$	0,88
ICS-1	W_f	$160,0 / (1 + 1011,1 e^{-0,05806t})$	0,99
	W_s	$469,8 - 11,32t + 0,0875t^2 - 0,000204t^3$	0,97
SIC-328	W_f	$61,1 / (1 + 2218,7 e^{-0,07677t})$	0,99
	W_s	$181,5 - 4,61t + 0,0379t^2 - 0,000094t^3$	0,87
SIC-23	W_f	$77,5 / (1 + 3331,3 e^{-0,07794t})$	0,99
	W_s	$-228,5 + 3,37t - 0,0120t^2 - 0,000008t^3$	0,89
ICS-8	W_f	$177,2 / (1 + 743,8 e^{-0,05380t})$	0,99
	W_s	$395,3 - 10,02t + 0,0801t^2 - 0,000189t^3$	0,99
Catongo	W_f	$107,3 / (1 + 1509,8 e^{-0,06348t})$	0,99
	W_s	$540,9 - 12,21t + 0,0895t^2 - 0,000204t^3$	0,93

dos. O oposto se verificou nos clones ICS-8 e ICS-1, em que a duração da fase linear foi de 72 dias (88-160 DAP). Em SIAL-169, SIAL-505, SIC-23 e Catongo, a duração foi de 54 dias (88-142 DAP) (Fig. 2).

Os maiores valores médios da taxa de acúmulo de matéria seca do fruto (C_f), na fase intermediária, foram 1,80 e 1,82 g.dia⁻¹, encontrados nos clones ICS-8 e ICS-1, respectivamente. O menor valor foi o do SIC-328, com 0,75 g.dia⁻¹. Os outros genótipos tiveram valores intermediários (Tabela 2).

Aos 202 DAP, época em que os frutos de todos os genótipos completaram a maturação, os clones ICS-8 e ICS-1 apresentaram os maiores valores do peso total do fruto, ao passo que SIC-23 e SIC-328, os menores (Tabela 2). Silva (1976), em estudo realizado com o SIAL-105, mostrou que o peso da matéria seca final do fruto foi, em média, de 77,5 g, valor semelhante aos determinados nos clones SIAL-169 e SIAL-505 (Tabela 2). Alvim (1966) encontrou para o Catongo, na época da colheita dos frutos, valores de W_f variando entre 95 e 130 g, com uma média de 104 g, fato também evidenciado no presente trabalho com a mesma cultivar.

A taxa de acúmulo de matéria seca total (C_f) e o período efetivo de enchimento dos frutos foram bem diferenciados entre os diversos genótipos (Fig. 2). Além da altura de curva de C_f , verificou-se uma

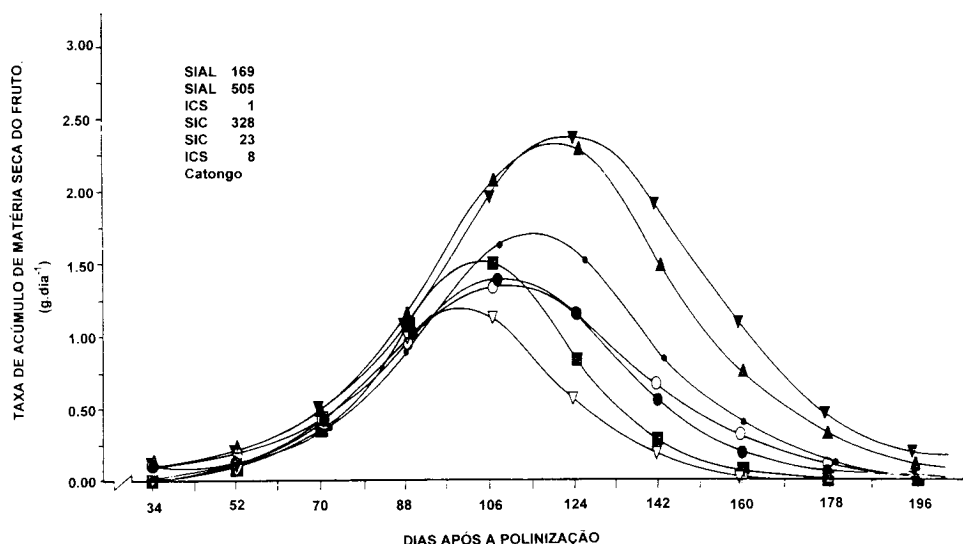


FIG. 2. Taxa de acúmulo de matéria seca total dos frutos de diferentes genótipos de cacau.

variação nas suas amplitudes. A altura máxima de curva coincide com o ponto de maior taxa de acúmulo de matéria seca (Fig. 1 e 2) e a amplitude estima o período efetivo de enchimento do fruto. A maior amplitude foi obtida pelos clones ICS-8 e ICS-1 e a menor, pelo SIC-328 (Fig. 2). Para os clones ICS-8 e ICS-1, verificou-se que este período começou antes de 34 DAP e finalizou somente após 196 DAP. Durante esse intervalo, houve um incremento contínuo de matéria seca, ainda que com taxas variáveis. Já os

clones SIAL-169, SIAL-505 e a cultivar Catongo apresentaram um período aproximado de 34-196 DAP, enquanto, nos clones SIC-23 e SIC-328, esses períodos foram de 34-178 e 34-160 DAP, respectivamente.

O valor máximo de C_t , encontrado nos clones ICS-8 e ICS-1, foi de, aproximadamente, 2,35 g.dia⁻¹, no período de 115-124 DAP. Valores inferiores foram observados nos outros genótipos avaliados, principalmente no SIC-328, que apresentou um valor máximo de C_t de 1,29 g.dia⁻¹, no período de 88-106 DAP (Fig. 2). Silva (1976) relata que a taxa máxima de acúmulo de matéria seca do SIAL-105 ocorreu entre 120-134 DAP. O valor encontrado foi de 1,17 g.dia⁻¹. Esse valor é similar ao da taxa apresentada pelo clone SIC-328 neste estudo. Alvim (1966, 1967), ao estudar o crescimento do fruto da cultivar Catongo, observou que o maior valor de C_t foi de, aproximadamente, 2,00 g.dia⁻¹, no período de 98-112 DAP. Neste estudo, o valor foi de 1,70 g.dia⁻¹, no período de 106-124 DAP, para a mesma cultivar. McKelvie (1956) anota que, se adotarmos o critério de peso, o período de mais rápido crescimento do fruto é de 80-120 dias para a cultivar ameloada. Ao se fazer uma análise comparativa entre as Fig. 1 e 2, evidencia-se que o acúmulo de matéria seca no fruto está relacionado diretamente com a velocidade e com o período de enchimento.

TABELA 2. Matéria seca total do fruto (W_t) e das sementes (W_s) e taxas de acúmulo de matéria seca total (C_t) e das sementes (C_s) na fase linear de crescimento de diversos genótipos de cacau (*Theobroma cacao* L.).

Clones	W_t g	C_t g.dia ⁻¹	W_s g	C_s g.dia ⁻¹
SIAL-169	81,5 d	1,09	38,5 d	0,70
SIAL-505	89,5 d	1,18	40,7 d	0,88
ICS-1	156,0 b	1,82	68,6 b	1,14
SIC-328	56,2 f	0,75	28,9 e	0,50
SIC-23	69,4 e	1,17	30,4 e	0,75
ICS-8	168,0 a	1,80	82,7 a	1,06
Catongo	106,3 c	1,32	50,1 c	0,69

Médias seguidas da mesma letra dentro da mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan ($P \leq 0,05$).

A matéria seca das sementes (W_s) dos diversos genótipos está representada na Fig. 3. O polinômio que melhor se ajustou aos valores de W_s foi o de terceiro grau (Tabela 1). Os clones ICS-8 e ICS-1 foram os que acumularam maior quantidade de matéria seca nas sementes, ao contrário dos clones SIC-23 e SIC-328. Esse comportamento também foi observado com W_f . Os valores médios reais de W_s , apresentados pelos clones ICS-8, ICS-1, SIC-23 e SIC-328, no período final de desenvolvimento das sementes, foram de 82,7, 68,6, 30,4 e 28,9 g, respectivamente (Tabela 2). Silva (1976) verificou que a média de matéria seca acumulada nas sementes com polpa no SIAL-105 foi de 28,2 g no intervalo de 150-165 dias. Resultados semelhantes foram obtidos com os clones SIC-23 e SIC-328 no presente trabalho (Tabela 2). O fato de as sementes de todos os genótipos estudados terem paralisado seu crescimento, em massa, aos 178 DAP, está certamente relacionado com o início da maturação, pois, tratando-se de fruto climatérico, durante esse período, deve ter ocorrido um aumento na taxa respiratória, com conseqüente redução da matéria seca das sementes.

A taxa de acúmulo de matéria seca das sementes (C_s) dos diversos genótipos também apresentou uma variação em altura e em amplitude de curva (Fig. 4). Os valores máximos de C_s , obtidos pelos clones SIAL-505 e SIC-23, foram de 1,30 e 1,10 $\text{g}\cdot\text{dia}^{-1}$, respectivamente, aos 106 DAP. A partir dessa data, as taxas apresentaram valores decrescentes até o enchimento total das sementes. Esse comportamento não foi verificado nos outros genótipos estudados (Fig. 4). Esses genótipos (ICS-8, ICS-1, SIAL 169, SIC-328 e Catongo) apresentaram valores de C_s máximos de 1,30, 1,12, 0,83, 0,50 e 0,91 $\text{g}\cdot\text{dia}^{-1}$, respectivamente, porém em períodos diferentes. O período de máximo C_s para os clones ICS-8, ICS-1, SIC-328 e Catongo foi de 133-151 DAP. Para o clone SIAL-169, esse período foi de 106-124 DAP (Fig. 4). Em avaliações feitas com o clone SIAL-105, verificou-se que o acúmulo diário de matéria seca nas sementes com polpa atinge o seu valor máximo (0,58 $\text{g}\cdot\text{dia}^{-1}$) aos 150-165 DAP (Silva, 1976). Esse valor assemelha-se ao do clone SIC-328, que apresentou o mais baixo valor de C_s máximo no presente trabalho.

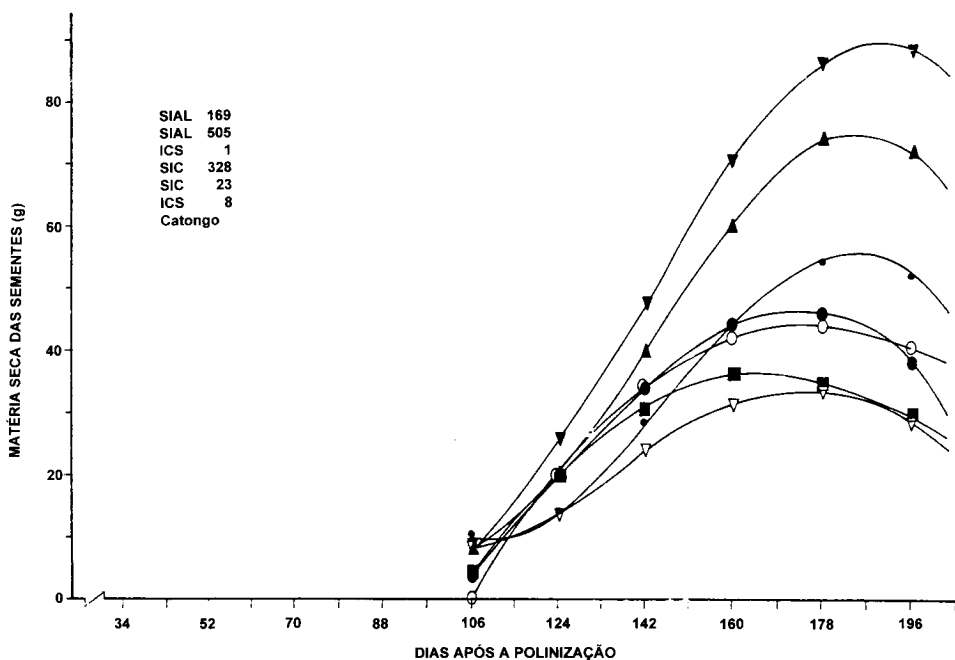


FIG. 3. Matéria seca das sementes de diferentes genótipos de cacau.

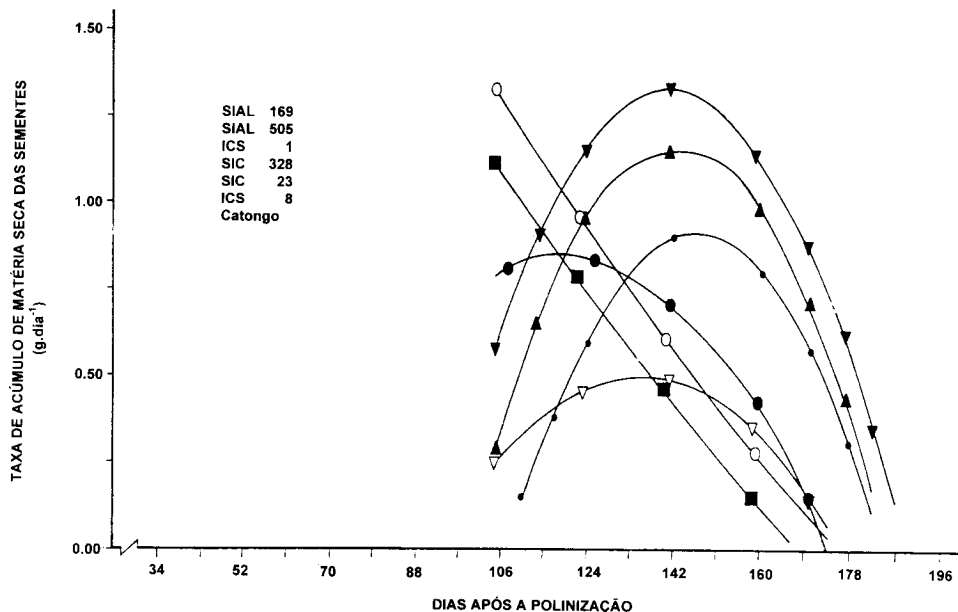


FIG. 4. Taxa de acúmulo de matéria seca das sementes de diferentes genótipos de cacau.

Houve uma variação na amplitude de curva de C_s , fato também observado anteriormente com C_r . Nesse caso, a variação deveu-se ao maior ou menor espaço de tempo gasto para o enchimento total das sementes do material genético estudado (Fig. 4). As maiores amplitudes de curva foram as apresentadas pelos clones ICS-8 e ICS-1, no período de aproximadamente 106-187 DAP, e a menor, pelo clone SIC-23, no intervalo de 106-169 DAP. De forma análoga, o SIAL-169 e o SIC-328 também obtiveram baixos valores de C_s em comparação com os demais genótipos. As reduções de amplitude de curva e do valor de C_s foram os fatores que contribuíram decisivamente para a diminuição da matéria seca acumulada nas sementes desses clones.

O acúmulo de matéria seca não é apenas determinado por diferenças genéticas em taxas de crescimento, mas também por fatores do ambiente e práticas de manejo (Vello et al., 1972). Esse acúmulo depende fundamentalmente da capacidade fotossintética de cada genótipo, uma vez que o conteúdo de nutrientes minerais da maioria dos tecidos vegetais representa apenas 5% da matéria seca produzida (Hutcheon, 1976). Geralmente, a produção econômica se relaciona com a produção biológica, pois ambas dependem da capacidade fotossintética

da planta (Alvim, 1962). No entanto, a produção econômica depende da distribuição dinâmica de assimilados, entre as partes reprodutivas e vegetativas, que, por sua vez, se relacionam com a força competitiva dos drenos. Estudos realizados com a cultivar Catongo, para se estimar o consumo de carboidratos em diferentes idades do fruto, demonstraram que o consumo de açúcares solúveis totais foi maior durante o período compreendido entre a 11ª e a 16ª semanas de desenvolvimento, com um máximo entre a 14ª e a 16ª. Nesse último período, os aumentos em peso de matéria seca alcançaram cerca de 14,5 g.semana⁻¹, ou um pouco mais de 2,00 g.dia⁻¹. O crescimento médio, para o ciclo completo de desenvolvimento do fruto, foi de aproximadamente 5 g.semana⁻¹ ou 700 mg.dia⁻¹ (Alvim, 1966). Por outro lado, durante os períodos de rápida renovação de folhas, a disponibilidade de carboidratos no interior da planta decresce acentuadamente, em consequência de sua utilização por órgãos vegetativos. Naturalmente, deve-se considerar que a produção de açúcares solúveis totais varia de acordo com as condições de irradiância e de outros fatores do ambiente. Em geral, uma folha com boa exposição à luz apresenta valores mais elevados, ao passo que aquelas excessivamente sombreadas quase nada produzem

(Alvim, 1966). Dessa forma, a fenologia da planta, associada aos fatores externos, pode comprometer consideravelmente a partição de assimilados e, conseqüentemente, alterar o crescimento do fruto e de suas partes.

A variação semanal de parâmetros climáticos obtida durante o crescimento dos frutos dos genótipos estudados está apresentada na Fig. 5. Observaram-se flutuações nos níveis de radiação no período, que explicam o sincronismo dos perfis de temperatura e de umidade relativa do ar.

Durante o período experimental, verificou-se que a radiação global variou entre 219 e 480 cal cm².dia⁻¹. Os valores médios de radiação, entre a polinização e o início da fase linear de crescimento do fruto foram menores que a média do período experimental, que foi de 315 cal cm².dia⁻¹. A umidade relativa do ar variou entre 78 e 90%, mantendo-se, durante as primeiras quinze semanas de crescimento do fruto, acima da média do período (86%). Contudo, a magnitude de variação, nas diferentes fases de desenvolvimento do fruto, permaneceu em torno de 5%, à exceção da fase de maturação, na qual as variações se duplicaram. A variação da temperatura do ar foi maior durante as fases inicial e intermediária de crescimento dos frutos. Na fase inicial, a temperatura foi maior que a média do período (22,5°C), decrescendo durante boa parte da fase linear de crescimento do fruto. A ação de temperaturas relativamente baixas na fase intermediária de crescimento e as conseqüentes diferenças no período de enchimento dos frutos dos diversos genótipos também estão relacionadas com o decréscimo do lançamento foliar. Essa é uma característica das condições climáticas da região cacauceira da Bahia, durante os meses de junho a agosto, época em que a temperatura diminui e a umidade relativa do ar aumenta (Alvim, 1977). As variações de temperatura modificam a taxa de acúmulo de matéria seca dos frutos e ampliam ou diminuem o período de enchimento. Geralmente, com o aumento da temperatura, há um incremento na taxa de acúmulo de matéria seca, reduzindo o período de enchimento do fruto.

A precipitação pluvial, um dos fatores dominantes no desenvolvimento normal do cacauceiro, foi bem distribuída nas várias fases de desenvolvimento dos frutos, especialmente nas fases inicial e intermediária

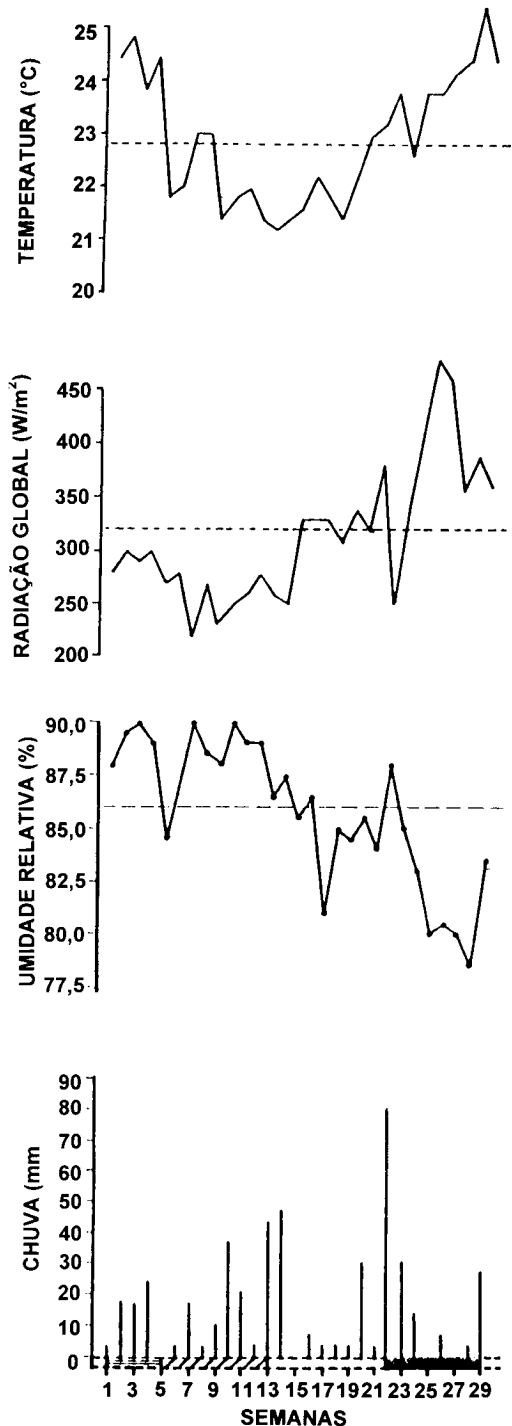


FIG. 5. Parâmetros climáticos durante o período experimental.

de W_c. Os totais semanais mantiveram-se abaixo de 20 mm, exceto em ocasiões esporádicas em que a precipitação foi maior.

CONCLUSÕES

1. Dos genótipos avaliados, os clones ICS-8 e ICS-1 foram os que apresentaram maiores quantidades e taxas de matéria seca total, acumulada no fruto e em suas partes, na fase final de desenvolvimento.

2. Os menores valores das quantidades e taxas de matéria seca total, acumulada no fruto e em suas partes, foram encontrados nos clones SIC-23 e SIC-328.

3. O maior incremento de matéria seca no fruto e nas sementes foi atribuído a um maior período de enchimento do fruto e de seus componentes.

REFERÊNCIAS

- ALVIM, P. de T. Cacao. In: ALVIM, P. de T.; KOZLOWSKI, T.T. (Eds.). **Ecophysiology of tropical crops**. New York: Academic Press, 1977. p. 279-313.
- ALVIM, P. de T. Causas do peço dos frutos jovens do cacauero. **Cacau Atualidades**, v.3, n.3, p.2-5, 1966.
- ALVIM, P. de T. Ecophysiology of the cacao tree. In: CONFERENCE INTERNATIONALE SUR LES RECHERCHES AGRONOMIQUES CACAOYÈRES. Paris: Institut Français du Café et du Cacao, 1967. p. 23-35.
- ALVIM, P. de T. **Los factores de la productividad agrícola**. Turrialba, Costa Rica: IICA, 1962. p.20.
- HUTCHEON, W.N. Light interception by the canopy and leaf area index (LAI). In: TAFO, GHANA, COCOA RESEARCH INSTITUTE. **Annual Report 1973-1974**. Tafo, 1976. p.130-192.
- McKELVIE, A.D. Cherelle wilt of cacao. I. Pod development and its relation to wilt. **Journal of Experimental Botany**, v.7, n.20, p.252-263, 1956.
- RADFORD, R.J. Growth analysis formula their use and abuse. **Crop Science**, v.7, p.171-175, 1967.
- RICHARDS, F.J. The quantitative analysis of growth. In: STEWARD, F.C. (Ed.). **Plant physiology: a treatise**. New York: Academic Press, 1969. p.3-76.
- SAS Institute. **SAS User's guide: Statistics**. Cary, N.C., 1982, p.584.
- SILVA, C.P. **Contribuição ao estudo do crescimento e da nutrição orgânica do fruto do cacauero (Theobroma cacao L.)**. Salvador: UFBA, 1976. p.48. Tese de Mestrado.
- SILVA, L.F. da; MELO, A.A.O. de. **Levantamento detalhado dos solos do Centro de Pesquisas do Cacau**. Ilhéus: CEPLAC-CEPEC, 1970. 89p. (CEPLAC-CEPEC. Boletim Técnico, 1).
- VELLO, F.; GARCIA, J.R.; MAGALHÃES, W.S.; NASCIMENTO, I.F. Competição de cacaueros híbridos. In: CEPLAC. **Informe Técnico 1970-1971**. Ilhéus: CEPLAC-CEPEC, 1972. p.17-24.
- WATSON, D.J. Size, structure, and activity of productive system of crops. In: WAREING, P.F.; COOPER, J.P. (Eds.). **Potential crop productivity**. A case study. London: Heinemann Educational Books, 1971. p.76-88.