

**INFLUÊNCIA DOS ELEMENTOS METEOROLÓGICOS NO
LANÇAMENTO FOLIAR, NA FLORAÇÃO E FRUTIFICAÇÃO
DO CACAUEIRO (*Theobroma cacao* L.)**

HERMES ALVES DE ALMEIDA

Orientador: Prof. Dr. NILSON AUGUSTO VILLA NOVA

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

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Janeiro - 1986

A meus pais,

José Almeida e Inácia,

A meus irmãos,

Ednaldo e Lourdinha,

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

- À Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC) e à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", pela oportunidade para realização do curso.
- Ao Prof. Dr. Nilson Augusto Villa Nova, pela orientação, amizade e constante apoio.
- Aos Profs. Luiz Roberto Angelocci e José Carlos Ometto, pelas sugestões e amizade.
- A Regina Cele Rebouças Machado, pelas sugestões e incentivo para realização deste trabalho.
- A Dagmar Finizola de Sá, pelo apoio e incentivo para realização do curso.
- A Ana Maria Rengifo, Ana Gama, Cláudia Wagner, Paulo Augusto Manfron, e demais colegas do curso de Agrometeorologia, pelo convívio e amizade.
- Aos amigos José Barbosa Cabral e Ana Maria Santos Cabral, pelas sugestões, constante apoio e amizade.
- Aos colegas de Pós-Graduação, José Carlos Fachinello, José Antonio da Silva e Otávio Minoru Matsumoto, pelos incentivos.
- Aos Auxiliares Valter Nascimento e Antonio de Souza Andrade, pela coleta e tabulação dos dados experimentais.
- Ao Departamento de Física e Meteorologia da ESALQ e a todos os seus funcionários, pela colaboração e apoio concedido.
- A todos que, de uma forma ou de outra, contribuíram para a realização deste trabalho.

ÍNDICE

	<u>página</u>
RESUMO	vi
SUMMARY	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Clima e Solo	4
2.2. Fenologia do cacaueteiro	6
2.2.1. Lançamento foliar	6
2.2.2. Intensidade de floração e frutificação	12
2.3. Evapotranspiração e Balanço Hídrico	19
2.4. Graus-Dia	24
3. MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1. Local, Clima e Solo	26
3.2. Características e Condução do Experimento..	27
3.2.1. Renovação de folhas (lançamento foliar)	27
3.2.2. Intensidade de floração e frutos novos	27
3.3. Avaliação e Estimativas dos Parâmetros Meteorológicos	28
3.3.1. Balanço de energia disponível ao sistema	29

	<u>página</u>
3.3.2. Evapotranspiração de referência ...	30
3.3.3. Capacidade de água disponível	31
3.3.4. Balanço de água no solo	32
3.3.5. Caracterização térmica e hídrica ..	33
3.3.5.1. Graus-dia	33
3.3.5.2. Determinação da temperatura base	33
3.3.5.3. Graus-dia "penalizados" ..	35
3.4. Critérios para Utilização das Variáveis ..	36
3.4.1. Transformação das variáveis	36
3.5. Modelo Ecofisiológico	37
3.5.1. Análise estatística	38
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4.1. Relativos ao Lançamento Foliar	41
4.2. Relativos à Intensidade de Floração	57
4.3. Relativos a Frutos Novos	72
5. CONCLUSÕES	88
6. LITERATURA CITADA	90
APÊNDICE	105

**INFLUÊNCIA DOS ELEMENTOS METEOROLÓGICOS NO LANÇAMENTO
FOLIAR, NA FLORAÇÃO E FRUTIFICAÇÃO DO CACAUEIRO**
(Theobroma cacao L.)

Autor: HERMES ALVES DE ALMEIDA

Orientador: NILSON AUGUSTO VILLA NOVA

RESUMO

Estudou-se no presente trabalho, a influência dos elementos meteorológicos no lançamento foliar, na floração e frutificação do cacaueiro (*Theobroma cacao* L.).

O experimento foi conduzido, em condições de campo, no Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), Ilhéus, BA, latitude $14^{\circ}45'S$, longitude $39^{\circ}16'W$ e altitude 41 m. A unidade experimental foi constituída de 50 cacaueiros híbridos com aproximadamente 12 anos de idade. Avaliaram-se, semanalmente, o número de folhas novas emitidas (lançamento foliar), a intensidade de floração e o número de frutos novos. Os dados meteorológicos foram coletados na Estação Agrometeorológica do CEPEC. Determinaram-se o balanço de energia pela equação de Brunt e a evapotranspira

vii.

ção de referência (ETO) pelo método combinado do balanço de energia. A evapotranspiração real (ETR) e o armazenamento de água no solo foram determinados pelo método do balanço hídrico climático de Thornthwaite e Mather, considerando-se uma capacidade de retenção de 50 mm.

As necessidades térmicas e hídricas para o lançamento foliar e floração foram determinadas a partir da inclusão de um fator de penalização do déficit hídrico (ETR/ETO) na expressão de graus dia, obtendo-se assim, uma nova função denominada de graus dia penalizados (GDP).

Os dados de lançamento, floração e frutificação foram submetidos a uma série de combinações com os elementos meteorológicos. Realizou-se a seleção das variáveis pelo método de análise de regressão linear múltipla do tipo "stepwise". Os modelos de regressão mais representativos foram selecionados pelo grau de significância dos seguintes parâmetros estatísticos: coeficientes de determinação (R^2), de determinação ajustado (\bar{R}^2), de variação (CV) e dos testes t e F. As equações de regressão múltipla que melhor se ajustaram para estimar os processos de lançamento foliar, floração e frutificação, sob condições normais de clima, foram:

$$Y(\text{Nº FOL./SEMANA}) = e^{-8,541 + 0,061 \text{GDP} + 0,413 T_{\text{MEDS}} + 0,079 \text{INSL} + 0,002 \text{RADS}}$$

$$R^2 = 0,776 \quad e \quad \text{C.V.} = 21,152\%$$

$$Y(\text{N}^\circ \text{ FLORES/SEMANA}) = e^{-7,894 + 0,053\text{GDP3} + 0,389\text{T}_{\text{MED4}} + 0,006\text{RADS9} - 0,117\text{INSL4}}$$

$$R^2 = 0,771 \quad e \quad \text{CV} = 20,990\%$$

$$Y(\text{N}^\circ \text{ FRUTOS NOVOS/SEM.}) = e^{0,087 + 0,334\text{LNFL02} + 0,015\text{ARMZ3} + 0,155\text{INSLO} - 0,005\text{RDSO}}$$

$$R^2 = 0,589 \quad e \quad \text{CV} = 34,50\%$$

- 1

onde:

GDP3 = Graus Dia Penalizados acumulados na terceira semana anterior ($^{\circ}\text{C}$)

T_{MED4} e T_{MED8} = Temperatura Média do Ar da quarta e oitava semana anterior ($^{\circ}\text{C}$)

INSL9 e RADS9 = Insolação (horas, décimos) e Radiação Solar Global ($\text{cal.cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$), médias, da nona semana anterior ($^{\circ}\text{C}$)

ARMZ3 = Armazenamento de água no solo da terceira semana anterior (mm)

INSLO e RDSO = Insolação (horas, décimos) e Radiação Solar Global ($\text{cal.cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$), médias, da semana

LNFL02 = Logaritmo neperiano do número de flores caídas na segunda semana antes.

As estimativas do lançamento foliar e floração, pelos modelos propostos, foram melhor explicadas através dos graus dia penalizados da terceira semana antes da ocorrência de cada processo. Já a frutificação foi melhor correla

nado com o armazenamento da água no solo da terceira semana antes de cada determinação do número de frutos novos.

INFLUENCE OF METEOROLOGICAL ELEMENTS ON LEAF FLUSHING,
FLOWERING AND FRUITING OF CACAO (*Theobroma cacao* L.)

Author: HERMES ALVES DE ALMEIDA

Adviser: NILSON AUGUSTO VILLA NOVA

SUMMARY

A study was made of the influences of meteorological elements on leaf flushing and fruiting of cacao (*Theobroma cacao* L.).

The experiment was carried out under field conditions, at the Centro de Pesquisa do Cacau-CEPEC (Center for Cacao Research) in Ilheus, State of Bahia, Brazil, latitude $14^{\circ}45'S$, longitude $39^{\circ}16'W$ and altitude 41 m. The experimental unit consisted of 50 cacao trees, which were approximately 12 years old. The number of newly emerged leaves, of fallen flowers (flowering intensity) and of young fruits were weekly determined.

The meteorological data were collected at the CEPEC Agrometeorological Station. The energy balance was determined through the equation of Brunt and the reference

evapotranspiration (ETO) by the combined method of energy balance. The actual evapotranspiration (ETR) and the soil water availability were weekly determined through the methodology recommended by Thornthwaite and Mather for the calculation of the climatic water balance, considering a water retention of 50 mm.

The heat and water requirements related to leaf flushing and flowering were determined from the inclusion of a correcting factor for water deficit (ETR/ETO) in the expression of degree-day, to obtain a new function of corrected degree-day (GDP).

The data on flushing, flowering and numbers of fruits were submitted to a series of combinations with the meteorological parameters. The variables were selected by the method of multiple linear regression analysis, "stepwise" type. The most representative models of regression were established in accordance with the significance of the statistical parameters: determination coefficient (R^2), adjusted determination coefficient (\bar{R}^2), variation coefficient (CV), t test and F test. The best multiple regressions fitted to estimate the flushing, flowering and numbers of young fruits under normal climate conditions, were the following equations:

$$Y(\text{n}^\circ \text{ leaves/week}) = e^{-8.541 + 0.061 \text{GDP3} + 0.418 T_{\text{MED8}} + 0.079 \text{INSL9} + 0.002 \text{RADS9}} - 1$$

$$R^2 = 0.776 \quad \text{and} \quad \text{CV} = 21.152\%$$

$$Y(\text{n}^\circ \text{ flowers/week}) = e^{-7.894 + 0.053 \text{GDP3} + 0.389 T_{\text{MED4}} + 0.006 \text{RADS9} - 0.117 \text{INSL9}}$$

$$R^2 = 0.771 \quad \text{and} \quad \text{CV} = 20.990\%$$

$$Y(\text{n}^\circ \text{ young fruits/week}) = e^{0.087 + 0.034 \text{LNFL02} + 0.015 \text{ARMZ3} + 0.155 \text{INSLO} - 0.005 \text{RADS0}} - 1$$

$$R^2 = 0.589 \quad \text{and} \quad \text{CV} = 34.50\%$$

where:

GDP3 = accumulated corrected degree-days for the 3rd week earlier ($^{\circ}\text{C}$)

T_{MED4} and T_{MED8} = mean air temperature for the 4th and 8th weeks earlier ($^{\circ}\text{C}$)

INSL9 and RADS9 = mean insolation (hours, tenths of hour) and mean global solar radiation ($\text{cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{day}^{-1}$) for the 9th week earlier

ARMZ3 = stored soil water for the 3rd week earlier (mm)

INSLO and RADS0 = mean insolation (hours, tenths of hour) and mean global solar radiation ($\text{cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{day}^{-1}$) for the week

LNFL02 = neperian logarithm for the number of flowers shed in the 2nd week earlier

The estimates of flushing and flowering by the

suggested mathematic models were best explained through corrected degree-day from the third week before the occurrence of each physiological process. As to fruiting, the best adjustment was found for the soil water availability of the third week before each fruit number determination.

1. INTRODUÇÃO

O cacaeiro (*Theobroma cacao* L.) é uma cultura tipicamente tropical, originária da cabeceira da bacia amazônica, de onde se dispersou para o norte e oeste, dando origem a dois tipos primários de cultivares: o "crioulo" e o "forasteiro" ou "amelonado". A maior produção mundial provém do cultivar "forasteiro", que predomina nos países africanos e no Brasil.

A produção brasileira de cacau se situa em torno de 400 mil toneladas anuais, ocupando uma área de aproximadamente 550 mil hectares. O estado da Bahia é o responsável por cerca de 90% da produção nacional. O maior consumidor é o mercado externo, sendo, portanto, um ex-

pressivo gerador de divisas para a nação brasileira.

Nas regiões produtoras de cacau, as oscilações climáticas são uma das causas principais para explicar os níveis de rendimentos ano a ano. Essas variações exercem efeitos tanto nos ciclos de lançamento foliar, quanto na floração e frutificação do cacauzeiro. As interações entre os processos fisiológicos e os elementos climáticos são muito complexos, uma vez que variações no ambiente provo cadas por chuva, temperatura, radiação solar, disponibilidade de água no solo e outros, refletem simultaneamente no comportamento da cultura, por isso, raramente, pode-se ex plicar o efeito de um fator ambiental isoladamente.

Geralmente as pesquisas com cacau têm-se limitado a estudar a precipitação pluvial como o principal elemento climático responsável por oscilações na produção. No entanto, pouca atenção tem sido dada às interações entre os elementos climáticos e processos fisiológicos tais como renovação de folhas e floração, que são importantes fatores determinantes da produção. O conhecimento dessas interações constitui elemento básico para interpretar as oscilações na produção de cacau em função de variação do clima.

Em condições de campo, os elementos meteorológicos são frequentemente interdependentes; por isso, difi cilmente se distinguem os efeitos de um ou de outro isola

damente. Assim sendo, procurou-se dar um enfoque mais amplo da influência dessas interações nos processos de lançamento foliar, floração e frutificação do cacaueteiro, tendo como objetivos:

- caracterizar as influências das variáveis meteorológicas que mais interferem isoladamente e/ou conjuntamente nos processos de lançamento foliar, floração e frutificação do cacaueteiro;
- desenvolver um modelo agroclimático que evidencie as interações entre os elementos meteorológicos e o lançamento foliar, floração e frutificação do cacaueteiro.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - Clima e Solo

O cacauzeiro (*Theobroma cacao* L.) é uma cultura tropical, em que a temperatura e a chuva são consideradas os elementos climáticos principais para o seu desenvolvimento. Sabe-se que a precipitação pluvial requerida é geralmente em torno de 1.400-2.500 mm, bem distribuída durante o ano, e a temperatura média anual oscilando entre 22,4 a 26,7°C (ALVIM, 1977a). A maioria das áreas produtoras estão localizadas entre 20°N e 20°S de latitude (URQUHART, 1963; BURGOS e REYS, 1965; WOOD, 1975), existindo pequenas plantações em latitudes subtropicais (21 a 23°S), como por exemplo, no estado de São Paulo (ALVIM, 1977a).

Os melhores solos para o cacauzeiro são argilosos ou argilo-arenosos (SMYTH, 1966). Em regiões onde a precipitação pluvial é bem distribuída, como na Bahia por exemplo, o sistema radicular raramente atinge uma profundidade de 120 cm e seu cultivo tem se estabelecido em solos férteis com 60-70 cm de profundidade (SILVA, 1969).

O desenvolvimento do sistema radicular é, provavelmente, influenciado pelas características físicas dos solos. Para os solos da unidade CEPEC, 83,1% das raízes se encontram na camada de 0-30 cm; 12,1% entre 30-60 cm e 4,8% nas profundidades de 60-90 cm (CADIMA Z., 1970). Em solos podzólicos vermelho-amarelo (PVA) em Pariquera-Açu, estado de São Paulo, o sistema radicular do cacauzeiro encontra-se 61,6% nos primeiros 30 cm; 21,4% de 30-60 cm; 13,6% entre 60-90 cm e 3,4% de 90-120 cm (CADIMA Z. e CORAL, 1972).

As propriedades físicas do solo devem ser consideradas na estimativa da disponibilidade hídrica para a cultura, e não somente o volume e distribuição das chuvas. O cacauzeiro, necessitando de alto teor de nutrientes para o seu desenvolvimento, não é tolerante à baixa fertilidade, principalmente quando a sombra é pouco espessa (YAN, 1979).

Solos de textura argilosa não favorecem o crescimento das raízes, devido à baixa aeração. Por outro la-

do, os solos de textura arenosa, que permitem a penetração das raízes, geralmente, têm baixa capacidade de retenção de umidade e são recomendados para o cacaueteiro somente nos locais com alta e bem distribuída precipitação pluviométrica (ALVIM e ALVIM, 1980).

Com o objetivo de selecionar áreas com distintas potencialidades de clima e de solos, SÁ *et alii* (1982) determinaram que a região cacaueteira do sudeste da Bahia dispõe somente de uma faixa de 6.900 km² de áreas aptas a cacauicultura. Essa área resulta da interação de solos excelentes e bons, com clima de aptidão plena ou de solos excelentes com clima de aptidão moderada.

2.2. Fenologia do cacaueteiro

2.2.1 - Lançamento foliar

Os fluxos de crescimento vegetativo do cacaueteiro são comumente denominados, na Bahia, de "lançamento foliar" (ALVIM, 1979). O ciclo de emissão de folhas (lançamento foliar) tem se mostrado muito sensível às variações do ambiente. McDONALD (1933) observou, em Trinidad, que o lançamento foliar está relacionado com a umidade do solo ou com a umidade atmosférica e, provavelmente, com a ocorrência

cia de período seco, após uma estação chuvosa. HUMPHRIES (1944) e GREENWOOD e POSNETE (1950) verificaram que esse processo fisiológico não é controlado pela umidade, mas, principalmente, pela temperatura máxima à sombra. Sempre que esta temperatura atinge um valor superior a $28,3^{\circ}\text{C}$, a dormência da gema apical é quebrada produzindo novos lançamentos. Em seus primeiros estudos sobre lançamento do cacauzeiro, ALVIM (1956) aventou a hipótese de se tratar de uma reação cíclica de temperaturas diurnas e noturnas, a que denominou de "termoperiodismo", amplificada pela sucessão de dias relativamente quentes e noites relativamente frias. Entretanto, em seus estudos mais recentes ALVIM *et alii* (1969) parecem ter descartado esta hipótese.

Com base em observações obtidas em Trinidad, Costa Rica, Gana e Brasil, HARDY (1960) defendeu as idéias anteriormente propostas por ALVIM (1956), admitindo que para assegurar a formação de folhas novas, a temperatura máxima anual deve ser maior que 28°C e a amplitude térmica maior do que 9°C .

HURD e CUNNINGHAM (1961) observaram que, quando a temperatura média das máximas cai abaixo de 83°F , o lançamento é restrito, e que o grande pico de lançamento verificado em Gana, entre março e abril, está normalmente associado com o retorno das chuvas.

Na Bahia, o cacauzeiro apresenta dois períodos principais de lançamento foliar durante o ano: setembro/outubro e março/abril, com dois picos menores, alternados por períodos de repouso vegetativo (ALVIM, 1965b). A intensidade de queda de folhas ocorre, simultaneamente, com os períodos de máximos lançamentos, conseqüentemente, lançamento foliar e queda de folhas são fenômenos estreitamente relacionados (ALVIM *et alii*, 1969; BOYER, 1974). O número médio de folhas caídas anualmente é de 6.500 por planta, aproximadamente, com uma duração média de 12 meses (ALVIM, 1965b).

Em câmaras de crescimento com umidade relativa mantida praticamente constante (90%) dia e noite, com temperatura de 74, 80 e 86^oF, o número total de lançamento por planta foi marcadamente afetado pela temperatura (SALE, 1966). Portanto, o número de folhas emitidas cresceu com o aumento da temperatura (SALE, 1966, 1967). Os intervalos entre os lançamentos foram reduzidos quando a temperatura aumentou. Assim, as plantas submetidas a uma temperatura de 74^oF lançaram a cada 95 dias, enquanto aquelas a 80 e 86^oF emitiram folhas a cada 36 e 20 dias, respectivamente (SALE, 1968).

As respostas fisiológicas e, conseqüentemente, a produção do cacauzeiro parecem ser limitadas pela redução do conteúdo de água no solo abaixo de 60-70% da umidada

de disponível (ALVIM, 1960a). O cacau é uma das espécies menos tolerantes à seca. Comparando-se folhas de café e cacau, os primeiros sinais de senescência apareceram quando as folhas de cacau tinham perdido 17% e as de café 22% de seu conteúdo original de água, partindo-se de uma condição inicial onde ambas as folhas estavam saturadas (100%). Cerca de 50% da área foliar do cacau morreu com um déficit de 25%, enquanto foi necessário 57% para matar a mesma quantidade do cafeeiro (ALVIM, 1960b).

SMITH (1964) verificou que a irrigação não afeta a frequência de emissão de folhas por planta. SALE (1970a) e BOYER (1973), trabalhando com plantas em vasos, observaram que em plantas jovens regadas, seguidas de um período de déficit de umidade no solo, ocorreu lançamento intenso de 10 dias após a rega. As plantas frequentemente irrigadas, o lançamento foi menor do que em plantas submetidas à seca. Baseado nesse experimento, SALE (1970a) concluiu que a chuva ou a irrigação, após um período seco, é uma condição necessária para iniciar o lançamento.

Para HUTCHEON *et alii* (1973), o estresse de umidade pode, também, estimular o lançamento foliar através do efeito de queda de folhas. ALVIM *et alii* (1974a) verificaram que a ausência do lançamento normalmente observado na Bahia, de maio a agosto, pode não ser atribuída à baixa temperatura ou à baixa radiação solar, mas a ausência de

um estresse de umidade durante o período.

Em condições de campo, observa-se que o lançamento inicia-se em resposta ao acréscimo do potencial da água na planta e não necessariamente à chuva, após um período de estresse de umidade. Uma vez iniciada a abertura da gema apical, como resultado da diminuição de umidade do solo, a chuva tem efeito decisivo sobre a expansão foliar e esta é uma das razões prováveis para explicar os lançamentos vigorosos sempre associados com a ocorrência de chuva seguido de um período de estresse de umidade (ALVIM, 1977a).

O principal efeito das chuvas é sobre a disponibilidade de umidade do solo. Plantas jovens de cacau crescem melhor a um nível próximo de 60% da capacidade de água disponível. No entanto, plantas submetidas a um regime de excesso de umidade do solo crescem menos porque sofrem falta de aeração no sistema radicular e, provavelmente, redução na absorção de água e minerais (HUTCHEON, 1977).

MACHADO e ALVIM (1981), estudando os efeitos da deficiência de água no solo, em condições de campo e em casa de vegetação, verificaram que não ocorreu lançamento no tratamento continuamente seco na casa de vegetação. No entanto, uma semana após o remolhamento ocorreu uma renovação intensa de folhas. Tanto no campo quanto na casa de vegetação, não ocorreu renovação de folhas quan

do o déficit atingiu 40 cm de profundidade do solo.

O efeito desencadeado por períodos secos seguidos por chuva sobre o lançamento se exerce através de modificações no balanço hormonal, envolvendo o ácido abscísico (ABA) e citocininas (ALVIM *et alii*, 1974b). A remoção de folhas produz modificações no balanço hormonal. Assim, logo após o desfolhamento, os níveis de ácido abscísico nas gemas decresceram, enquanto as citocininas aumentaram consideravelmente (ALVIM e ALVIM, 1976).

Em cacauzeiros jovens, a emissão de folhas se faz de maneira rítmica, relativamente independente do clima, e nem sempre apresenta sincronismo, indicando-se que o ritmo de crescimento está sob controle endógeno (VOGEL, 1975), embora possa sofrer influência do clima como modificador das características desse ritmo (ALVIM, 1967; BOYER, 1970; SNOECK, 1979). Para VERLIÈRE (1970), as respostas do lançamento foliar a diferentes regimes hídricos variam entre variedades de cacau.

MURRAY e SALE (1967), cultivando cacau em ambiente controlado, principalmente quanto à temperatura e ao fotoperíodo, constataram que, além de influências dos fatores externos, o crescimento rítmico do cacauzeiro é, também, de natureza endógena.

SALE (1970b), utilizando câmaras climáticas com controle de umidade relativa, verificou que no tratamento a baixa umidade relativa (50-60%), as plantas emitiram folhas primeiro, enquanto que no de alta umidade (90-95%) lançaram cerca de três semanas depois.

Para COUPRIE (1972), a intensidade de lançamento foliar é positivamente associada à radiação solar e às temperaturas máximas acumuladas das quatro semanas precedentes, mas, negativamente relacionado com as horas acumuladas de brilho solar deste mesmo período.

Em cafeeiros, verificou-se que os lançamentos são maiores durante a estação seca e quente do que na estação seca e fria (BROWNING, 1975).

2.2.2. Intensidade de floração e frutificação

O cacauzeiro é uma árvore com, normalmente, 5-8 metros de altura. As flores são formadas em minúsculas inflorescências, dando a impressão que se originaram diretamente da casca (WHEAT, 1979). O local onde essas inflorescências aparecem é denominado de "almofada floral" (ALVIM, 1984).

Em plantas jovens, as flores são produzidas principalmente no caule principal, mas, em árvores maduras, surgem em toda planta ou em maior quantidade nas ramas mais espessas. A produção de flores é muito grande,

às vezes mais de 50 mil/ano/planta, sendo que uma pequena proporção (menos de 5%) é polinizada, e uma fração muito menor (0,5-2%) chega a produção final. A flor não polinizada nas primeiras 8-10 h, após emergência, normalmente cai nas próximas 24-48 h (ALVIM, 1984).

O principal inseto polinizador são as mosquinhãs do gênero *Forcipomyia* spp. (Diptera, Ceratopogonidae), existindo várias espécies (SORIA, 1970; SORIA e ABREU, 1976; WINDER, 1978; CHAPMAN e SORIA, 1983). A polinização natural é positivamente correlacionada com a intensidade de floração e com os períodos de maior população de adultos no campo (SORIA, 1977a). Entretanto, os ritmos de flutuação populacional são mais abundantes durante o período chuvoso (SORIA e ABREU, 1976; SORIA, 1977b; YOUNG, 1982, 1983).

O modelo de floração do cacaueteiro, na maioria das regiões produtoras, mostra que a produção de flores é primariamente controlada direta ou indiretamente pelos fatores climáticos (ALVIM, 1977a). Para ALVIM e GRANGIER (1965), o cacaueteiro não requer fotoperíodo específico para iniciação floral, no entanto, a idade ou o tamanho da planta são fatores essenciais para iniciar a floração.

A partir do momento em que a planta inicia a floração, as flutuações sazonais são mais pronunciadas em plantas mais velhas do que nas mais novas. Comparando-se a floração em plantas com idade de 5, 12 e 23 anos ALVIM

et alii (1974a), verificaram que as plantas com 23 anos produziram cerca de 10 vezes mais flores do que as plantas com 5 anos, durante o pico de floração (fevereiro-abril) e 10 vezes menos no período de baixa floração (julho-setembro), enquanto as plantas com 12 anos tiveram uma produção intermediária (ALVIM *et alii*, 1974a; ALVIM, 1977a).

Em condições de campo, tem-se observado que a floração é aparentemente inibida quando a temperatura média do ar é inferior a 23°C (ALVIM, 1965a, 1966, 1967; BOYER, 1970). Em condições controladas, SALE (1969) encontrou que a floração foi maior quando a temperatura permaneceu entre 26 e 30°C do que a 23°C.

De uma maneira geral, a temperaturas relativamente baixas, há uma menor taxa de produção de flores (SALE, 1969; ALVIM, 1977a). Para COUPRIE (1972), temperaturas mínimas relativamente altas ou máximas menos elevadas durante duas semanas precedentes, favorecem a floração, sendo que a sua intensidade é uma função inversa de amplitude média diária da temperatura.

Em regiões sem grandes diferenças sazonais de temperatura e chuva, o cacauero se comporta como uma planta de floração contínua. No litoral Atlântico da Costa Rica, por exemplo, o cacauero floresce durante todo o ano, embora a intensidade diminua em dezembro-janeiro e, algumas vezes, em fevereiro, quando ocorre uma pequena diminuição de temperatura (ALVIM, 1965a). Em locais onde ocorrem

variações de temperatura e na quantidade e distribuição de chuvas, a floração pode ser reduzida durante os períodos excessivamente secos ou relativamente frios (ALVIM, 1967; BOYER, 1970; HUTCHEON *et alii*, 1972; ALVIM, 1975).

Para OWUSU *et alii* (1978), os maiores picos de floração do cacau, em Gana, coincidem com os picos de insolação. KAWABATA *et alii* (1984), estudando o efeito das variáveis meteorológicas na floração do pássaro do paraíso (*Strelitzia reginae* Ait), encontraram que a produção de flores é maior no período de verão do que no inverno, sendo a radiação solar global o elemento que mostrou maior correlação com 10 semanas de antecedência.

Plantas de cacau crescidas sob controle de umidade do solo, em tratamentos com alto (85%), médio (50%) ou baixo (15%) teor de água disponível, mostraram pouca diferença entre tratamentos úmidos e médios na produção de flores. Entretanto, ocorreu uma intensa floração todas as vezes que o solo foi molhado após um período de deficiência de umidade (SALE, 1970a).

Nas regiões produtoras de cacau, observa-se que a floração é, geralmente, estimulada por chuvas ocorridas após um período de prolongada estiagem (ALVIM *et alii*, 1974a; ALVIM, 1977a; 1977b; SILVA *et alii*, 1982). A floração é praticamente inibida durante o período de seca (AL-

VIM, 1964; MURRAY, 1966; SALE, 1970a) retornando particularmente abundante logo após as primeiras chuvas pesadas após um extenso período seco (ALVIM, 1967). Respostas semelhantes têm-se observado em citrus, com relação aos ciclos de lançamento e floração (CASSIN, 1969). Em cafeeiros, a quebra da dormência da gema floral tem sido associada à ocorrência de chuva ou de irrigação seguido de um déficit de água no solo (ALVIM, 1960b; BROWING, 1973; MAGALHÃES e ANGELOCCI, 1976).

MACHADO e ALVIM (1981), estudando os efeitos da deficiência de água no solo sobre a floração do cacaueteiro, verificaram que o número de flores por planta no tratamento seco foi reduzido a menos da metade com relação à testemunha. No entanto, quando as plantas foram regadas, a floração foi superior em quase duas vezes àquela da testemunha. Entretanto, parece que a ocorrência de frutos novos não pareceu ser tão sensível à deficiência de água quanto a floração.

Para ALVIM e ALVIM (1976), algumas flores sempre se abrem constantemente em condições de baixa ou de alta umidade, mas, o número de flores por planta aumenta quando pesadas chuvas seguem um período de deficiência de umidade. YOUNG (1984) verificou, em três localidades da Costa Rica, que excesso de chuva no final da estação chuvosa resulta num declínio na floração.

Influência da temperatura no desenvolvimento do fruto de cacau é observada nos locais onde existem diferenças sazonais de temperatura. Na Bahia, por exemplo, o intervalo entre a fertilização da flor e a maturação dos frutos varia de acordo com a temperatura durante o período de crescimento do fruto. Frutos do "temporão" que se desenvolvem nos meses mais quentes (novembro a março) demoram 140 a 175 dias, enquanto os frutos da safra, desenvolvidos nos meses mais frios (abril a julho) necessitam de 167 a 205 dias para a maturação (ALVIM, 1977a, 1977b; ALVIM e ALVIM, 1980).

Nos cacauais da Bahia normalmente ocorre uma floração mínima nos meses de julho-agosto. As causas que determinam essa "parada" ainda não são evidentes; sugere-se que a inibição e/ou a competição interna entre frutos e flores possam ser a causa principal. Por outro lado, a eliminação de todos os frutos aumentou significativamente o número de flores, entretanto, não houve diferença significativa ($P = 0,05$) para a testemunha (MACHADO e ALVIM, 1979). Para VOGEL *et alii* (1982), a remoção dos frutos aumenta a floração durante os períodos de temperaturas relativamente baixas, embora não modifique muito durante os períodos quentes.

A chuva tem efeito residual ou retardatário, conseqüentemente, os valores mensais precedentes à colhei-

ta podem ter uma relação significativa com a produção de frutos, existindo, provavelmente, diferentes valores adequados de chuvas para diferentes fatores de produção, para os quais a distribuição de chuvas é mais importante que a quantidade total de chuva (ATANDA, 1972).

A distribuição de chuvas se constitui num dos fatores responsáveis pela diferença na produção de cacau. No Oeste Africano, onde a estação seca é relativamente longa, cerca de 80% da safra é colhida num período muito curto, geralmente, de 2 a 3 meses. Na Bahia, a colheita é mais uniformemente distribuída durante o ano, se estendendo por um período de 8-10 meses, aproximadamente, mas variando de ano para ano devido às oscilações na distribuições de chuvas (ALVIM, 1977a). Portanto, a chuva e/ou a temperatura, podem afetar o ciclo de produção do cacaueiro. Em locais onde não existem estações secas, predomina o efeito da temperatura e, em regiões com estação seca relativamente prolongada, predomina o efeito dos ciclos das chuvas (ALVIM, 1977a).

Para ALVIM e ALVIM (1978), os picos de lançamentos foliares e a variação na intensidade de floração do cacaueiro podem ser explicados a partir da sequência de períodos secos e úmidos a qual denominou de "Hidroperiodicidade".

2.3 - Evapotranspiração e Balanço Hídrico

A água armazenada no solo não está totalmente disponível para as plantas. Considera-se que essa disponibilidade se encontre entre a capacidade de campo (1/3 atm) e o ponto de murchamento permanente (15 atm), que genericamente é denominado de capacidade de água disponível (GARDNER, 1965; DAKER, 1970; KLAR, 1984).

A evaporação da água no solo e a transpiração vegetal são processos que dependem da energia para a mudança de fase líquido-vapor, sendo a radiação solar a fonte primária de energia, pelo suprimento de calor latente necessário à evaporação da água. O calor sensível transferido de áreas vizinhas é uma fonte secundária de energia (ALBERTIN e PETTERS, 1961; SLATYER, 1967; VILLA NOVA, 1973).

A perda conjunta por evaporação e transpiração é denominada de evapotranspiração. A evapotranspiração de referência (ETO) é uma medida da demanda atmosférica e representa a taxa de evapotranspiração de uma superfície extensa plantada com grama, com altura entre 8 e 15 cm, crescendo ativamente, sombreando completamente o solo e sem restrições de água (CAMPELO JÚNIOR, 1985). A denominação de evapotranspiração de referência vem sendo usada em substituição à evapotranspiração potencial (DOORENBOS e PRUIT, 1977).

A literatura é muito abrangente quanto aos métodos climáticos para estimar a evapotranspiração de referência. BERLATO e MOLIION (1981) apresentaram uma série de métodos utilizados na estimativa da evaporação e evapotranspiração, tais como:

- a) Método do balanço hídrico;
- b) Método do balanço hídrico combinado com o balanço de energia;
- c) Métodos micrometeorológicos:
 - balanço de energia,
 - transporte de massa,
 - aerodinâmico,
 - PENMAN (1948);
- d) Métodos empíricos (principais):
 - THORNTHWAITE,
 - BLANEY e CRIDDLE,
 - TANNER e PELTON,
 - MAKKING,
 - JENSE-HANSE,
 - LINACRE.

Para DOORENBOS e KASSAM (1979), os mais recomendados métodos de estimativas da evapotranspiração de referência são:

- a) Tanque classe A;
- b) Radiação solar;
- c) PENMAN (1948).

A produtividade agrícola é, sem dúvida, uma função do suprimento de água, conseqüentemente, o conhecimento das perdas de água por evapotranspiração se constitui numa das valiosas informações para o agricultor determinar o momento exato em que se deve repor a água por irrigação.

ORTOLANI *et alii* (1966) correlacionaram os valores decendiais de evapotranspiração obtidos pelo método de PENMAN (1948) e de THORNTHWAITE (1948), e os medidos com evapotranspirômetro, em Ribeirão Preto, estado de São Paulo. Os resultados mostraram uma maior correlação para o método de PENMAN ($r = 0,95$) do que para o método de THORNTHWAITE ($r = 0,84$).

Em diversos locais do mundo, vários pesquisadores encontraram superioridade no método de PENMAN em comparação com outros métodos de estimativas, como PELTON *et alii* (1960) em Wisconsin, STANHILL (1961) em Israel, DENMEAD e SHAW (1962) em Iowa, CHAPAS e REES (1964) na Nigéria, ORTOLANI *et alii* (1966) no estado de São Paulo, MOTA e BEIRDORF (1976) e MATZENAUER (1983) para o estado do Rio Grande do Sul. Para RITCHIE (1981), a evapotranspiração obtida pelo método de PENMAN se destaca em relação aos demais métodos de estimativas.

No sistema solo-planta-atmosfera, o movimento da água é um processo contínuo e dinâmico, que se dá de uma região de maior para uma de menor potencial (COWAN, 1965; SLATYER, 1967; REICHARDT, 1985). Esse movimento é influenciado pela condutividade hidráulica do solo, extensão do sistema radicular e do gradiente de potencial de água no solo (BRUNINI *et alii.*, 1976).

Em condições de disponibilidade hídrica, as perdas de água pela cultura variam de acordo com a espécie, estado de crescimento, época e local. O conhecimento da quantidade de água perdida por evaporação e transpiração é um parâmetro de grande importância em vários ramos da ciência. A água colocada à disposição da cultura é advinda principalmente da precipitação pluvial, enquanto a sua saída é, em maior parte, através de evapotranspiração. A contabilidade de toda a água que entra e sai do sistema solo-planta-atmosfera é denominada de balanço hídrico.

Os métodos de estimativas de evapotranspiração de referência são baseados em condições de superfícies saturadas. Assim, THORNTHWAITE e MATHER (1955) propuseram uma metodologia para estimar a evapotranspiração real (ETR) a partir do balanço hídrico. Portanto, a evapotranspiração real (ETR) será igual à evapotranspiração de referência (ETO) quando o solo se encontra na capacidade de campo.

Abaixo desse limite, a evapotranspiração diminui linearmente com a umidade do solo. Desta forma, THORNTHWAITE e MATHER (1957) elaboraram tabelas que auxiliam o cálculo da ETR a partir do conteúdo de umidade do solo, e para diferentes capacidades de água disponíveis.

A umidade do solo representa uma maior aproximação do conteúdo de água existente para as plantas. O suprimento de água disponível no solo pode ser expresso através da relação entre a evapotranspiração real e evapotranspiração de referência. Esta relação é denominada de índice "R". A ETR é relacionada com o suprimento de água e a ETO representa a necessidade da planta, conseqüentemente, o índice "R" é uma medida do suprimento de água para a planta em relação à sua necessidade ideal (YAO, 1969, 1973, 1974).

MOTA (1981) estabeleceu um índice para caracterizar os efeitos quantitativos das secas na redução da produção da soja no Rio Grande do Sul, mediante o somatório dos valores diários de $(1-R)$.

BRUNINI *et alii* (1982) utilizaram a relação ETR/ETO e água disponível no solo, para penalização do déficit hídrico em soja, a partir do modelo de SEGOVIA e ANDRADE (1982).

CAMARGO (1984) encontrou que a penalização do déficit hídrico através da relação ETR/ETO permitiu um me-

lhor ajuste no modelo de estimativa de produção de soja no estado de São Paulo.

2.4 - Graus-Dia

O homem sempre se preocupou com as influências do clima sobre o comportamento vegetal. Reámur (1735), citado por NANG (1960), foi o primeiro a estudar esses efeitos após o desenvolvimento da escala termométrica, sendo o precursor do sistema de unidades térmicas ou graus-dia, usado atualmente para previsão da duração do ciclo fenológico de várias culturas. Ele verificou que a quantidade total de calor necessária à planta para alcançar um dado estágio fisiológico é constante para cada variedade.

Para OMETTO (1981), graus-dia ou unidades térmicas são uma avaliação simplificada da quantidade de energia à disposição da planta diariamente. Ao valor da energia mínima que aciona os dispositivos metabólicos da planta denominamos de temperatura mínima basal (T_b), e ao nível energético máximo de temperatura máxima basal (T_B). Os valores de temperatura do ar inferiores ao mínimo basal (T_b) e superiores ao máximo (T_B) constituem os valores deficitários para as plantas, e são retirados do cálculo de graus-dia.

VILLA NOVA *et alii* (1972) comentam que as unidades térmicas expressam, provavelmente, a interação de alguns fatores que afetam a planta. Graficamente, graus-dia correspondem à área compreendida entre a curva de variação da temperatura do ar e a temperatura base (T_b) no intervalo de um dia. Considerando-se a curva de temperatura semelhante a uma senóide e conhecendo-se as temperaturas máximas, mínimas e base, pode-se estimar o valor de graus-dia. A cada grau de temperatura acima da temperatura base corresponde um grau-dia.

A quantidade de graus-dia tem sido usada por vários autores para estimar com precisão a duração das fases fenológicas de vários cultivos anuais (BERLATO *et alii*, 1974; BERLATO e SUTILI, 1976) e de plantas perenes (BENACCHIO e BLAIR, 1972; LUCCHESI *et alii*, 1977; MANDELLI, 1984).

IDSO *et alii* (1978, 1980) incorporaram o fator hídrico na expressão de graus-dia e obtiveram um novo índice que permite estudar o crescimento e desenvolvimento das plantas, utilizando os efeitos de temperatura e de água.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - Local, Clima e Solo

O experimento foi conduzido sob condições de campo, na quadra "G" do Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), município de Ilhéus, Bahia, latitude $14^{\circ}45'$ Sul, longitude $39^{\circ}16'W$ e altitude 41 m.

O clima da região, pela classificação climática de Koppen, é do tipo Afi, ou seja, tropical chuvoso com precipitação pluvial do mês mais seco superior a 60 mm e uma variação na temperatura média anual inferior a $5^{\circ}C$.

O solo da área experimental foi classificado por SILVA e MELO (1970) como sendo um Alfisol, de boa drenagem e com alta capacidade de retenção de umidade.

3.2 - Características e Condução do Experimento

O experimento foi constituído por 50 cacaueiros híbridos com aproximadamente 12 anos de idade, plantados em espaçamentos 3x3 m. Devido a alta fertilidade natural do solo, a adubação se tornou desnecessária.

As 50 plantas formaram a unidade experimental, onde foram avaliadas a renovação de folhas, a intensidade de floração e o número de frutos novos.

3.2.1 - Renovação de folhas (lançamento foliar)

Os lançamentos foliares foram avaliados mediante contagem semanal de folhas novas surgidas em 10 ramos previamente marcados em cada planta. Antes de atingir dois cm de comprimento do limbro, a folha é considerada como "rebento" (ALVIM *et alii*, 1969), não sendo contada.

3.2.2 - Intensidade de floração e frutos novos

O controle de frutos novos foi obtido semanalmente por contagem e etiquetamento em cada planta, e a intensidade de floração foi obtida pelo número de flores caídas num coletor circular de 1 m de diâmetro, colocado em volta do tronco de cada árvore.

3.3 - Avaliação e Estimativas dos Parâmetros Meteorológicos

Os dados meteorológicos foram coletados na Estação Agrometeorológica do CEPEC, localizada a 200 metros da área experimental. A temperatura do ar foi medida com termômetros de mercúrio e álcool etílico, instalados em abrigo meteorológico padronizado pela Organização Meteorológica Mundial (OMM). A precipitação pluvial foi medida com pluviômetro tipo "Ville de Paris", de superfície de captação de 400 cm², instalado a 1,50 m do solo. O número de horas de sol (insolação - INSL) obtida com heliôgrafo tipo Campbell-Stokes. A radiação solar global (RADS) com actinôgrafo bimetalico, marca Fuess, modelo 58 dc, e a velocidade do vento medida com anemômetro totalizador a 2 m de altura do solo.

A temperatura média do ar foi calculada diariamente, de acordo com as normas padronizadas pela OMM e Instituto Nacional de Meteorologia (INEMET), através da equação:

$$T_{MED} = \frac{T_{MAX} + T_{MIN} + t_{12} + 2t_{24}}{5} \quad \dots \quad (3.1)$$

onde,

T_{MED} = temperatura média do ar (°C);

T_{MAX} = temperatura máxima do ar (°C);

T_{MIN} = temperatura mínima do ar ($^{\circ}C$);
 t_{12} e t_{24} = temperatura do ar (bulbo seco) lida às 12 e 24
 TMG.

3.3.1 - Balanço de energia disponível ao sistema

O balanço de energia disponível ao sistema foi obtido mediante a equação proposta por BRUNT (1932):

$$H = Q_g (1-r) - \epsilon \sigma T_{MED}^4 * (0,56 - 0,092 \sqrt{e_a}) (0,1 + 0,9 n/N), \quad (3.2)$$

sendo:

H = energia líquida disponível ao sistema ($cal.cm^{-2}.dia^{-1}$);

Q_g = radiação solar global ($cal.cm^{-2}.dia^{-1}$);

r = albedo da superfície (%);

ϵ = emissividade da superfície (≈ 1);

σ = constante de Stefan-Boltzman ($1,19 \times 10^{-7} cal.cm^{-2}.dia^{-1}.^{\circ}K^{-4}$);

T_{MED}^* = temperatura média do ar ($^{\circ}K$);

e_a = tensão atual de vapor, calculada através da relação:

$$e_a = UR \times e_s$$

UR = umidade relativa do ar (%),

e_s = tensão de saturação do vapor (mm Hg), obtida pela equação de Tetens:

$$e_s = 4,58 \times 10^{(a \cdot T_{MED})/b + T_{MED}}$$

T_{MED} = temperatura média do ar ($^{\circ}\text{C}$);

$$a = 7,5 \quad e \quad b = 237,5$$

n = insolação (horas e décimos);

N = insolação máxima teoricamente possível, calculada diariamente, para latitude 15°S , por VILLA NOVA e OMETTO (1978).

3.3.2 - Evapotranspiração de referência

A evapotranspiração de referência foi calculada semanalmente, através do método combinado do balanço de energia e aerodinâmico preconizado por PENMAN (1948), de acordo com a equação:

$$ETO = \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} \cdot \frac{H}{59} + \frac{\gamma}{\Delta + \gamma} E_a \quad (3.3)$$

onde:

ETO = evapotranspiração de referência (mm);

Δ = tangente a curva de saturação de vapor sobre a água, à temperatura média do ar ($\text{mm Hg} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1}$);

γ = constante psicrométrica ($\text{mm Hg} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1}$), obtida

por:

$$\gamma = \frac{c_p \cdot P}{0,622L}$$

c_p = calor específico do ar úmido ($\approx 0,24 \text{ cal. g}^{-1} \cdot \text{°C}^{-1}$);

P = pressão atmosférica (mm Hg);

L = calor latente de vaporização da água (cal. g^{-1});

E_a = termo aerodinâmico, calculado pela expressão:

$$E_a = 0,35(1,0 + U/160,9)(e_s - e_a)$$

U = velocidade média do vento a 2 m acima da superfície (km.dia^{-1});

$e_s - e_a$ = déficit de saturação de vapor (mm Hg).

3.3.3 - Capacidade de água disponível

A capacidade máxima de água disponível (CAD) ou armazenamento máximo é considerada como sendo a água retida pelo solo entre a capacidade de campo (1/3 atm) e o ponto de murchamento permanente (15 atm), calculado de acordo com a expressão:

$$CAD = (\theta_{cc} - \theta_{PMP}) \times h \quad (3.4)$$

onde:

CAD = capacidade máxima de água disponível ou armazenamento máximo (mm);

θ_{cc} = umidade à base de volume sob tensão 1/3 atm (cm^3/cm^3);

θ_{PMP} = umidade à base de volume sob tensão 15 atm (cm^3/cm^3);

h = profundidade do perfil (mm).

3.3.4 - Balanço de água no solo

Para o cálculo da disponibilidade de água no solo, utilizou-se o método do balanço hídrico climático preconizado por THORNTHWAITE e MATHER (1955). Assim, o processo contabiliza, semanalmente, a água que entra no solo por precipitação pluvial e a que o deixa por evapotranspiração. A partir da CAD de 50 mm (obtido através da expressão 3.4), calcularam-se: a) Evapotranspiração real (ETR); b) deficiência hídrica (Def); e c) excedente hídrico (EXC).

A evapotranspiração real (ETR) foi determinada com o auxílio de tabelas elaboradas por THORNTHWAITE e MATHER (1957) para uma capacidade de armazenamento de 50 mm.

3.3.5 - Caracterização Térmica e Hídrica

3.3.5.1 - Graus-dia

Os graus-dia foram calculados através da equação proposta por VILLA NOVA *et alii* (1972), ou seja:

$$G_D = \frac{(T_{MAX} - T_b)^2}{2(T_{MAX} - T_{MIN})} \times 1 \text{ dia} \quad (3.5)$$

onde:

G_D = graus-dia ($^{\circ}\text{C}$);

T_{MAX} = temperatura máxima do ar ($^{\circ}\text{C}$);

T_{MIN} = temperatura mínima do ar ($^{\circ}\text{C}$);

T_b = temperatura base ($^{\circ}\text{C}$).

3.3.5.2 - Determinação da temperatura base

A temperatura base foi determinada graficamente a partir do confronto entre os valores semanais de temperatura média do ar e da intensidade de floração (Figura 1). Verifica-se que a temperatura de 23°C funciona como um valor de energia térmica limitante, sendo que o sistema reprodutivo é acionado a temperaturas mais elevadas e praticamente paralisado a temperaturas mais baixas. Esse valor parece ser a mínima energia térmica que a planta necessita diariamente, para a-

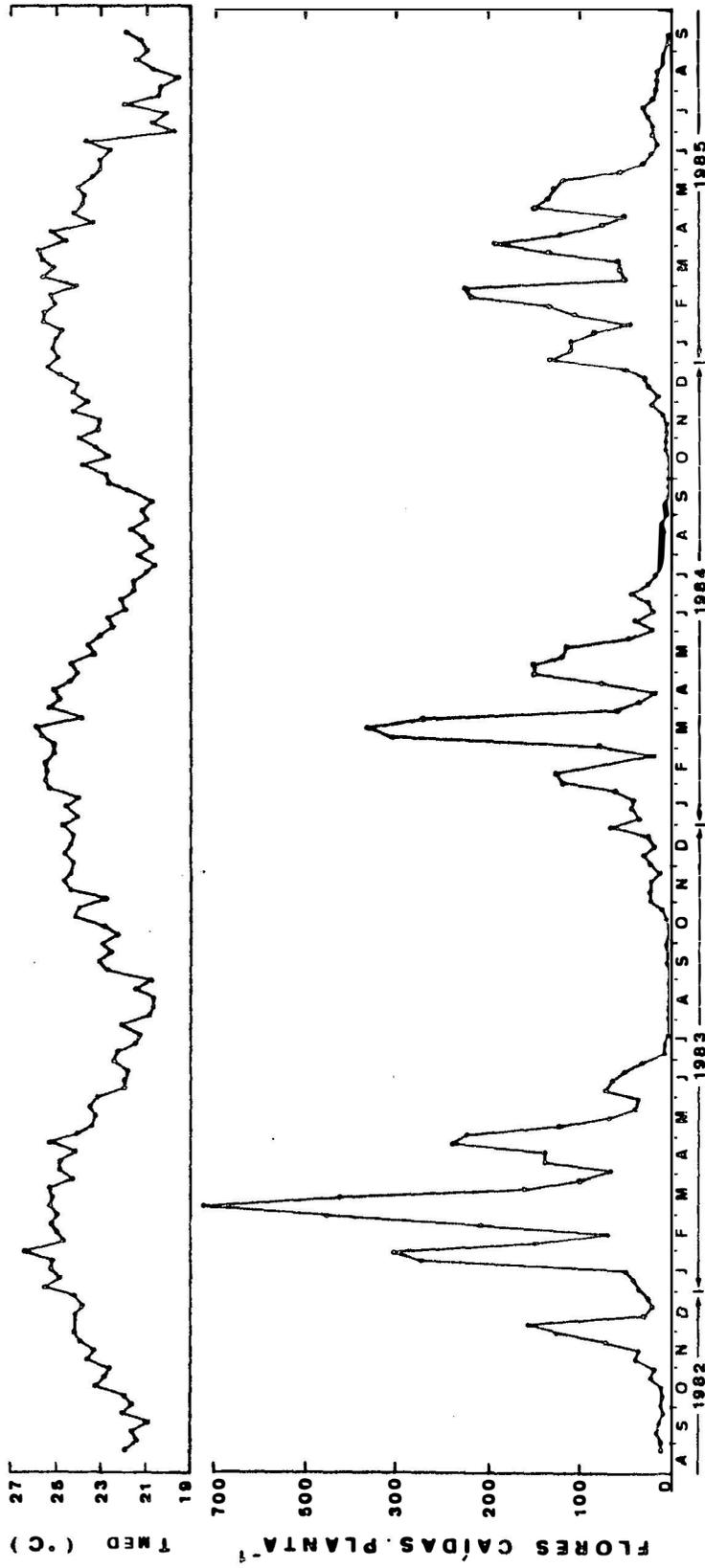


FIGURA 1. Médias semanais de temperatura média do ar ($T_{MED} - ^\circ C$) e do numero médio de flores caídas. Planta⁻¹ (intensidade de floração) Agosto/82.a agosto/85. Ilhéus, Bahia.

cionar suas atividades metabólicas. Esta temperatura, no presente trabalho, foi denominada de "temperatura mínima de indução floral - TIF". Assim, substituindo na equação (3.5) tem-se:

$$G_D = \frac{(T_{MAX} - TIF)^2}{2(T_{MAX} - T_{MIN})} \times 1 \text{ dia} \quad (3.6)$$

3.3.5.3 - Graus-dia "penalizados"

Em função dos graus-dia obtidos anteriormente, através da equação (3.6), calcularam-se os graus-dias "penalizados", semanalmente, introduzindo o fator de "penalização" devido ao déficit hídrico (ETR/ETO). Assim, substituindo na equação (3.6), tem-se:

$$GDP = GD \times \frac{ETR}{ETO} \times \frac{N^{\circ} \text{ de dias com } T_{MED} > 23^{\circ}C}{N^{\circ} \text{ total de dias do período}} \quad (3.7)$$

onde,

GDP = graus-dia "penalizados" acumulados semanalmente (°C);

GD = graus-dia acumulados semanalmente (°C);

ETR/ETO = índice "R" - relação entre a evapotranspiração real pela evapotranspiração de referência (mm/mm).

O fator hídrico de penalização (ETR/ETO) permite avaliar a disponibilidade de água para cultura e sua inclusão nos cálculos de graus-dia permite estudar os efeitos conjugados da energia e da água.

3.4 - Critérios para Utilização das Variáveis

As temperaturas do ar, insolação, radiação solar global e amplitude térmica foram calculadas em valores médios semanais. A precipitação pluvial (P), evapotranspiração de referência, evapotranspiração real e o armazenamento de água no solo (ARMZ) compreendem valores acumulados semanalmente. A intensidade de floração, o lançamento foliar e os frutos novos representam a média semanal por planta.

3.4.1 - Transformação das variáveis

Os dados de floração, lançamento foliar e frutificação foram submetidos a diversas transformações, sendo que o logaritmo neperiano (LN) foi a que melhor se ajustou para a normalização dos dados:

- . Floração (FLO) = LN(FLO);
- . Folhas (FOL) = LN(FOL+1);
- . Frutos novos (FN) = LN(FN+1).

3.5 - Modelo Ecofisiológico

Procurou-se desenvolver um modelo que explicasse a interação entre parâmetros fisiológicos e os meteorológicos. Assumiu-se, portanto, que cada elemento climático exercesse um certo controle sobre os processos fisiológicos da cultura. Assim, o lançamento foliar, a intensidade de floração e os frutos novos podem ser uma função resultante dessa interação e serem representados por uma função múltipla dos seguintes parâmetros:

$$Y = f(P, T_{MED}, T_{MAX}, T_{MIN}, AMPL, RADS, INSL, ARMZ, ETR, ETO, GDP, \dots, n/N) ,$$

onde:

Y = lançamento foliar, intensidade de floração ou frutos novos;

P, T_{MED} , ..., n/N = os elementos meteorológicos definidos anteriormente.

3.5.1 - Análise estatística

Os relacionamentos entre variáveis podem ser expressos através de uma equação na qual se associa uma variável dependente "Y" a uma ou mais variáveis independentes, tendo na forma inicial a seguinte expressão:

$$Y = b_0 + b_1P + b_2T_{MED} + b_3T_{MAX} + \dots + b_n n/N + \epsilon_0 ,$$

onde, b_0 , b_1 , b_2 , ..., b_n são os coeficientes da regressão linear múltipla, e ϵ_0 é o erro.

As estimativas dos parâmetros da regressão foram determinadas através do "STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS-SAS". O método de análise de regressão utilizado foi o STEPWISE (Procedure Stepwise), com os algoritmos "FORWARD SELECTION", em que as variáveis independentes são incluídas uma a uma na equação, e "BACKWARD ELIMINATION", que inicia com a equação completa e vai gradativamente eliminando uma a uma das variáveis menos importantes.

Portanto, o lançamento foliar, a intensidade de floração e os frutos novos foram submetidos aos efeitos interativos de todos os elementos meteorológicos, defasando-se de 1, 2, ..., n semanas antes da ocorrência de cada fenômeno, até encontrar um melhor ajustamento da regressão. Assim, o índice numérico para cada variável representa o

número de semanas antes da ocorrência de cada evento.

O modelo mais representativo foi selecionado com base na análise estatística, através dos parâmetros: coeficiente de determinação (R^2); coeficiente de determinação ajustado (\bar{R}^2); coeficiente de variação (CV); teste F; teste t; probabilidade de "t" e "F"; erro padrão, e da estatística C_p de Mallows.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos dados obtidos na Tabela 1, constante do Apêndice, procurou-se desenvolver um modelo matemático que explicasse os efeitos das interações dos elementos meteorológicos no lançamento foliar, na floração e frutificação do cacaueteiro. Estas combinações são demonstradas nas tabelas 2, 3, ..., 27.

4.1 - Relativos ao Lançamento Foliar

Tabela 2 - Análise estatística para o modelo mais representativo com duas variáveis. Ilhêus, BA, agosto/82 a agosto/85.

Análise da Variância							
C. Variação	S.Q.	G.L.	Q.M.	F	R ²	\bar{R}^2	CV(%)
Regressão	201.380	2	100.690	150,105**	0,673	0,668	23.796
Erro	97.936	146	0,671				
Total	299.316	148					

Parâmetros da Regressão					
VARIÁVEL	Parâmetro estimado	Erro Padrão	Teste t	R ²	Intervalo de confiança (95%)
Intercepto	-6,946	1,323	-5,250**	--	-6,946 \pm 2,593
GDP 3	0,083	0,011	7,310**	0,505	0,083 \pm 0,021
T _{MED 8}	0,408	0,059	6,920**	0,172	0,408 \pm 0,116

** altamente significativo a 0,1% de probabilidade.

EQUAÇÃO DE REGRESSÃO:

$$N^{\circ} \text{ FOL/sem} = e^{-6,946 + 0,083 \text{ GDP } 3 + 0,408 T_{\text{MED } 8} - 1}$$

Tabela 3 - Análise estatística para o modelo mais representativo com duas variáveis. Ilhêus, BA, fevereiro/83 a agosto/85. (Sem o período considerado "atípico").

Análise da Variância							
C. Variação	S.Q.	G.L.	Q.M.	F	R ²	\bar{R}^2	CV(%)
Regressão	177.846	2	88.923	180,393**	0,749	0,745	21,800
Erro	59.546	121	0,492				
Total	237.492	123					

Parâmetros da Regressão					
VARIÁVEL	Parâmetro estimado	Erro Padrão	Teste t	R ²	Intervalo de confiança (95%)
Intercepto	-8,446	1,245	-6,782**	-	-8,446 \pm 2,440
GDP 3	0,079	0,011	6,960**	0,508	0,079 \pm 0,021
T _{MED} 8	0,467	0,050	8,406**	0,241	0,467 \pm 0,108

** significativo a 0,1% de probabilidade.

EQUAÇÃO DE REGRESSÃO:

$$\text{Nº FOL/semana} = e^{-8,446 + 0,079 \text{ GDP } 3 + 0,467 \text{ T}_{\text{MED } 8} - 1}$$

Tabela 4 - Análise estatística para o modelo mais representativo com três variáveis. Ilhéus, BA, agosto/82 a agosto/85.

Análise da Variância

C.Variação	S.Q.	G.L.	Q.M.	F	R ²	\bar{R}^2	CV(%)
Regressão	208.762	3	69,587	111,426**	0,697	0,691	22,960
Erro	90.554	145	0,624				
Total	299.317	148					

Parâmetros da Regressão

VARIÁVEL	Parâmetro estimado	Erro Padrão	Teste t	R ²	Intervalo de confiança(95%)
Intercepto	-6,422	1,286	-4,944**	-	-6,422 \pm 2,520
GDP ₃	0,071	0,012	6,136**	0,505	0,071 \pm 0,021
T _{MED 8}	0,337	0,060	5,573**	0,172	0,337 \pm 0,118
RADS ₉	0,0004	0,001	3,438**	0,020	0,0004 \pm 0,002

** significativo a 0,1% de probabilidade.

EQUAÇÃO DE REGRESSÃO

$$N^{\circ} \text{ FOL/semana} = e^{-6,422 + 0,071 \text{ GDP } 3 + 0,337 \text{ T}_{\text{MED } 8} + 0,004 \text{ RADS } 9}$$

Tabela 5 - Análise estatística para o modelo mais representativo com três variáveis. Ilhéus, BA, agosto/82 a agosto/85.

Análise da Variância							
C.Variação	S.Q.	G.L.	Q.M.	F	R ²	\bar{R}^2	CV(%)
Regressão	207.408	3	69.136	100,090**	0,692	0,687	23,125
Erro	92.003	145	0,634				
Total	299.411	148					

Parâmetros da Regressão					
VARIÁVEL	Parâmetro estimado	Erro Padrão	Teste t	R ²	Intervalo de confiança(95%)
Intercepto	-6,558	1,313	-4,994**	-	-6,558 \pm 2,573
GDP 3	0,069	0,011	6,272**	0,505	0,069 \pm 0,021
T _{MED} 8	0,425	0,057	7,450**	0,160	0,425 \pm 0,111
ARMZ 5	-0,017	0,005	-3,400**	0,127	0,017 \pm 0,009

** significativo a 0,1% de probabilidade.

EQUAÇÃO DE REGRESSÃO

$$N^{\circ} \text{ FOL/sem} = e^{-6,558 + 0,069 \text{ GDP } 3 + 0,425 T_{\text{MED } 8} - 0,017 \text{ ARMZ } 5} - 1$$

Tabela 6 - Análise estatística para o modelo mais representativo com três variáveis. Ilhéus, BA, fevereiro/83 a agosto/85. (Sem o período considerado "atípico").

Análise da Variância							
C.Variação	S.Q.	G.L.	Q.M.	F	R ²	\bar{R}^2	CV(%)
Regressão	181.149	3	60.382	128,603**	0,763	0,757	21,290
Erro	56.343	120	0,469				
Total	237.492	123					

Parâmetros da Regressão					
VARIÁVEL	Parâmetro estimado	Erro Padrão	Teste t	R ²	Intervalo de confiança(95%)
Intercepto	-8,228	1,218	-6,754**	-	-8,228 \pm 2,387
GDP 3	0,065	0,012	5,367**	0,512	0,065 \pm 0,024
T _{MED} 8	0,421	0,057	7,372**	0,176	0,420 \pm 0,111
RADS 9	0,003	0,001	2,652**	0,075	0,003 \pm 0,002

** Significativo a 0,1% de probabilidade.

EQUAÇÃO DE REGRESSÃO:

$$\text{Nº FOL/SEMANA} = e^{-8,228 + 0,065 \text{ GDP } 3 + 0,421 \text{ T}_{\text{MED}} 8 + 0,003 \text{ RADS } 9}$$

Tabela 7 - Análise estatística para o modelo mais representativo com três variáveis. Ilhéus, BA, fevereiro/83 a agosto/85. (Sem o período considerado "atípico").

Análise da Variância							
C.Varição	S.Q.	G.L.	Q.M.	F	R ²	\bar{R}^2	CV(%)
Regressão	184.237	3	61.405	132,190**	0,766	0,760	21,207
Erro	56.206	121	0,464				
Total	240.423	124					

Parâmetros da Regressão					
VARIÁVEL	Parâmetro estimado	Erro Padrão	Teste t	R ²	Intervalo de confiança(95%)
Intercepto	-8,821	1,136	-7,764**	-	-8,821 \pm 2,226
GDP 3	0,072	0,011	6,545**	0,513	0,072 \pm 0,021
INSL 7	0,087	0,030	2,900**	0,106	0,087 \pm 0,059
T _{MED} 8	0,464	0,054	8,592**	0,147	0,464 \pm 0,106

** significativo a 0,1% de probabilidade

EQUAÇÃO DE REGRESSÃO:

$$\text{Nº FOL/semana} = e^{-8,821 + 0,072 \text{ GDP } 3 + 0,087 \text{ INSL } 7 + 0,464 \text{ T}_{\text{MED}} 8} - 1$$

Tabela 8 - Análise estatística para o modelo mais representativo com quatro variáveis. Ilhéus, BA, agosto/82 a agosto/85.

Análise da Variância

C.Variação	S.Q.	G.L.	Q.M.	F	R ²	\bar{R}^2	CV(%)
Regressão	214.815	4	53.703	91,520**	0,718	0,710	22,287
Erro	84.501	144	0,586				
Total	299.316	148					

Parâmetros da Regressão

VARIÁVEL	Parâmetro estimado	Erro Padrão	Teste t	R ²	Intervalo de confiança(95%)
Intercepto	-5,923	1,185	-4,999**	-	-5,923 \pm 2,324
GDP 3	0,054	0,012	4,500**	0,505	0,054 \pm 0,023
T _{MED} 8	0,292	0,060	4,867**	0,108	0,292 \pm 0,118
INSL 9	-0,186	0,058	-3,201**	0,090	-0,186 \pm 0,114
RADS 9	0,009	0,001	9,000**	0,015	0,009 \pm 0,001

** significativo a 0,1% de probabilidade.

EQUAÇÃO DE REGRESSÃO:

$$N^{\circ} \text{ FOL/Semana} = e^{-5,923 + 0,054 \text{ GDP } 3 + 0,292 \text{ T}_{\text{MED}} 8 - 0,186 \text{ INSL } 9 + 0,009 \text{ RADS } 9}$$

Tabela 9 - Análise estatística para o modelo mais representativo com quatro variáveis. Ilhéus, BA, fevereiro/83 a agosto/85. (Sem o período considerado "atípico").

Análise da Variância							
C.Variação	S.Q.	G.L.	Q.M.	F	R ²	\bar{R}^2	CV(%)
Regressão	184.237	4	46.059	102,92**	0,776	0,768	21,152
Erro	53.255	119	0,447				
Total	237.492	123					

Parâmetros da Regressão					
VARIÁVEL	Parâmetro estimado	Erro Padrão	Teste t	R ²	Intervalo de confiança (95%)
Intercepto	-8,541	1,100	-7,764**	-	-8,541 \pm 2,156
GDP 3	0,061	0,012	5,083**	0,503	0,061 \pm 0,023
T _{MED} 8	0,418	0,055	7,600**	0,147	0,418 \pm 0,108
INSL 9	0,079	0,030	2,633**	0,106	0,079 \pm 0,059
RADS 9	0,002	0,001	2,000**	0,020	0,002 \pm 0,001

** significativo a 0,1% de probabilidade.

EQUAÇÃO DE REGRESSÃO

$$\text{Nº FOL/Semana} = e^{-8,541 + 0,061 \text{ GDP } 3 + 0,418 \text{ T}_{\text{MED}} 8 + 0,079 \text{ INSL } 9 + 0,002 \text{ RADS } 9}$$

O número médio de folhas novas emitidas semanalmente/planta foi correlacionado com os elementos meteorológicos. Todas as variáveis apresentadas na Tabela 1 submeteram-se a um processo de interação, resultando em equações de regressão com uma, duas até n variáveis independentes, e defasadas de zero, uma, duas, até n semanas.

Os modelos mais representativos com duas, três e quatro variáveis basearam-se na significância dos parâmetros estatísticos, tais como: Teste F e t, coeficiente de determinação (R^2) e de determinação ajustado (\bar{R}^2), coeficiente de variação (CV) e o erro padrão, sendo mostrados nas Tabelas 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9. Os altos valores de R^2 e \bar{R}^2 , o baixo (CV e erro padrão), e a significância dos testes t e F permitiram enquadrar os modelos citados anteriormente como os melhores encontrados dentro do universo testado.

Na tentativa de encontrar uma relação mais representativa entre o lançamento foliar e os elementos meteorológicos, procurou-se submeter os dados experimentais a uma série de transformações para sua normalização. Dentre elas, a transformação logaritmo neperiano do número de folhas mais um [$\ln(\text{FOL}+1)$] se mostrou como sendo a melhor para ajustar os dados originais.

Durante os meses de agosto/82 a início de fevereiro/83, o município de Ilhéus sofreu uma irregularidade climática, principalmente, no tocante à quantidade e distribuição de chuvas (Tabela 1). Portanto, esse período foi considerado, neste trabalho, como sendo "atípico". Assim, as análises estatísticas foram determinadas sob duas condições: a primeira, utilizando-se todo o período (agosto/82 a agosto/85); e a segunda, excluindo essa época "atípica".

Nas condições da Bahia, o cacaueiro paralisa seu lançamento foliar durante os meses de março a julho, permanecendo, relativamente, em repouso vegetativo (ALVIM, 1965b). Até o momento não se conhecem as verdadeiras causas dessa paralisação. No entanto, os resultados obtidos aqui indicam que temperaturas médias do ar isoladamente, ou através da energia térmica acumulada semanalmente (graus-dia) corrigida por um fator de penalização (ETR/ETO), quando esses valores se encontram em fase decrescente, parece contribuir para manter a gema vegetativa em repouso durante esse período (março-julho). Entretanto, quando esses valores energéticos alcançam o ponto de mínimo e inicia a fase crescente parece induzir essa quebra da dormência. Na Figura 2, observa-se que a ocorrência contínua e antecedente de temperaturas médias do ar igual ou inferior a 23°C durante um período médio de oito a dez semanas, e de um valor acumulado de GDP, praticamente nulo

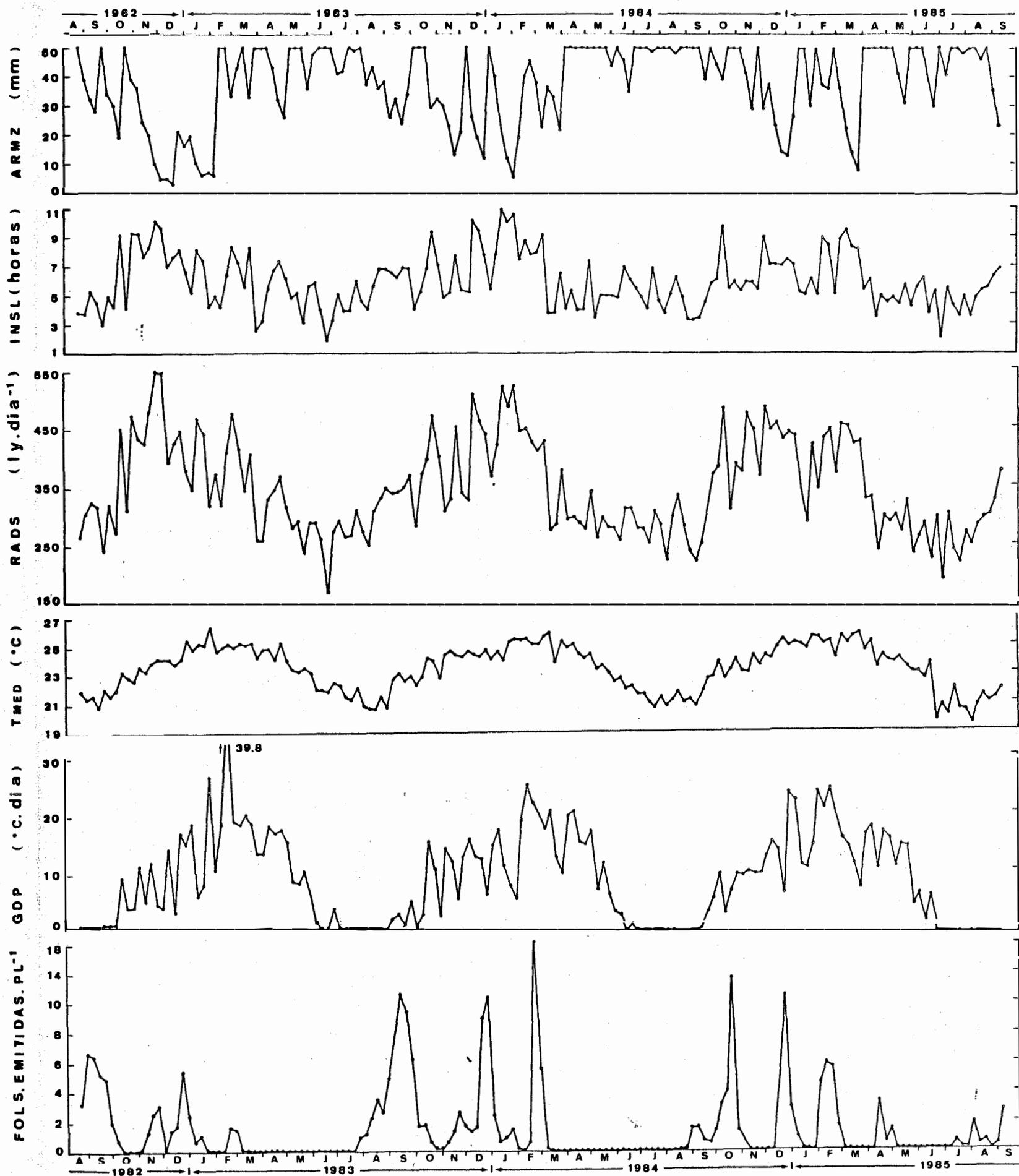


FIGURA 2. Médias semanais do armazenamento de água no solo (ARMZ), insolação (INSL), Radiação solar global (RADS), temperatura média do ar (T_{MED}), Graus dia penalizados (GDP) e do número médio de folhas emitidas. Planta⁻¹. (Lançamento foliar). Agosto/82 a agosto/85. Ilhéus, Bahia.

a partir da terceira semana antes, induz a quebra do período de repouso, emitindo novas folhas na gema terminal. No decorrer do repouso vegetativo (março-julho) oscilações do armazenamento de água no solo não parecem ter influência pelo menos diretamente, como um fator que estimule, a quebra de repouso, exceto quanto um período relativamente longo de déficit hídrico é seguido por uma grande quantidade de chuvas, como por exemplo em abril/85, que choveu 387 mm em quatro semanas (Tabela 1). No entanto, essa condição induziu parcialmente a emissão de folhas durante três semanas, e logo após retornou ao repouso (Figura 2). Supõe-se que esse retorno se deva ao fato de a curva energética se encontrarem fase decrescente.

Os meses em que o lançamento foliar é praticamente nulo, coincidem com o período de outono a inverno, no qual tanto a radiação solar global quanto o comprimento do dia são decrescentes. Entretanto, nos períodos de lançamentos crescentes, a radiação solar global é superior a $300 \text{ cal.cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ e a temperatura média do ar e os graus-dia penalizados acumulados semanalmente são maiores que 23°C e 10 GDP (Figura 2).

Essa resposta da emissão de folhas à temperatura foi observada em outros trabalhos (HUMPHRIES, 1944; GREENWOOD e POSNETE, 1950; BORGOS e REYS, 1965; SALE, 1966, 1967), e à radiação solar verificada por COUPRIE

(1972).

Uma vez quebrado o repouso da gema apical a precipitação pluvial exerce uma grande influência sobre a intensidade de lançamento foliar. Observa-se na Tabela 1 que a emissão de folhas torna-se relativamente intensa quando um período de déficit é seguido por uma chuva, o que concorda com os resultados encontrados por outros autores (ALVIM *et alii*, 1969 ; MACHADO e ALVIM, 1981) ou se uma estiagem ocorre após um longo período chuvoso, como verificado por McDONALD (1933), SALE (1970a), BOYER (1973) e ALVIM (1977a). A chuva tem efeito decisivo sobre o lançamento foliar, e tem sido observado por ALVIM (1977a) que lançamentos mais vigorosos estão sempre associados com a ocorrência de chuvas após um período de estiagem.

Como a máxima capacidade de armazenamento (CAD) é calculada em função das constantes físicas do solo e da profundidade do sistema radicular da planta, foi possível contabilizar, pelo balanço hídrico, as entradas e saídas de água. Neste trabalho, a CAD foi estimada como igual a 50 mm, sendo a entrada de água através da precipitação pluvial e a saída pela evapotranspiração de referência (ET₀).

Observa-se na Figura 2, com exceção do período de repouso vegetativo, que o lançamento foliar é particularmente intenso quando um déficit de água no solo (ARMZ < 50 mm) é seguido por um reabastecimento de água até a

sua máxima capacidade (ARMZ = 50 mm) ou quando ocorre um ligeiro decréscimo do máximo armazenamento de água. Por outro lado, verifica-se que quanto maior a magnitude do déficit hídrico (ARMZ << 50 mm), menor é o número de dias para ocorrer o primeiro lançamento após o início da recarga máxima de água pelo solo.

Os graus-dia penalizados acumulados da terceira semana antes (GDP 3) é a variável independente de maior contribuição nos modelos com duas, três e quatro variáveis, explicando em mais de 50% dos (R^2) (Tabelas 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9). No entanto, quando os períodos "atípicos foram retirados das análises, observou-se um melhor ajustamento das equações de regressão mostrando uma alta correlação entre o GDP 3 e o processo de emissão de folhas. Essa exclusão mostra que uma irregularidade na distribuição e redução da quantidade de chuvas durante cerca de seis meses (Tabela 1), parece afetar os processos fisiológicos do caqueiro. Assim, as respostas normalmente esperadas devido às variações nas condições climáticas, não são observadas.

O número de folhas novas emitidas durante o período "atípico" foi menor que aquele observado no mesmo período de 1983 a 1984 (Figura 2). Essa atipicidade é bem caracterizada pela diminuição no conteúdo de água no solo, abaixo de 60% da máxima capacidade de armazenamento duran-

te os meses de novembro a início de fevereiro/83 (Figura 2). No entanto, verificou-se que o lançamento ocorrido logo após as primeiras chuvas, foi reduzido em mais de 60%, quando comparada com o lançamento normalmente observado em fevereiro de 1984 e 1985. É provável que essa estiagem prolongada tenha afetado alguns dos processos metabólicos que contribuem para o desenvolvimento dos primórdios foliares. Em pesquisas anteriores, ALVIM (1960a) observou que as respostas fisiológicas do cacaueteiro são afetadas quando o conteúdo de água no solo está abaixo de 60-70% da máxima umidade disponível.

A quantidade de GDP no decorrer do período "atípico" foi ligeiramente menor, mesmo com um maior valor de energia térmica disponível, devido à redução do fator hídrico de penalização (ETR/ETO), em consequência da estiagem prolongada. Este índice é uma medida do suprimento de água para a planta em relação à sua necessidade ideal. Assim, nos períodos de déficit hídrico ($ETR/ETO < 1$), o efeito da soma térmica (graus-dia) será proporcionalmente reduzido de acordo com a magnitude da deficiência hídrica. Esta relação (ETR/ETO) foi utilizada por vários pesquisadores para quantificar os efeitos do déficit hídrico em outras culturas (YAO, 1969, 1973, 1974; MOTA, 1981; BRUNINI *et alii*, 1982; CAMARGO, 1984). A incorporação do fator hídrico na expressão de graus-dia foi incluída para estudar

os efeitos conjugados da temperatura e água nos processos fenôológicos do cacauero, como utilizados anteriormente por IDSO *et alii* (1978, 1980).

O cacauero, nas condições deste trabalho, apresentou três períodos principais de lançamento foliar durante um ano, ocorrendo entre fevereiro e início de março, setembro/outubro e novembro/dezembro, geralmente alternados por períodos de repouso vegetativo (Figura 2).

As análises de interações entre os elementos meteorológicos e o lançamento foliar são melhor explicadas, semanalmente, a partir dos graus-dia penalizados, acumulados da terceira semana antes (GDP 3), temperatura média do ar da oitava (T_{MED} 8), armazenamento de água no solo da quinta (ARMZ 5) e da radiação solar e insolação da nona (RADS 9 e INSL 9). O estudo estatístico destas interações demonstrou que as equações de regressão mais representativas para estimar o número médio de folhas emitidas semanalmente são aquelas relacionadas nas Tabelas 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9. No entanto, o GDP foi a variável mais importante, uma vez que explica aproximadamente 80% das interações entre lançamento foliar e elementos meteorológicos.

4.2 - Relativos à Intensidade de Floração

Tabela 10 - Análise estatística para o modelo mais representativo com duas variáveis. Ilhéus, BA, agosto/82 a agosto/85.

Análise da Variância							
C.Variação	S.Q.	G.L.	Q.M.	F	R ²	\bar{R}^2	CV(%)
Regressão	197.183	2	98.592	140,940**	0,658	0,653	23,260
Erro	102.132	146	0,699				
Total	299.315	148					

Parâmetros da Regressão					
VARIÁVEL	Parâmetro estimado	Erro Padrão	Teste t	R ²	confiança(
Intercepto	-7,376	1,246	-5,912**	-	-7,376 \pm 2,442
GDP 3	0,068	0,013	5,230**	0,560	0,068 \pm 0,025
T _{MED} 4	0,433	0,068	6,367**	0,098	0,433 \pm 0,133

** significativo a 0,1% de probabilidade.

EQUAÇÃO DE REGRESSÃO:

$$\text{Nº FLORES/Semana} = e^{-7,376 + 0,068 \text{ GDP } 3 + 0,433 \text{ T}_{\text{MED } 4}}$$

Tabela 11 - Análise estatística para o modelo mais representativo com duas variáveis. Ilhéus, BA, fevereiro/83 a agosto/85. (Sem o período considerado "atípico").

Análise da Variância							
C.Variação	S.Q.	G.L.	Q.M.	F	R ²	\bar{R}^2	CV(%)
Regressão	158.421	2	79.210	121,300**	0,667	0,661	22, 50
Erro	79.071	121	0,653				
Total	237.492	123					

Parâmetros da Regressão					
VARIÁVEL	Parâmetro estimado	Erro Padrão	Teste t	R ²	Intervalo de confiança(95%)
Intercepto	-6,331	1,304	-4,855**	-	-6,331 \pm 2,556
GDP 3	0,077	0,016	4,812**	0,602	0,077 \pm 0,031
T _{MED} 4	0,380	0,078	4,872**	0,065	0,380 \pm 0,152

** significativo a 0,1% de probabilidade.

EQUAÇÃO DE REGRESSÃO:

$$N^{\circ} \text{ FLORES/Semana} = e^{-6,331 + 0,077 \text{ GDP } 3 + 0,380 \text{ T}_{\text{MED}} 4}$$

Tabela 12 - Análise estatística para o modelo mais representativo com três variáveis. Ilhéus, BA, agosto/82 a agosto/85.

Análise da Variância

C.Variação	S.Q.	G.L.	Q.M.	F	R ²	\bar{R}^2	CV(%)
Regressão	201.473	3	67.158	99,530**	0,673	0,666	22,70
Erro	97.842	145	0,675				
Total	299.315	148					

Parâmetros da Regressão

VARIÁVEL	Parâmetro estimado	Erro Padrão	Teste t	R ²	Intervalo de confiança(95%)
Intercepto	-6,028	1,147	-5,256**	-	-6,028 \pm 2,248
GDP 3	0,066	0,013	5,077**	0,602	0,066 \pm 0,025
T _{MED} 4	0,332	0,078	4,256**	0,065	0,332 \pm 0,152
RADS 9	0,003	0,001	3,000**	0,006	0,003 \pm 0,002

** significativo a 0,1% de probabilidade.

EQUAÇÃO DE REGRESSÃO:

$$\text{Nº FLORES/Semana} = e^{-6,028 + 0,066 \text{ GDP } 3 + 0,332 \text{ T}_{\text{MED } 4} + 0,003 \text{ RADS } 9}$$

Tabela 13 - Análise estatística para o modelo mais representativo com três variáveis. Ilhéus, BA, agosto/82 a agosto/85.

Análise da Variância							
C.Variação	S.Q.	G.L.	Q.M.	F	R ²	\bar{R}^2	CV(%)
Regressão	198.963	3	66.321	95,830**	0,664	0,657	23,000
Erro	106.353	145	0,692				
Total	299.316	148					

Parâmetros da Regressão					
VARIÁVEL	Parâmetro estimado	Erro Padrão	Teste t	R ²	Intervalo de confiança (95%)
Intercepto	-4,133	1,672	-2,472**	-	-4,133 \pm 3,278
GDP 3	0,083	0,012	6,917**	0,602	0,083 \pm 0,023
T _{MAX 1}	0,191	0,051	3,745**	0,056	0,191 \pm 0,091
RADS 9	0,003	0,001	3,000**	0,006	0,003 \pm 0,001

** significativo a 0,1% de probabilidade.

EQUAÇÃO DE REGRESSÃO:

$$N^{\circ} \text{ FLORES/Semana} = e^{-4,133 + 0,083 \text{ GDP } 3 + 0,191 T_{\text{MAX } 1} + 0,003 \text{ RADS } 9}$$

Tabela 14 - Análise estatística para o modelo mais representativo com três variáveis. Ilhéus, BA, fevereiro/83 a agosto/85. (Sem o período considerado "atípico").

Análise da Variância							
C.Variação	S.Q.	G.L.	Q.M.	F	R ²	\bar{R}^2	CV(%)
Regressão	162.605	3	54.201	86,850**	0,684	0,676	22,35
Erro	74.886	120	0,624				
Total	237.491	123					

Parâmetros da Regressão					
VARIÁVEL	Parâmetro estimado	Erro Padrão	Teste t	R ²	Intervalo de confiança(95%)
Intercepto	-5,213	1,105	-4,717**	-	-5,213 \pm 2,166
GDP 3	0,070	0,016	4,375**	0,603	0,070 \pm 0,031
T _{MED} 4	0,284	0,085	3,341**	0,066	0,284 \pm 0,167
RADS 9	0,003	0,001	3,000**	0,015	0,003 \pm 0,001

** significativo a 0,1% de probabilidade.

EQUAÇÃO DE REGRESSÃO:

$$N^{\circ} \text{ FLORES/Semana} = e^{-5,213 + 0,070 \text{ GDP } 3 + 0,284 \text{ T}_{\text{MED } 4} + 0,003 \text{ RADS } 9}$$

Tabela 15 - Análise estatística para o modelo mais representativo com três variáveis. Ilhéus, BA, fevereiro/83 a agosto/85. (Sem o período considerado "atípico").

Análise da Variância							
G.Variação	S.Q.	G.L.	Q.M.	F	R ²	\bar{R}^2	CV(%)
Regressão	160.308	3	53.436	83,08**	0,675	0,667	23,60
Erro	77.183	120	0,643				
Total	237.491	123					

Parâmetros da Regressão					
VARIÁVEL	Parâmetro estimado	Erro Padrão	Teste t	R ²	Intervalo de confiança(95%)
Intercepto	-3,232	1,307	-2,473**	-	-3,232 \pm 2,562
GDP 3	0,087	0,015	5,800**	0,603	0,087 \pm 0,029
T _{MAX} 2	0,150	0,056	2,678**	0,057	0,150 \pm 0,109
RADS 9	0,004	0,001	4,000**	0,015	0,004 \pm 0,001

** significativo a 0,1% de probabilidade.

EQUAÇÃO DE REGRESSÃO:

$$N^{\circ} \text{ FLORES/Semana} = e^{-3,232 + 0,087 \text{ GDP } 3 + 0,150 T_{\text{MAX}} 2 + 0,004 \text{ RADS } 9}$$

Tabela 16 - Análise estatística para o modelo mais representativo com quatro variáveis. Ilhéus, BA, agosto/82 a agosto/85.

Análise da Variância							
C.Variação	S.Q.	G.L.	Q.M.	F	R ²	\bar{R}^2	CV(%)
Regressão	214.815	4	53.704	91,518**	0,718	0,701	22,25
Erro	84.501	144	0,587				
Total	299.316	148					

Parâmetros da Regressão					
VARIÁVEL	Parâmetro estimado	Erro Padrão	Teste t	R ²	Intervalo de confiança (95%)
Intercepto	-5,924	1,256	-4,715**	-	-5,924 \pm 2,461
GDP 3	0,054	0,012	4,342**	0,602	0,054 \pm 0,023
INSL 9	-0,186	0,058	-3,212**	0,010	-0,186 \pm 0,114
T _{MED} 4	0,292	0,060	4,836**	0,065	0,292 \pm 0,118
RADS 9	0,009	0,001	4,592**	0,041	0,009 \pm 0,001

** significativo a 0,1% de probabilidade.

EQUAÇÃO DE REGRESSÃO:

$$\text{N}^\circ \text{ FLORES/Semana} = e^{-5,924 + 0,054 \text{ GDP } 3 + 0,292 \text{ T}_{\text{MED}} 4 + 0,009 \text{ RADS } 9 - 0,186 \text{ INSL } 9}$$

Tabela 17 - Análise estatística para o modelo mais representativo com quatro variáveis. Ilhéus, BA, fevereiro/83 a agosto/85. (Sem o período considerado "atípico").

Análise de Variância							
C.Variação	S.Q.	G.L.	Q.M.	F	R ²	\bar{R}^2	CV(%)
Regressão	183.174	4	45.793	100,323**	0,771	0,764	20,99
Erro	54.318	119	0,456				
Total	237.492	123					

Parâmetros da Regressão					
VARIÁVEL	Parâmetro estimado	Erro Padrão	Teste t	R ²	Intervalo de confiança(95%)
Intercepto	-7,894	1,211	-6,515**	-	-7,894 \pm 2,375
GDP 3	0,053	0,013	3,927**	0,605	0,053 \pm 0,025
T _{MED} 4	0,389	0,058	6,696**	0,140	0,389 \pm 0,114
RADS 9	0,006	0,001	3,227**	0,013	0,006 \pm 0,001
INSL 9	-0,117	0,055	-2,127**	0,013	-0,117 \pm 0,108

** significativo a 0,1% de probabilidade.

EQUAÇÃO DE REGRESSÃO:

$$\text{Nº FLORES/Semana} = e^{-7,894 + 0,053 \text{ GDP } 3 + 0,389 \text{ T}_{\text{MED}} 4 + 0,006 \text{ RADS } 9 - 0,117 \text{ INSL } 9}$$

Na Tabela 1, são mostrados os números de flores caídas/planta/semana (intensidade de floração) e os elementos meteorológicos no período correspondente. A intensidade de floração foi submetida a uma série de análises de interações com os parâmetros climáticos isoladamente e/ou conjuntamente e defasados semanalmente. A seleção das variáveis foi realizada utilizando-se o método de análise de regressão linear múltipla do tipo "STEPWISE".

Como para o estudo de lançamento foliar, os modelos de regressão mais representativos com duas, três e quatro variáveis foram estabelecidos a partir da significância dos parâmetros estatísticos tais como: teste F e t, coeficiente de determinação (R^2) e de determinação ajustado (\bar{R}^2), coeficiente de variação (CV) e o erro padrão, sendo mostrados nas Tabelas 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 e 17.

Submeteram-se os dados experimentais referentes à floração a várias transformações a fim de encontrar um melhor ajuste em relação às variáveis independentes. Dentre elas, a transformação logaritmo neperiano do número de flores ($\ln FLO$) destacou-se como sendo a melhor para ajustar os dados originais.

A irregularidade climática ocorrida, principalmente na quantidade e distribuição de chuvas no decorrer

de agosto/82 a fevereiro/83, condicionou interpretações dos resultados em duas etapas: a primeira, utilizando-se todo o período de dados (agosto/82 a agosto/85); e a segunda, excluindo 25 semanas compreendidas entre agosto/82 e início de fevereiro/83 (período atípico). Assim, as análises estatísticas foram estabelecidas para todo o período e excluindo essa época "atípica".

A função graus-dia penalizados (GDP) foi, também obtida corrigindo os graus-dia calculados normalmente pela inclusão de um fator de penalização do déficit hídrico (ETR/ETO), estabelecido através do balanço hídrico como mostrado na Tabela 1.

A relação entre a evapotranspiração real (ETR) e evapotranspiração de referência (ETO) indica o suprimento de água para a planta em relação à sua necessidade ideal. Assim, o GDP representa os efeitos conjugados da quantidade de energia e água. Nos períodos em que a planta sofre um déficit hídrico, ou seja, ETR/ETO é menor do que um, os efeitos provocados pela soma térmica serão reduzidos, enquanto nas épocas sem déficit hídrico (a relação ETR/ETO é igual à unidade), os efeitos são devidos à quantidade de energia térmica disponível ao meio.

Pelos resultados desse trabalho, observa-se que a intensidade de floração pode ser explicada em aproximadamente 60% (R^2) através dos graus-dia penalizados da terceira semana antes da floração (GDP 3) e são mostrados nas Tabelas 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 e 17. Esses efeitos se tornam mais evidentes quando o GDP acumulado da terceira semana antes é superior a 10 (Figura 3). Evidentemente, acúmulos semanais acima desse valor resultam numa maior quantidade de flores. Valores abaixo de 10, em uma única semana, reduzirão a floração três semanas depois (Figura 3).

O cacaeiro, nas condições deste trabalho, apresentou floração continuamente no decorrer do ano, embora durante os meses de julho a outubro sua intensidade diminua, apresentando apenas em torno de cinco por cento (5%) dos valores médios normalmente observados, de novembro a maio (Figura 3). Observa-se que nesses meses, a radiação solar global média (RADS 9) da nona semana antes é inferior a $350 \text{ cal.cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ e a insolação a sete horas (INSL 9). A temperatura média do ar da quarta ($T_{\text{MED}} 4$) e os graus-dia penalizados acumulados de terceira semana foram respectivamente, inferiores a 23°C e 10 GDP. Como para o lançamento foliar, a função GDP estabelecida explica aproximadamente 80% da relação entre floração e variáveis

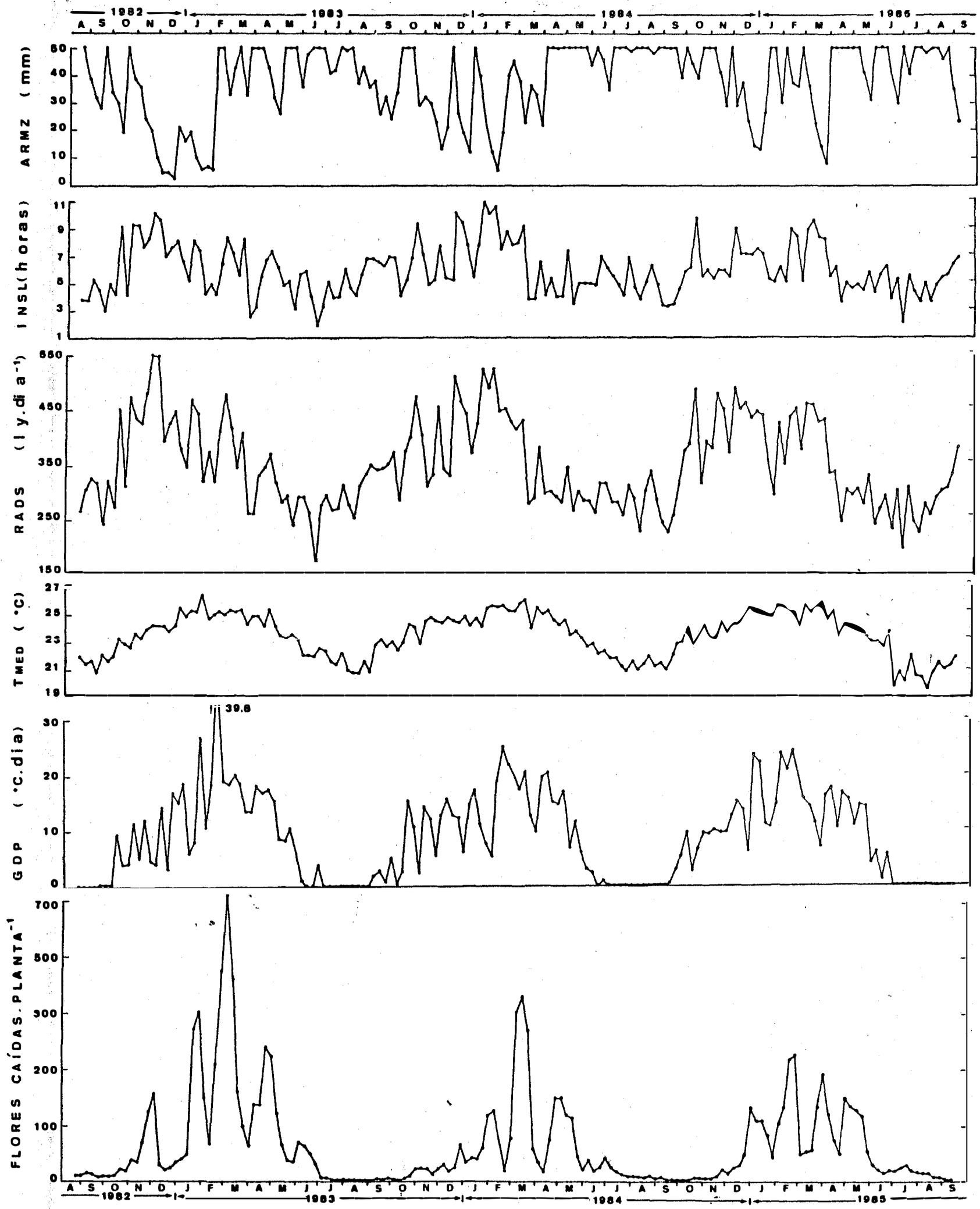


FIGURA 3. Médias semanais do armazenamento de água no solo (ARMZ), insolação (INSL), Radiação solar global (RADS), temperatura média do ar (T_{MED}), graus dias penalizados (GDP) e do número médio de flores caídas. Planta⁻¹ (intensidade de de floração). Agosto/82 a agosto/85. Ilhéus, Bahia.

meteorológicas.

Os resultados referentes à temperatura média do ar mostram que valores inferiores a 23°C reduziram acen- tuadamente a floração, o que concorda com resultados pre- viamente encontrados por ALVIM (1965a, 1966, 1967), SALE (1969), BOYER (1970), ALVIM (1977a).

Os períodos em que a insolação foi crescen- te, normalmente coincidem com os picos de floração (Figu- ra 3). Esses resultados são suportados por aqueles encon- trados em Gana, por OWUSU *et alii* (1978) em que intensa floração foi relacionada com períodos de crescente insola- ção. Radiação solar da nona semana antes, foi também alta- mente correlacionada com a floração. Efeitos similares da radiação solar na floração foram observados por KAWABATA *et alii* (1984) em *Strelitzia reginae* Ait com dez semanas de antecedência.

Durante o período "atípico" a intensidade de floração foi similar aquela observada no mesmo período de 1983-84 e 1984-85, onde as condições climáticas foram pra- ticamente normais. Assim, nas condições em que esse experi- mento foi conduzido o estresse hídrico não afetou a inten- sidade de floração, como tem sido observado em casa de vege- tação por alguns pesquisadores (ALVIM, 1964; MURRAY, 1966 e SALE, 1970a).

Observou-se um pico máximo de floração (Figura 3) três semanas após as primeiras chuvas que seguiram um longo período de déficit hídrico (de novembro/82 a fevereiro/83). Esse total de precipitação pluvial (Tabela 1) reabasteceu o solo até a sua máxima capacidade (50 mm).

Os maiores picos de floração ocorreram quando o GDP da terceira semana antes foi superior a 10 e o déficit hídrico foi seguido por um período chuvoso, como são observados em março/83 e março/84 (Figura 3). No entanto, quando o graus-dia penalizado é menor que 10, a floração torna-se desprezível, mesmo se o déficit hídrico for seguido por uma chuva. Isto pôde ser observado no final de setembro a início de outubro/83 (Tabela 1), quando uma chuva de 327 mm ocorreu após duas semanas de déficit hídrico.

No decorrer do experimento, observou-se que a floração é altamente influenciada por um período chuvoso ocorrido após um deficit hídrico, como verificado por ALVIM *et alii* (1974a), ALVIM (1977a), SILVA *et alii* (1982), embora isso não aconteça quando o GDP é inferior a 10.

Quando são analisados os dados sem o período "atípico", verifica-se que o melhor ajustamento das equações de regressão é notado pelo aumento dos R^2 e \bar{R}^2 e pela diminuição no coeficiente de variação (CV), demonstrando que

sob condições normais de clima existe uma alta correlação entre os elementos climáticos e a floração. No entanto, o efeito da irregularidade climática é mais acentuado no lançamento foliar que na floração (Figuras 2 e 3).

A combinação entre os elementos meteorológicos e a intensidade de floração pode ser principalmente evidenciada pelos graus-dia penalizados da terceira semana antes (GDP 3), embora a temperatura média do ar da quarta ($T_{MED\ 4}$), a radiação solar global e insolação da nona (RADS 9 e INSL 9), exerçam também influência sobre a floração. Assim, as equações de regressão mais representativas para estimar o número médio de flores/semana com duas, três ou quatro variáveis independentes são mostradas nas Tabelas 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 e 17. No entanto, a variável GDP isoladamente explica aproximadamente 80% das interações existentes entre os elementos meteorológicos e a floração.

4.3 - Relativos a Frutos Novos

Tabela 18 - Análise estatística para o modelo mais representativo com duas variáveis. Ilhéus, BA, agosto/82 a agosto/85.

Análise da Variância							
C.Varição	S.Q.	G.L.	Q.M.	F	R ²	\bar{R}^2	CV(%)
Regressão	38.595	2	19.297	76,501**	0,503	0,500	41,300
Erro	38.090	151	0,252				
Total	76.685	153					

Parâmetros da Regressão					
VARIÁVEL	Parâmetro estimado	Erro Padrão	Teste t	R ²	Intervalo de confiança(95%)
Intercepto	-1,049	0,178	-5,882**	-	-1,049 \pm 0,349
LN FLO 3	0,352	0,030	11,631**	0,333	0,352 \pm 0,059
ARMZ 3	0,021	0,003	7,182**	0,170	0,021 \pm 0,006

** significativo a 0,1% de probabilidade.

EQUAÇÃO DE REGRESSÃO:

$$\text{Nº FRUTOS NOVOS/Semana} = e^{-1,049 + 0,352 \text{ LN FLO 3} + 0,021 \text{ ARMZ 3}} - 1$$

Tabela 19 - Análise estatística para o modelo mais representativo com duas variáveis. Ilhéus, BA, fevereiro/83 a agosto/85. (Sem o período considerado "atípico").

Análise de Variância							
C.Variação	S.Q.	G.L.	Q.M.	F	R ²	\bar{R}^2	CV(%)
Regressão	38.367	2	19.184	76,632**	0,539	0,532	40,07
Erro	32.827	126	0,260				
Total	71.194	128					

Parâmetros da Regressão					
VARIÁVEL	Parâmetro estimado	Erro Padrão	Teste t	R ²	Intervalo de confiança(95%)
Intercepto	-1,223	0,215	-5,688**	-	-1,223 \pm 0,421
LN FLO 3	0,374	0,032	11,582**	0,349	0,374 \pm 0,062
ARMZ 3	0,024	0,004	6,268**	0,190	0,024 \pm 0,007

** significativo a 0,1% de probabilidade

EQUAÇÃO DE REGRESSÃO:

$$N^{\circ} \text{ FRUTOS NOVOS/Semana} = e^{-1,223 + 0,374 \text{ LN FLO 3} + 0,024 \text{ ARMZ 3} - 1.}$$

Tabela 20 - Análise estatística para o modelo mais representativo com três variáveis. Ilhéus, BA, agosto/82 a agosto/85.

Análise da Variância							
C.Variacão	S.Q.	G.L.	Q.M.	F	R ²	\bar{R}^2	CV(%)
Regressão	40.721	3	13,573	56,617**	0,531	0,522	40,01
Erro	35.963	150	0,239				
Total	76.685	153					

Parâmetros da Regressão					
VARIÁVEL	Parâmetro estimado	Erro Padrão	Teste t	R ²	Intervalo de confiança(95%)
Intercepto	1,203	0,202	5,955**	-	1,203 \pm 0,396
LN FLO 2	0,282	0,028	9,924**	0,300	0,282 \pm 0,055
RADS 0	-0,007	0,0008	-8,576**	0,106	-0,007 \pm 0,002
INSL 0	0,190	0,030	6,319**	0,125	0,190 \pm 0,059

** significativo a 0,1% de probabilidade.

EQUAÇÃO DE REGRESSÃO:

$$N^{\circ} \text{ FRUTOS NOVOS/Semana} = e^{1,203 + 0,282 \text{ LN FLO 2} - 0,007 \text{ RADS 0} + 0,190 \text{ INSL 0}}$$

Tabela 21 - Análise estatística para o modelo mais representativo com três variáveis. Ilhéus, BA, agosto/82 a agosto/85.

Análise de Variância							
C.Variação	S.Q.	G.L.	Q.M.	F	R ²	\bar{R}^2	CV(%)
Regressão	40.764	3	13.588	56,743**	0,532	0,522	39,98
Erro	35.920	150	0,239				
Total	76.685	153					

Parâmetros da Regressão					
VARIÁVEL	Parâmetro estimado	Erro Padrão	Teste t	R ²	Intervalo de confiança(95%)
Intercepto	-1,546	0,239	-6,448**	-	-1,546 \pm 0,468
LN FLO 3	0,354	0,029	11,986**	0,333	0,354 \pm 0,057
ARMZ 3	0,020	0,003	6,846**	0,170	0,020 \pm 0,006
IR 1	0,610	0,202	3,010**	0,028	0,610 \pm 0,396

** significativo a 0,1% de probabilidade.

EQUAÇÃO DE REGRESSÃO:

$$N^{\circ} \text{ FRUTOS NOVOS/Semana} = e^{-1,546+0,354 \text{ LN FLO } 3+0,020 \text{ ARMZ } 3+0,610 \text{ IR } 1} - 1$$

Tabela 22 - Análise estatística para o modelo mais representativo com três variáveis. Ilhéus, BA, fevereiro/83 a agosto/85. (Sem período considerado "atípico").

Análise de Variância							
C.Variação	S.Q.	G.L.	Q.M.	F	R ²	\bar{R}^2	CV(%)
Regressão	38.692	3	12.897	49,604*	0,543	0,532	40,02
Erro	32.501	125	0,260				
Total	71.193	128					

Parâmetros da Regressão					
VARIÁVEL	Parâmetro estimado	Erro Padrão	Teste t	R ²	Intervalo de confiança(95%)
Intercepto	1,130	0,236	4,782**	-	1,130 \pm 0,462
LN FLO 2	0,297	0,031	9,362**	0,310	0,297 \pm 0,060
RADS 0	-0,006	0,0009	-7,200**	0,108	-0,006 \pm 0,002
INSL 0	0,184	0,033	5,428**	0,125	0,184 \pm 0,065

** significativo a 0,1% de probabilidade.

EQUAÇÃO DE REGRESSÃO:

$$N^{\circ} \text{ FRUTOS NOVOS/Semana} = e^{1,130+0,297 \text{ LN FLO 2}-0,006 \text{ RADS 0}+0,184 \text{ INSL 0}}$$

Tabela 23 - Análise estatística para o modelo mais representativo com três variáveis. Ilhéus, BA, fevereiro/83 a agosto/85. (Sem o período considerado "atípico").

Análise de Variância							
C.Variação	S.Q.	G.L.	Q.M.	F	R ²	\bar{R}^2	CV(%)
Regressão	39.362	3	13.120	51,523**	0,553	0,542	39,50
Erro	31.832	125	0,254				
Total	71.194	128					

Parâmetros da Regressão					
VARIÁVEL	Parâmetro estimado	Erro Padrão	Teste t	R ²	Intervalo de confiança(95%)
Intercepto	-1,679	0,313	-5,365**	-	-1,679 \pm 0,613
LN FLO 3	0,373	0,031	11,711**	0,333	0,373 \pm 0,060
ARMZ 4	0,024	0,004	6,235**	0,191	0,024 \pm 0,006
IR 1	0,513	0,259	1,977**	0,029	0,513 \pm 0,507

** significativo a 0,1% de probabilidade.

EQUAÇÃO DE REGRESSÃO:

$$N^{\circ} \text{ FRUTOS NOVOS/Semana} = e^{-1,679+0,373 \text{ LN FLO } 3+0,024 \text{ ARMZ } 4+0,513 \text{ IR } 1} - 1$$

Tabela 24 - Análise estatística para o modelo mais representativo com quatro variáveis. Ilhéus, BA, agosto/82 a agosto/85.

Análise de Variância							
C.Variação	S.Q.	G.L.	Q.M.	F	R ²	\bar{R}^2	CV(%)
Regressão	44.798	4	11.199	52,330**	0,584	0,573	35,630
Erro	31.887	149	0,214				
Total	76.685	153					

Parâmetros da Regressão					
VARIÁVEL	Parâmetro estimado	Erro Padrão	Teste t	R ²	Intervalo de confiança (95%)
Intercepto	0,224	0,067	3,343**	-	0,224 \pm 0,131
LN FLO 2	0,319	0,028	11,392**	0,300	0,319 \pm 0,054
ARMZ 3	0,013	0,003	4,333**	0,105	0,013 \pm 0,006
INSL 0	0,151	0,029	5,207**	0,098	0,151 \pm 0,057
RADS 0	-0,005	0,0008	-6,250**	0,081	-0,005 \pm 0,001

** significativo a 0,1% de probabilidade.

EQUAÇÃO DE REGRESSÃO:

$$N^{\circ} \text{ FRUTOS NOVOS/Semana} = e^{0,224+0,319\text{LN FLO}2+0,013\text{ARMZ}3+0,151\text{INSL}0-0,005\text{RADS}0}$$

Tabela 25 - Análise estatística para o modelo mais representativo com quatro variáveis. Ilhéus, BA, agosto/82 a agosto/85.

Análise de Variância							
C.Varição	S.Q.	G.L.	Q.M.	F	R ²	\bar{R}^2	CV(%)
Regressão	40.838	4	10,209	42,438**	0,532	0,520	40,1
Erro	35.846	149	0,240				
Total	76.685	153					

Parâmetros da Regressão					
VARIÁVEL	Parâmetro estimado	Erro Padrão	Teste t	R ²	Intervalo de confiança(95%)
Intercepto	1,054	0,293	3,588**	-	1,054 \pm 0,574
LN FLO 2	0,279	0,028	9,682**	0,300	0,279 \pm 0,055
RADS 0	-0,006	0,0008	-8,452**	0,090	-0,006 \pm 0,002
INSL 0	0,175	0,037	4,675**	0,100	0,175 \pm 0,072
AMPL 0	0,033	0,048	0,698**	0,042	0,033 \pm 0,094

** significativo a 0,1% de probabilidade.

EQUAÇÃO DE REGRESSÃO:

$$N^{\circ} \text{ FRUTOS NOVOS/Semana} = e^{1,054 + 0,279 \text{LNFL}02 - 0,006 \text{RADS}0 + 0,175 \text{INSL}0 + 0,033 \text{AMPL}0} - 1$$

Tabela 26 - Análise estatística para o modelo mais representativo com quatro variáveis. Ilhéus, BA, fevereiro/83 a agosto/85. (Sem o período considerado "atípico").

Análise de Variância							
C.Variação	S.Q.	G.L.	Q.M.	F	R ²	\bar{R}^2	CV(%)
Regressão	41.909	4	10.477	44,360**	0,589	0,575	34,50
Erro	29.285	124	0,236				
Total	71.194	128					

Parâmetros da Regressão					
VARIÁVEL	Parâmetro estimado	Erro Padrão	Teste t	R ²	Intervalo de confiança(95%)
Intercepto	0,087	0,034	2,559**	-	0,087 \pm 0,067
LN FLO 2	0,334	0,031	10,774**	0,302	0,334 \pm 0,060
ARMZ 3	0,015	0,004	3,750**	0,108	0,015 \pm 0,008
INSL 0	0,155	0,033	4,696**	0,098	0,155 \pm 0,064
RADS 0	-0,005	0,0009	-5,556**	0,081	-0,005 \pm 0,001

** significativo a 0,1% de probabilidade.

EQUAÇÃO DE REGRESSÃO:

$$N^{\circ} \text{ FRUTOS NOVOS/Semana} = e^{0,087+0,334\text{LNFL}02+0,015\text{ARMZ}3+0,155\text{INSL}0-0,005\text{RADS}0} - 1$$

Tabela 27 - Análise estatística para o modelo mais representativo com quatro variáveis. Ilhéus, BA, fevereiro/83 a agosto/85. (Sem o período considerado "atípico").

Análise de Variância

C. Variação	S.Q.	G.L.	Q.M.	F	R ²	\bar{R}^2	CV(%)
Regressão	39.002	4	9.750	37,557**	0,548	0,533	39,98
Erro	32.192	124	0,259				
Total	71.194	128					

Parâmetros da Regressão

VARIÁVEL	Parâmetro estimado	Erro Padrão	Teste t	R ²	Intervalo de confiança(95%)
Intercepto	0,857	0,344	2,490**	-	0,857 \pm 0,674
LN FLO 2	0,292	0,032	9,143**	0,302	0,292 \pm 0,062
RADS 0	-0,066	0,0009	-7,276**	0,105	-0,006 \pm 0,002
INSL 0	0,156	0,042	3,683**	0,098	0,156 \pm 0,082
AMPL 0	0,058	0,053	1,091**	0,081	0,058 \pm 0,104

** significativo a 0,1% de probabilidade.

EQUAÇÃO DE REGRESSÃO:

$$N^{\circ} \text{ FRUTOS NOVOS/Semana} = e^{0,857+0,292\text{LNFL}02-0,066\text{RADS}0+0,156\text{INSL}0+0,058\text{AMPL}0} - 1$$

Para determinar as relações de dependência entre o número de frutos novos/planta/semana, foram combinados a intensidade de floração e os elementos meteorológicos (Tabela 1). Para a seleção das variáveis seguiu-se o mesmo critério adotado nos itens 4.1 e 4.2.

As equações de regressão linear múltiplas, mais representativas com duas, três ou quatro variáveis independentes, foram esboçadas a partir da significância dos parâmetros estatísticos, testes F e t e pelos altos valores de (R^2 e \bar{R}^2) e baixos (CV e erro padrão) que são mostrados nas Tabelas 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26 e 27.

Submeteram-se os dados experimentais a uma série de transformações para normalização. Como nas transformações anteriores, o logaritmo neperiano do número de frutos novos mais um [$\ln(FN+1)$] mostrou o melhor ajuste para dados originais.

As análises estatísticas foram efetuadas em duas etapas: a primeira, utilizando todo o período de dados coletados (agosto/82 a agosto/85) e a segunda, excluindo o período "atípico" (agosto/82 a início de fevereiro/83).

A defasagem entre a floração e o fruto novo é, em média, de duas a três semanas (Figura 4). Essa de-

fasagem é devida ao tempo decorrido desde a polinização até que visualmente seja observado e contado como fruto novo. O número de frutos novos mostrou mais alta correlação com o parâmetro armazenamento de água no solo (ARMZ 3) de três semanas antes, ou seja, durante os primeiros dias em que a flor recebe o pólen. Já os efeitos energéticos da radiação solar, insolação e amplitude térmica, não mostraram defasagem de semanas, como são observadas nos modelos matemáticos (Tabelas 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26 e 27).

Durante o período "atípico", a frutificação foi o parâmetro fisiológico mais afetado em comparação com o lançamento foliar e a floração discutidos nos itens anteriores. Assim, no decorrer desses meses, como mostra a Figura 4, o número de frutos novos foi drasticamente reduzido, mesmo existindo profusa floração. É provável que essa redução do número de frutos seja condicionada, principalmente pela baixa disponibilidade de água armazenada na zona radicular associada a alta radiação solar, o que pode ter provocado o abortamento de uma grande parte das flores polinizadas.

O efeito do déficit hídrico pôde ser observado na segunda semana de março/84, onde o armazenamento é aproximadamente 50% da sua máxima capacidade (50 mm). No en-

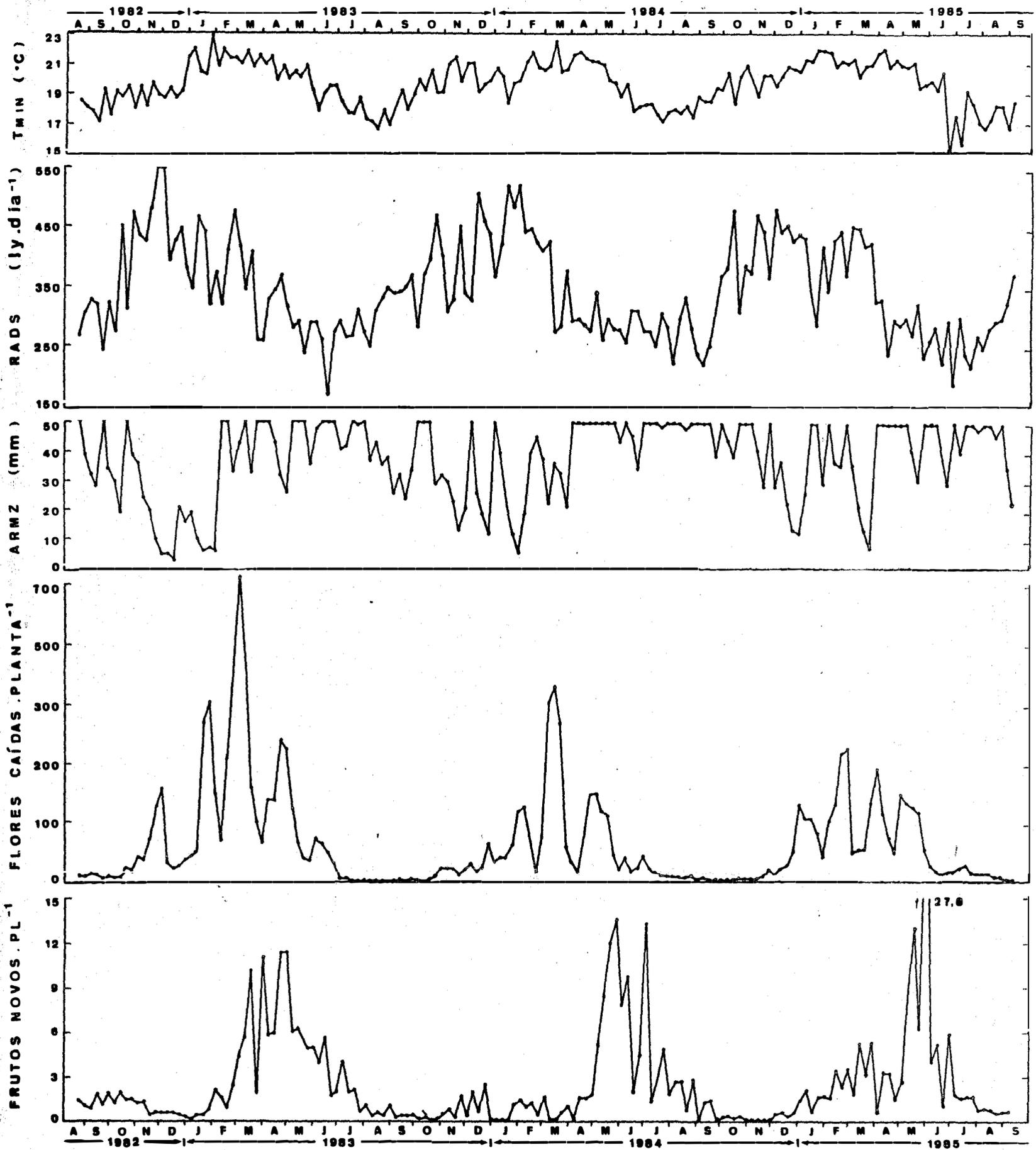


FIGURA 4. Médias semanais da temperatura mínima do ar (T_{MIN}), Radiação solar global (RADS) Armazenamento de água no solo (ARMZ), do número médio flores caídas. Planta⁻¹ e de frutos novos. Planta⁻¹. Agosto/82 a agosto/85. Ilhéus, Bahia.

tanto, após o pico de floração de março/84 a quantidade de frutos novos foi menor que aquela observada para a floração de maio, embora a radiação solar tenha sido baixa ($275 \text{ cal.cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$). Entretanto, no mês seguinte, quando o solo estava com a sua máxima capacidade de armazenamento, observou-se um número maior de frutos novos, mesmo com uma intensidade de floração inferior a 50% do mês anterior (Figura 4 e Tabela 1).

A maior quantidade de frutos novos verificados no decorrer do período experimental (agosto/82 a agosto/85) ocorreu entre maio e junho/85. Durante esses dois meses, as condições ambientais predominantes foram de máximo armazenamento de água no solo (50 mm), baixa radiação solar, em torno de $250 \text{ cal.cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ e menores valores de temperatura mínima (Figura 4). É interessante observar que os períodos de mais baixa radiação solar, principalmente quando não existe deficiência de água no solo, parecem ser favoráveis à frutificação. Presume-se que a radiação solar (acima de $450 \text{ cal.cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$) e temperaturas mais elevadas ($>31^{\circ}$) contribuem para aumentar o abortamento das flores.

Em condições de campo, um número crescente de frutos novos são frequentemente observados no decorrer dos períodos chuvosos. É provável que esse número crescente de frutos esteja associado com o ritmo da flutuação populacional de insetos polinizadores, que são mais abundantes du-

rante esses períodos, como tem sido observado por WINDER e SILVA (1972), SORIA e ABREU (1976), SORIA (1977b) e YOUNG (1983, 1984).

Nas análises estatísticas excluindo o período "atípico", os altos valores dos coeficientes de determinação (R^2) e de determinação ajustados (\bar{R}^2) e o baixo coeficiente de variação (CV) mostram que a frutificação é um dos processos fisiológicos mais sensíveis à deficiência de água no solo (Tabelas 19, 22, 23, 26 e 27).

Pelos dados da Tabela 1, nota-se que a quantidade de frutos novos foi relativamente maior no decorrer das semanas em que a floração foi mais baixa. Isto pode ser observado através da relação semanal entre o número de frutos novos/número de flores, denominado, neste trabalho, como índice de pegamento (IPEG) (Tabela 1). Parece que um menor número de flores por planta favorece o vingamento de frutos, em consequência de uma reduzida competição interna entre as próprias flores.

O número de frutos novos pode ser estimado a partir da intensidade de floração de duas semanas antes (ln FLO 2), armazenamento de água no solo da terceira (ARMZ 3), evapotranspiração real/evapotranspiração de referência da primeira (IR 1), e da radiação solar global (RADS 0) insolação (INSL 0) e amplitude térmica (AMPL 0) da

semana. Os modelos matemáticos para estimativas do número de frutos novos/semana utilizando duas, três ou quatro variáveis independentes são mostrados nas Tabelas 18, 19,20, 21, 22, 23, 24, 25, 26 e 27.

5. CONCLUSÕES

Os resultados deste trabalho evidenciam que os processos de lançamento foliar, floração e frutificação do cacauzeiro podem ser explicados a partir de interações com os elementos meteorológicos:

- A emissão de folhas novas e a intensidade de flora
ção mostraram-se altamente correlacionadas com o parâmetro graus-dia corrigido por um fator de umidade ETR/ETO denominado graus-dia penalizados - GDP. Associado a esse efeito e com exceção do período de repouso, o lançamento foliar mostrou-se particular
mente intenso quando um déficit de água no solo é seguido por uma chuva e quanto maior a magnitude do déficit hídrico menor o número de dias para ocorrer o primeiro lançamento após o início das chuvas.

- A intensidade de floração semanal foi positivamente correlacionada com valores de GDP acima de 10, observados três semanas antes de cada determinação. Para valores de GDP inferiores a 10, mesmo para uma única semana, a floração de três semanas após é visivelmente reduzida.
- O número de frutos novos é reduzido nos períodos de déficit hídrico, isoladamente ou acompanhado da radiação solar global relativamente elevada, ocorridos durante a polinização-pegamento.

6. LITERATURA CITADA

ALVIM, P.de T., 1956. Fatores que controlam os lançamentos do cacaueiro. In. Reunião do Comitê Técnico Interamericano de Cacau, VI Reunião, Salvador, BA, 1956. pp. 117-125.

ALVIM, P.de T., 1960a. Las necesidades de água del cacao. Turrialba, 10: 6-16.

ALVIM, P.de T., 1960b. Moisture stress as a requirement for flowering of coffea. Science, 132: 354.

ALVIM, P.de T., 1964. Tree growth periodicity in tropical climates. In: Formation of Wood in Forest Trees, ed. M.H. ZIMMERMANN, New York, Academic Press. p. 479-495.

ALVIM, P.de T., 1965a. A floração do cacaueiro na Bahia. Cacau Atualidades, 2(6): 71-72.

- ALVIM, P.de T., 1965b. Ciclo de Folhas do Cacaueiro. Cacau Atualidades, 2(16): 72-73.
- ALVIM, P.de T. e A. GRANGIER Jr., 1965. Influência do fotoperíodo no lançamento do cacau. In: Ilhéus, BA. Brasil. CEPLAC/CEPEC. Informe Técnico 1964. Ilhéus. p. 11-20.
- ALVIM, P.de T., 1966. Factors affecting flowering of the cocoa tree. Cocoa Growers Bulletin, nº 7, p. 15-19.
- ALVIM, P.de T., 1967. Ecophysiology of the cocoa tree. In: Conference Internacional sur les Recherches Agronomiques cacaoyeres, Abdjan, 15-20. Novembro, 1965, p. 23-25.
- ALVIM, P.de T.; A.D. MACHADO e A. GRANGIER JR., 1969. Alguns estudos sobre as relações de água, solo e crescimento do cacaueiro. In: Conferência Internacional de Pesquisas em Cacau, 2ª, Salvador e Itabuna, BA, Brasil, 1967. Memórias. Ilhéus, BA, Brasil, CEPLAC, p.316-322.
- ALVIM, P.de T.; A.D. MACHADO e F. VELLO, 1974a. Physiological responses of cocoa to environmental factors. Revista Theobroma, 4(4): 3-25.
- ALVIM, P.de T., 1975. A new dendrometer for monitoring cambium activity and changes in the internal water status of plants. Turrialba, 25: 445-447.
- ALVIM, P.de T., 1977a. Cacao. In: Ecophysiology of Tropical Crops. (ed. ALVIM, P.de T. e T.T. KOZLOWSKI). Academic Press, New York, pp. 279-313.

- ALVIM, P.de T. 1977b. Ecological and physiological determinants of cocoa yield. In: International Cocoa Research Conference, 5th, Ibadan, Nigéria, 1977. p. 25-28.
- ALVIM, P. de T. e R. ALVIM, 1978. Relation of climate to growth periodicity in tropical trees. In: Tropical trees as living systems (ed. P.B. TOMLINSON e MARTIN H. ZIMMERMANN). Cambridge University Press, 1978. pp. 445-464.
- ALVIM, P. de T., 1979. Recent studies on environmental physiology of cacao. In: Conference International sur la Recherche Cacaoyere, 7ª Duale, Cameraum, 1979. pp. 85-89.
- ALVIM, P. de T. e R. ALVIM, 1980. Environmental requirements of cacao with emphasis on responses to shade and moisture stress. In: International Conference on Cocoa and Coconuts, Kuala Lumpur, 1978. Proceedings, Kuala, Lunpur, Incorporated Society of Planters, p. 93-111.
- ALVIM, P. de T., 1984. Flowering of cocoa. Cocoa Growes Bulletin 35: 23-31.
- ALVIM, R.; P.de T. ALVIM; R. LORENZINI e P.F. SAUNDERS, 1974b. } The possible role of abscisic acid and cytokinins in growth rhythms of Theobroma Cacao L. Revista Theobroma, 4(3): 3-12.
- ALVIM, R. e P. de T. ALVIM, 1976. Hidroperiodicidade dos fluxos foliares do cacaureiro. In: Ilhéus, BA, Brasil, CEPLAC/CEPEC. Informe Técnico, 1975. Ilhéus, p. 42-48.
- ATANDA, O.A., 1972. Correlations studies in Theobroma cacao L. Turrialba, 22(1): 81-89.
- AUBERTIN, G.M. e D.B. PETERS, 1961. Net radiation determinations in a cornfield. Agronomy Journal, 53(1): 269-275.

- BENACCHIO, S.S. e B.O. BLAIR, 1972. A new approach to phenological research - Relationships between environmental factors and days to the appearance of the first leaf in four perennial species. Agron. Journal, Madison, 64: 297-302.
- BERLATO, M.A.; V.R. SUTILI e A.O. CASTRO, 1974. Comparação de três métodos de cálculo das exigências térmicas para espigamento de milho (Zea mays, L.). Agron. Sulriogr., Porto Alegre, 10(1): 87-94.
- BERLATO, M.A. e V.R. SUTILI, 1976. Ecologia do milho. II. Determinações das temperaturas base dos subperíodos emergência-pendoamento e emergência-espigamento de três cultivares de milho. In: Anais da XI Reunião Brasileira de Milho e Sorgo, Piracicaba, ESALQ, p. 523-527.
- BERLATO, M.A. e L.C.B. MOLIION, 1981. Evaporação e evapotranspiração. Porto Alegre/RS. Instituto de Pesquisas Agronômicas (IPAGRO). Boletim Técnico nº 7, 3-95.
- BOYER, J., 1970. Influence des regimes hydrique, radiatif et thermique du climat sur l'activité végétative et la floraison des cacaoyers en cameroun. Café Cacao Thé, 16(3): 180-201.
- BOYER, J., 1973. Étude particulière des facteurs hydriques de la croissance des cacaoyers. Café, Cacao, Thé, 15(3): 189-201.
- BOYER, J., 1974. Étude écophysiological du developement de cacao yers cultivés au Cameroun. Café, Cacao, Thé, 18(1): 3-30.
- BROWNING, G., 1973. Flower buds dormency in Coffea arabica L. II. Relations of cytoornins in xylen sop and flower buds to dormency release. J. Hort. Sci., 48: 297-310.

- BROWNING, G., 1975. Shoot growth in *Coffea arabica* responses to rainfall when the soil moisture status and gibberellin supply are not limiting. Journ. Hort. Sci., 50(1): 1-11.
- BRUNINI, O.; K. REICHARDT e F. GROHMANN, 1976. Determinação da água disponível em latossolo roxo em condições de campo. Anais do XV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, p. 81-86.
- BRUNINI, O.; M.A.C. MIRANDA; H.A.A. MASCARENHAS; J.C.V.N. PEREIRA e N.C. SCHMIDT, 1982. Teste de um modelo agroclimático que relacione o regime pluviométrico com as variações da produtividade agrícola. In: SEGOVIA, R.M., 1982. Determinação do efeito da precipitação pluviométrica na produtividade agrícola. Brasília, CFP, p. 21-46 (Coleção Análise e Pesquisa, 24).
- BRUNT, D., 1932. Notes on radiation in the atmosphere. Quart. Journal Royal Meteor. Soc. LVII.
- BURGOS, J.J. e E.H. REYS, 1965. Tipos agroclimáticos mundiales del cacaoero (Theobroma cacao L.). Agronomia Tropical, 15(1-4): 169-181.
- CADIMA Z., A., 1970. Estudo do sistema radicular do cacauzeiro em alguns tipos de solos da região cacaueira do sul da Bahia. Ilhéus, BA, Brasil. CEPLAC/CEPEC, Boletim Técnico nº 5, 31 p.
- CADIMA Z., A. e F.J. CORAL, 1972. Sistema radicular do cacauzeiro em duas unidades de solos do estado de São Paulo. Revista Theobroma, 2(4): 16-22.
- CAMARGO, M.B.P.de, 1984. Exigências bioclimáticas e estimativa de produtividade para quatro cultivares de soja no estado de São Paulo. Piracicaba, ESALQ/USP, 96 p. [Dissertação de Mestrado].

- CAMPELO Jr., J.H., 1985. Avaliação da capacidade de extração da água do solo pelo arroz de sequeiro (Oryza sativa L.) sob diferentes doses de nitrogênio. Piracicaba, ESALQ/USP, 127 p. [Tese de Doutorado].
- CASSIN, J., 1969. The influence of climate upon the blooming of citrus in tropical areas. Proc. Int. Citrus Symp. 1st. 1969. vol. 1. p. 315-323.
- CHAPAS, L.C. e A.R. REES, 1964. Evaporation and evapotranspiration in southern Nigeria. Quarterly Journal Royal Meteor. Society, 90(385): 313-319.
- CHAPMAN, R.K. e S.de J. SORIA, 1983. Comparative farcipomyia (Diptera, Ceratopogonidae) pollination of cacao in Central America and Southern Mexico. Rev. Theobroma, 13(2): 129-139.
- COUPRIE, F., 1972. Étude de certains aspects de l'ecophysiologia du cacaoyer liés a la productivité de Uganda. Café, Cacao, The, 16(1): 31-41.
- COWAN, I.R., 1965. Transport of water in the soil-plant-atmosphere system. Journal of Applied Ecology, 2: 221-239.
- DAKER, A., 1970. Irrigação e Drenagem. In: A Água na Agricultura. Vol. 3. Livraria Freitas Bastos. São Paulo. 453 p.
- DENMENAD, O.T. e R.H. SHAW, 1962. Availability of soil water to plants as affected by soil moisture content and meteorological conditions. Agronomy Journal, Washington, 54(5): 385-390.
- DOORENBOS, J. e W.O. PRUIT, 1977. Crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper nº 24. Roma, 179 p.

- DOORENBOS, J. e A.H. KASSAM, 1979. Yield response to water. FAO Irrigation and Drainage Paper n° 33. Roma, 193 p.
- GARDNER, W.R., 1965. Soil water movement and root adsorption. In: Plant Environment and Efficient Water Use. Amer. Soc. Agron. and Soil Science Soc. Amer. p. 127-149.
- GREENWOOD, M. e A.F. POSNETTE, 1950. The growth flushes of cacao. Journal of Hort. Sci., 25: 164-174.
- HARDY, F., 1960. Cacao Manual. Inter-American Institute of Agricultural Sciences. Turrialba, Costa Rica, 1960. 395 pp.
- HUMPHRIES, E.C., 1944. A consideration of the factors controlling the opening of buds in the cocoa tree (Theobroma cacao L.). Annals of Botany, 8: 259-267.
- HURD, R.G. e R.K. CUNNINGHAM, 1961. A cocoa shade and manurial experiment at the West African Cocoa Research Institute. III: Physiological results. Journal Hort. Sci., 36: 126-137.
- HUTCHEON, W.V.; R.W. SMITH e E.J.A. ASOMANING, 1972. Effect irrigation on the yield and physiological behaviour of mature amelonodo cocoa in Ghana. Tropical Agriculture. Trinidad, 50(4): 261-272.
- HUTCHEON, W.V.; R.W. SMITH e E.J.A. ASOMANING, 1973. Effect of irrigation on the yield and physiological behaviour of mature amelonado cocoa in Ghana. Tropical Agricultural. Trinidad, 50(4): 261-272.
- HUTCHEON, W.V., 1977. Water relations and other factors regulating the seasonal periodicity and productivity of cacao in Ghana. Proc. 5th. Int. Cocoa Res. Conf. Ibadan, 1975. p. 233-244.
- IDSO, S.B.; R.D. JACKSON e R.J. REGINATO, 1978. Extending the "degree-day" concept of plant phenological to included water stress effects. Ecology, 59(3): 431-433.

- IDSO, S.B.; R.J. REGINATO; J.L. HATFIELD; G.K. WALKER; R.D. JACKSON e P.C. PINTER Jr., 1980. A generalization of the Stress-degree-day-concept of yield prediction to accommodate a diversity of crops. Agric. Meteor. 21: 205-211.
- KAWABATA, O.; R.A. CEILEY e S.R. OSHIRO, 1984. Effects of season and environment on flowering of bird of paradise in Hawaii. Jour.Amer. Soc. Hort. Sci. 109(5): 706-712.
- KLAR, A.E., 1984. A Água no Sistema Solo-Planta-Atmosfera. Livraria Nobel S.A. São Paulo. 408 p.
- LUCCHESI, A.A.; H.W.S. MONTENEGRO; N.A. VILLA NOVA e A.C. FLORENCIO, 1977. Estimativa de graus-dia acumulados no ciclo de frutificações de cultivares de abacateiros (Persea americana, Miller). Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz", XXXIV: 317-325.
- MACHADO, R.C.R. e P.de T. ALVIM, 1979. Influência da carga de frutos sobre a intensidade de floração do cacauero. In: Ilhéus, BA, Brasil, CEPLAC/CEPEC. Informe Técnico 77/78. p. 71-73.
- MACHADO, R.C.R. e P.de T. ALVIM, 1981. Efeito da deficiência hídrica no solo sobre a renovação de folhas, floração e estado de água no cacauero. Revista Theobroma, 11(3): 183-191.
- MAGALHÃES, A.C. e L.R. ANGELOCCI, 1976. Sudden alterations in water balance associated with flower bud opening in coffee plants. Jour. Hort. Sci., 51: 419-423.
- MANDELLI, F., 1984. Comportamento fenológico das principais cultivares de Vitis vinifera L. para a região de Bento Gonçalves, RS. Piracicaba, ESALQ/USP, 125 p. [Dissertação de Mestrado].

- MATZENAUER, R., 1983. Estimativa da evapotranspiração do milho (Zea mays L.) através de parâmetros meteorológicos. In: III Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, Campinas, Fundação Cargill, Resumos. p. 49-50.
- MCDONALD, J.A., 1933. An environmental study of the cacao tree. Annual Rep. Cacao Research, 2nd, 1932. Imp. Coll. Trop. Agric. St^o Augustine, Trinidad. p. 29-38.
- MOTA, F.S. e M.I.C. BEIRSDORF, 1976. Medidas e estimativas da evapotranspiração potencial em Pelotas, Rio Grande do Sul. Ciência e Cultura, São Paulo, 28(6): 606-672.
- MOTA, F.S., 1981. Índice de seca para soja. Contribuição para um modelo de previsão do rendimento da soja no Rio Grande do Sul. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 16(3): 371-383.
- MURRAY, D.B., 1966. Soil moisture regimes. In. St. Augustine, Trinidad. The Imperial College of Tropical Agriculture. Annual Report on Cacao Research, 1965. St. Augustine, p. 34-39.
- MURRAY, D.B. e P.J.M. SALE, 1967. Growth studies on cacao in controlled environment rooms. In: Conference Internationale sur le Rechercher Agronomiques Cacaoyeres. Abdjan, Cote d'Ivoire, 1965. Paris-IFCC. pp. 57-61.
- NANG, J.Y., 1960. A critique of the heat unit approach to plant response studies. Ecology, 41(4): 785-789.
- OMETTO, J.C., 1981. Bioclimatologia Vegetal. São Paulo, Ed. Agron. Ceres. 440 p.

- ORTOLANI, A.A.; A.P. CAMARGO e N.A. VILLA NOVA, 1966. Correlação entre valores decendiais da evapotranspiração potencial calculados segundo método de Penman e de Thornthwaite de dados de evapotranspirômetros na Região de Ribeirão Preto. Bragantia, Campinas, 25: LXV-LXVII, maio 1965 (nota nº 15).
- OWUSU, J.K.; D. ADOMAKO e W.K. HUTCHEON, 1978. Seasonal changes in total free sugar content of field cocoa plants. Physiol. Plant, 44: 43-47.
- PELTON, W.L.; K.M. KING e G.B. TANNER, 1960. An evaluation of Thornthwaite and mean temperature methods for determining potential evapotranspiration. Agronomy Journal. Washington, 52: 387-395.
- PENMAN, H.L., 1948. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. Proceedings of the Royal Society, London, Série A(193): 120-145.
- REICHARDT, K., 1985. Processos de Transferência no Sistema Solo-Planta-Atmosfera. São Paulo, Fund. Cargill, 4ª ed., 445 p.
- RITCHIE, J.T., 1981. Water dynamics in the soil-plant-atmosphere system. Plant and Soil, 58: 81-96.
- SÁ, D.F. de; H.A. de ALMEIDA; L.F. da SILVA e A.C. LEÃO, 1982. Fatores edafo-climático seletivos ao zoneamento da cacauicultura no sudeste da Bahia. Revista Theobroma, 12(3): 169-187.
- SALE, P.M.J., 1966. Effect of temperature on growth. In: St. Augustine, Trinidad. Imperial College of Tropical Agricultura. Annual Report on Cocoa Research, 1965. p, 30-39.

- SALE, P.J.M., 1967. Effect of temperature on growth. In: St. Augustine, Trinidad, Imperial College of Tropical Agricultural. Annual Report on Cocoa Research. 1966, p. 30-34.
- SALE, P.J.M., 1968. Flushing and leaf growth of cocoa under controlled temperature conditions. Journal Hort. Sci., 43: 475-489.
- SALE, P.J.M., 1969. Flowering of cacao under controlled temperature conditions. Journ. Hort. Sci., 44: 163-173.
- SALE, P.J.M., 1970a. Growth flowering and fruiting of cacao under controlled soil moisture conditions. Journ. Hort. Sci., 45: 99-118.
- SALE, P.J.M., 1970b. Growth and flowering of cacao under controlled atmospheric relative humidities. Journ. Hort. Sci., 45: 119-132.
- SAS INSTITUTE, 1982. SAS User's Guide: Statistics, edition 1982. 584 p.
- SILVA, L.F. da, 1969. Solos bons para cacau. Cacau Atualidades, 6(2): 28-31.
- SILVA, L.F. da e A.A.O. MELO, 1970. Levantamento detalhado dos solos do Centro de Pesquisas do Cacau. Ilhéus, BA, Brasil, CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico nº 1.
- SILVA, W.S. da; P.de T. ALVIM e O.P. ARAGÃO, 1982. Fenologia do cacau-eiro sob regimes de irrigação diferencial. In: Ilhéus, BA, Brasil, CEPLAC/CEPEC. Informe Técnico 1980. Ilhéus, p. 35-37.
- SLATYER, R.O., 1967. Plant Water Relationships. Academic Press, New York, 366 p.

- SMITH, R.W., 1964. The establishment of cocoa under different soil-moisture regimes. Empire Journal of Exper. Agric., 32(127): 249-256.
- SMYTH, A.J., 1966. The selection of soil for cacao. FAO, Rome. FAO Soils Bulletin nº 5, 75 p.
- SNOECK, J., 1979. Relations entre les récoltes mensuelles des cacaoyers et les facteurs du climat en côte d'ivoire. Café, Cacao, Thé, 23(4): 277-282.
- SORIA, S. de J., 1970. Studies on Forcipomyia spp midges (Diptera, Ceratopogonidae) related to the pollination of Theobroma cacao L. Madison, University of Wisconsin. Ph.D. Thesis, 129 p.
- SORIA, S. de J. e J.M. ABREU, 1976. Dinâmica populacional de Forcipomyia spp (Diptera, Ceratopogonidae) na Bahia, Brasil. I - Flutuações estacional dos polinizadores do cacauero relacionado com chuva e balanço de água (Thorntwaite). Revista Theobroma, 6(2):47-54.
- SORIA, S. de J., 1977a. Dinâmica populacional de Forcipomyia spp (Diptera, Ceratopogonidae) na Bahia, Brasil. II - Variações bióticas relacionadas com a polinização do cacauero. Revista Theobroma, 7: 19-23.
- SORIA, S. de J., 1977b. Dinâmica populacional de Forcipomyia spp (Diptera, Ceratopogonidae) na Bahia, Brasil. III - Variáveis climáticas relacionadas com a polinização do cacauero. Revista Theobroma, 7: 69-84.
- STANHILL, G., 1961. A comparison of methods of calculating potential evapotranspiration from climatic data. J. Agric. Res. Israel, 11 (3-4): 159-171.

- THORNTHWAITE, C.W. e J.R. MATHER, 1955. The water balance. Ceuterton, New Jersey, USA. Drexal Institute of Technology. Laboratory of Climatology. 104 p. (Publications in Climatology, v. 8, nº 1).
- THORNTHWAITE, C.W. e J.R. MATHER, 1957. Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and water balance. Ceuterton, New Jersey, USA. Drexel Institute of Technology. Laboratory of Climatology. 311 p. (Publications in Climatology, v. 10, nº 3).
- URQUHART, D.H., 1963. Cacao. Turrialba, Costa Rica, IICA. 322 p.
- VERLIÈRE, G., 1970. Influence de l'humidité du sol sur le developpement du cacaoyer. Café, Cacao, Thé, 14(4): 265-273.
- VILLA NOVA, N.A.; M.J. PEDRO JÚNIOR; A.R. PEREIRA e J.C. OMETTO, 1972. Estimativa de graus-dia acumulados acima de qualquer temperatura base, em função das temperaturas máxima e mínima. Caderno de Ciências da Terra, São Paulo, 30: 1-8.
- VILLA NOVA, N.A., 1973. Estudos sobre o balanço de energia em cultura de arroz. Piracicaba, ESALQ/USP, 89 p. [Tese de Livre-Docência].
- VILLA NOVA, N.A. e J.C. OMETTO, 1978. Cálculo da duração do dia (N) no intervalo compreendido entre 5° de latitude norte até 35° de latitude sul. In: II Congresso Latino-Americano de Energia Solar. Anais. João Pessoa. 70 p. (Anexo 50A).
- VOGEL, M., 1975. Recherche du déterminisme du rythme de croissance du cacaoyer. Café, Cacao, Thé, 19(4): 265-290.

- VOGEL, M.; R.C.R. MACHADO e P.T. ALVIM, 1982. Remoção de órgãos jovens como método de avaliação das interações fisiológicas no crescimento, na floração e frutificação do cacau. International cocoa research conference, 8th, Cartagena, Colombia. Cocoa Producer's Alliance, 1982. p. 31-35.
- YAN, A., 1979. La influencia del ambiente sobre el crecimiento y producción del cacao. Suelos y nutrición. In: Conferencia Internacional de Investigación en Cacao, 7ª, Dnala, Camerun, 4-12, Movem- bre 79, p. 1-20.
- YAO, A.Y.M., 1969. The R index for plant water requirement. Agricultural Meteorology. Amsterdam, 6(4): 259-273.
- YAO, A.Y.M., 1973. Evolving climatic limitations for a specific agricultural enterprises. Agric. Meteorology, 12(1): 65-73.
- YAO, A.Y.M., 1974. Agricultural potencial estimated from the ratio of actual to potential evaporation. Agric. Meteorology. Amsterdam, 13(2): 405-417.
- YOUNG, A.M., 1982. Effects of shade cover and availability of midge breeding sites on a pollinating midge populations and fruit set in two cocoa farms. Journal of Applied Ecology, 19: 47-63.
- YOUNG, A.M., 1983. Seasonal differences in abundance and distribution of cocoa pollinating midges in relation to flowering and fruit set between shaded and sunny habitats of the La Lola cocoa farm in Costa Rica. Journ. of Applied Ecology, 20:801-830.
- YOUNG, A.M., 1984. Flowering and fruit-setting patterns of cocoa trees (Theobroma cacao L.) (Sterculiaceae) at three localities in Costa Rica. Turrialba, 34(2): 129-142.

WHEAT, D., 1979. Branch formation in cocoa (Theobroma cacao L., Sterculiaceae). Turrialba, 29(4): 275-284.

WINDER, J.A., 1978. The role non-dipterones insects in the pollination of cocoa en Brazil. Bull. Ent. Res. 68: 559-574.

WOOD, G.A.R., 1975. Cacao. 3ª edição, London, Longman, 292 p.

APĚNDICE

TABELA 1. Médias semanais do número médio planta⁻¹ de: folhas emitidas (FOL), flores caídas (FLO) e frutos novos (FN). Totais acumulados de precipitação pluvial (P-mm), evapotranspiração de referência (ETO-mm), armazenamento de água no solo (ARMZ-mm), excedente hídrico (EXC-mm), deficiência hídrica (DEF-mm), evapotranspiração real (ETR)/evapotranspiração de referência (IR-mm/mm), médias semanais da temperatura média do ar (T_{MED}-°C), temperatura máxima (T_{MAX}-°C), temperatura mínima (T_{MIN}-°C), amplitude térmica (AMPL-°C), radiação solar global (RADS-ly.dia⁻¹), insolação (INSL-horas e decimos), número de frutos novos/número de flores (IPEG-%) e unidade relativa do ar (UR-%). Agosto/82 a agosto/85, Ilhéus, Bahia.

De	a	FOL	FLO	FN	P	ETO	ARMZ	EXC	DEF	T _{MED}	T _{MAX}	T _{MIN}	AMPL	RADS	INSL	IPEG	IR	GDP	UR
18.08.82	24.08.82	3,3	10,4	1,4	35	15	50	14	0	21,9	26,1	18,5	7,7	267	3,8	13,4	1,00	0,0	89,9
25.08.82	31.08.82	6,6	10,9	1,1	5	18	39	0	2	21,5	26,1	18,1	6,9	305	3,8	10,1	0,89	0,0	90,8
01.09.82	07.09.82	6,4	15,2	0,9	9	18	32	0	1	21,6	26,7	17,8	8,9	327	5,2	5,9	0,94	0,0	86,4
08.09.82	14.09.82	5,2	13,1	1,8	13	20	28	0	3	20,9	25,8	17,1	8,8	317	4,5	13,7	0,85	0,0	83,5
15.09.82	21.09.82	4,9	8,6	1,1	59	15	50	22	0	22,1	25,6	19,2	6,3	242	3,0	12,8	1,00	0,5	89,7
22.09.82	28.09.82	2,0	10,8	1,8	1	20	34	0	3	21,7	26,6	17,6	9,0	320	4,9	16,7	0,85	0,6	85,3
29.09.82	05.10.82	0,8	9,8	1,3	10	17	30	0	3	22,0	25,9	19,0	6,9	276	4,0	13,3	0,82	0,5	87,6
06.10.82	12.10.82	0,0	11,8	1,9	4	27	19	0	12	23,2	28,9	18,8	10,1	451	9,1	16,1	0,88	9,2	83,8
13.10.82	19.10.82	0,0	22,9	1,5	59	20	50	8	0	22,9	27,7	19,4	8,3	314	4,3	6,5	1,00	4,0	87,3
20.10.82	26.10.82	0,0	19,3	1,5	14	27	39	0	2	22,6	28,6	18,0	10,6	473	9,3	7,7	0,93	4,1	80,9
27.10.82	03.11.82	0,2	39,6	1,3	27	31	36	0	1	23,6	29,1	19,3	9,8	436	9,3	3,2	0,97	11,1	82,2
04.11.82	09.11.82	1,3	35,7	1,3	4	23	24	0	7	23,3	28,7	18,2	10,5	427	7,7	3,6	0,69	5,3	84,4
10.11.82	16.11.82	2,6	70,9	0,5	21	31	20	0	6	23,9	29,4	19,6	9,8	481	8,3	0,7	0,81	11,8	83,7
17.11.82	23.11.82	3,1	127,4	0,6	0	35	10	0	25	24,2	30,7	18,9	11,7	547	10,1	0,4	0,28	4,9	79,3
24.11.82	30.11.82	0,1	157,7	0,6	5	36	5	0	26	24,2	29,7	18,7	12,5	546	9,6	0,4	0,28	4,0	72,5
01.02.82	07.12.82	1,4	30,8	0,6	21	26	5	0	5	24,2	30,4	19,3	11,1	389	7,0	1,9	0,81	14,0	80,0
08.12.82	14.12.82	1,7	19,7	0,6	4	29	3	0	23	23,8	30,0	18,7	11,4	425	7,6	3,0	0,21	3,2	77,7
15.12.82	21.12.82	5,3	25,7	0,5	59	29	21	0	0	24,2	30,3	19,1	11,2	444	8,1	1,9	1,00	16,7	83,7
22.12.82	28.12.82	2,5	37,3	0,3	14	27	16	0	8	25,5	30,5	21,4	9,1	381	6,6	0,8	0,70	15,1	84,7
29.12.82	04.01.83	0,7	42,7	0,2	26	23	19	0	0	24,9	29,2	21,9	7,3	343	5,2	0,5	1,00	18,4	88,2
05.01.83	11.01.83	1,1	51,1	0,5	0	31	10	0	22	25,3	31,1	20,4	10,7	466	8,1	1,3	0,29	6,2	81,9
12.01.83	18.01.83	0,1	269,9	0,5	7	30	6	0	19	25,2	31,3	20,3	11,0	443	7,7	0,2	0,37	8,1	83,3
19.01.83	25.01.83	0,1	302,6	0,8	25	24	7	0	0	26,4	30,9	22,8	8,1	319	4,2	0,3	1,00	26,9	86,0
26.01.83	01.02.83	0,0	147,8	2,1	15	27	6	0	11	24,7	29,9	20,8	9,1	371	4,9	1,4	0,59	10,8	85,4

- continua -

TABELA 1. continuação

De	a	FOL	FLO	FN	P	ETO	ARMZ	EXC	DEF	T _{MED}	T _{MAX}	T _{MIN}	AMPL	RADS	INSL	IPEG	IR	GDP	UR
02.02.83	08.02.83	0,0	69,8	1,6	90	22	50	24	0	25,0	29,2	21,9	7,4	318	4,2	2,3	1,00	18,4	89,4
09.02.83	22.02.83	1,7	290,7	1,0	78	56	50	22	0	25,2	30,0	21,4	8,6	412	6,4	0,5	1,00	39,8	86,4
23.02.83	02.03.83	1,5	454,0	2,4	11	31	33	0	3	25,0	31,0	20,3	11,3	479	8,3	0,5	0,90	18,8	83,1
03.03.83	08.03.83	0,1	719,9	4,4	34	23	43	0	0	25,3	30,8	21,0	9,8	416	7,2	0,6	1,00	18,6	86,8
09.03.83	15.03.83	0,1	424,0	5,6	39	22	50	10	0	25,2	29,7	21,8	7,9	346	5,6	1,3	1,00	19,9	88,0
16.03.83	22.03.83	0,1	159,5	10,0	6	27	33	0	4	25,3	30,9	20,8	10,2	406	7,2	6,2	0,85	18,4	84,6
23.03.83	29.03.83	0,0	101,7	2,0	78	17	50	44	0	24,3	28,0	21,5	6,5	258	2,6	1,9	1,00	13,5	91,7
30.03.83	05.04.83	0,0	68,6	11,0	24	18	50	6	0	24,9	29,7	21,0	8,7	259	3,1	16,0	1,00	13,5	83,8
06.04.83	12.04.83	0,0	138,1	5,9	22	22	50	0	0	24,9	30,3	21,4	8,8	330	5,5	4,3	1,00	18,0	87,5
13.04.83	19.04.83	0,0	139,4	6,0	14	21	43	0	0	24,2	30,0	19,9	10,2	345	6,7	4,3	1,00	17,0	86,9
20.04.83	26.04.83	0,0	238,6	11,4	6	22	32	0	5	25,3	31,2	20,8	10,1	368	7,3	4,8	0,77	17,4	84,2
27.04.83	03.05.83	0,0	226,6	11,4	11	20	26	0	3	24,1	29,6	20,0	9,5	316	6,1	5,0	0,85	15,4	85,8
04.05.83	10.05.83	0,0	122,5	6,1	75	14	50	37	0	23,4	28,2	20,4	8,2	282	4,9	5,0	1,00	8,6	90,4
11.05.83	17.05.83	0,0	67,0	6,2	34	16	50	18	0	23,3	28,2	20,1	8,0	291	5,1	9,2	1,00	8,3	91,3
18.05.83	24.05.83	0,0	38,6	5,0	51	14	50	37	0	23,5	27,9	20,8	7,0	240	3,1	12,9	1,00	10,2	91,8
25.05.83	31.05.83	0,0	37,1	5,0	0	16	36	0	2	23,2	28,8	19,1	9,7	288	5,6	13,5	0,87	6,0	88,2
01.06.83	07.06.83	0,0	71,4	4,0	27	15	48	0	0	22,0	28,1	17,9	10,2	290	5,8	5,6	1,00	1,2	87,9
08.06.83	14.06.83	0,0	66,0	5,6	28	14	50	12	0	22,0	27,0	18,9	8,1	260	4,0	8,4	1,00	0,0	90,6
15.06.83	21.06.83	0,0	51,5	1,8	39	10	50	29	0	21,9	25,2	19,5	5,7	172	1,9	3,5	1,00	0,0	92,8
22.06.83	29.06.83	0,0	31,9	2,0	44	19	50	25	0	22,5	27,2	19,5	7,6	274	3,3	6,3	1,00	3,9	90,2
30.06.83	05.07.83	0,0	7,1	4,0	5	15	41	0	1	22,3	28,6	18,4	10,1	292	5,0	56,3	0,93	0,0	89,3
06.07.83	12.07.83	0,0	7,4	2,0	15	14	42	0	0	21,5	27,2	17,7	9,5	267	4,0	27,0	1,00	0,0	90,4
13.07.83	19.07.83	0,0	2,9	2,1	23	14	50	1	0	21,3	26,7	17,7	9,1	269	4,0	72,4	1,00	0,0	90,3
20.07.83	26.07.83	1,0	2,8	0,7	15	16	49	0	0	22,1	27,5	18,6	8,9	311	5,9	25,0	1,00	0,0	89,1
27.07.83	02.08.83	1,2	1,8	1,0	42	14	50	27	0	20,9	25,8	17,3	8,6	276	4,6	55,6	1,00	0,0	90,4
03.08.83	09.08.83	2,3	1,7	0,4	0	15	37	0	2	20,7	25,9	17,1	8,8	252	4,0	23,5	0,86	0,4	84,4
10.08.83	16.08.83	3,5	1,5	0,6	24	16	43	0	0	20,7	25,8	16,6	9,2	308	5,6	40,0	1,00	0,0	88,8
17.08.83	23.08.83	2,7	2,0	0,4	8	18	36	0	3	21,5	26,7	17,8	8,9	331	6,8	20,0	0,83	0,0	82,5
24.08.83	30.08.83	4,9	2,0	1,0	22	19	38	0	7	20,8	26,3	16,9	9,4	347	6,8	50,0	1,00	0,0	85,2
31.08.83	06.09.83	7,8	2,1	0,3	1	20	26	0	7	22,7	28,7	18,1	10,2	340	6,6	14,3	0,65	2,0	85,6
07.09.83	14.09.83	10,9	4,7	0,4	31	24	32	0	0	23,0	28,0	19,1	8,9	342	6,2	8,5	1,00	2,8	85,5
15.09.83	20.09.83	9,4	3,6	0,4	5	19	24	0	6	22,6	28,5	17,9	10,4	348	6,9	11,1	0,68	1,0	83,7
21.09.83	27.09.83	6,2	6,2	0,5	12	22	34	0	0	22,9	28,8	18,8	10,1	370	6,9	8,1	1,00	5,1	84,2
28.09.83	04.10.83	1,7	4,3	0,2	327	18	50	293	0	22,3	25,7	19,8	5,9	284	4,1	4,6	1,00	0,6	92,3
05.10.83	11.10.83	1,8	2,7	0,3	32	24	50	8	0	22,9	27,4	19,2	8,2	371	5,2	11,1	1,00	2,4	83,5

- continua -

TABELA 1. continuação

De	a	FOL	FLO	FN	P	ETO	ARMZ	EXC	DEF	T_MED	T_MAX	T_MIN	AMPL	RADS	INSL	IPEG	IR	GDP	UR
12.10.83	18.10.83	0,6	6,6	0,1	31	26	50	5	0	24,2	29,1	20,5	8,6	397	6,9	1,5	1,00	15,2	84,3
19.10.83	25.10.83	0,2	9,0	0,2	29	29	29	0	7	24,0	29,5	19,1	10,3	469	9,3	2,2	0,76	10,8	80,9
26.10.83	01.11.83	0,2	23,4	0,5	28	25	32	0	0	22,8	27,7	19,1	8,6	403	7,1	2,1	1,00	2,6	85,3
12.11.83	08.11.83	0,6	24,0	0,8	20	22	30	0	0	24,4	28,5	21,0	7,5	309	4,9	3,3	1,00	14,1	87,9
09.11.83	16.11.83	1,4	24,8	0,3	13	26	23	0	6	24,7	28,7	21,4	7,4	329	5,2	1,2	0,77	12,0	85,2
17.11.83	23.11.83	2,6	13,6	1,6	0	30	13	0	20	24,4	30,1	19,8	10,3	451	7,6	11,8	0,33	12,0	85,2
24.11.83	29.11.83	1,7	23,2	0,5	28	20	21	0	0	24,3	28,8	21,0	7,8	340	5,4	2,1	1,00	12,9	83,1
30.11.83	06.12.83	1,4	30,6	1,9	99	22	50	48	0	24,6	28,9	21,1	7,8	331	5,3	6,2	1,00	15,6	87,9
07.12.83	13.12.83	1,7	19,5	0,7	0	32	26	0	8	24,4	30,4	19,1	11,3	506	10,1	3,6	0,75	12,7	79,8
14.12.83	20.12.83	8,9	24,7	2,4	14	29	19	0	8	24,3	30,2	19,6	10,6	463	9,4	9,7	0,72	12,3	80,8
21.12.83	27.12.83	10,6	65,2	0,1	4	29	12	0	18	24,7	30,4	19,9	10,5	440	7,7	0,2	0,38	6,9	81,2
28.12.83	03.01.84	2,5	36,2	0,1	83	23	50	22	0	24,1	28,8	20,7	8,1	368	5,4	0,1	1,00	14,5	90,4
04.01.84	10.01.84	0,7	42,7	0,1	15	27	39	0	1	24,6	30,1	20,2	9,8	421	7,8	0,2	0,96	17,1	83,9
11.01.84	17.01.84	1,0	43,7	0,1	3	31	22	0	11	24,0	30,8	18,4	12,4	521	10,8	0,2	0,64	11,0	80,6
18.01.84	24.01.84	1,5	60,6	1,1	0	31	12	0	21	25,3	32,3	19,7	12,6	489	10,0	1,8	0,32	7,7	81,1
25.01.84	31.01.84	0,2	119,0	1,4	1	32	6	0	25	25,5	32,9	19,9	12,9	521	10,5	1,2	0,22	5,8	77,8
01.02.84	07.02.84	0,0	127,1	1,0	42	29	19	0	0	25,4	31,5	21,1	10,5	444	7,5	7,8	1,00	18,9	83,1
08.02.84	14.02.84	0,6	69,6	1,2	50	29	40	0	0	25,5	31,2	21,7	9,6	447	8,7	1,7	1,00	24,8	84,5
15.02.84	21.02.84	18,1	20,2	0,5	32	27	45	0	0	25,1	31,0	20,8	10,3	429	7,8	2,5	1,00	21,9	85,4
22.02.84	28.02.84	5,6	78,1	1,6	18	27	38	0	2	25,1	31,1	20,6	10,5	412	7,9	2,0	0,92	20,0	83,6
01.03.84	08.03.84	0,2	306,8	0,1	10	35	23	0	10	25,6	31,8	20,9	11,1	425	9,1	0,0	0,71	17,6	82,3
09.03.84	13.03.84	0,0	360,6	0,2	27	14	36	0	0	25,9	31,6	22,5	9,8	276	3,8	0,0	1,00	20,3	86,5
14.03.84	20.03.84	0,0	271,5	0,6	14	18	33	0	1	23,9	28,5	20,5	8,0	286	3,8	0,2	0,94	12,4	87,7
21.03.84	27.03.84	0,0	59,6	1,0	3	25	22	0	11	25,3	29,7	20,7	10,4	379	6,5	1,7	0,56	9,8	83,0
28.03.84	03.04.84	0,0	34,7	0,2	79	20	50	31	0	24,9	29,8	21,6	8,4	293	4,1	0,6	1,00	19,7	87,7
04.04.84	10.04.84	0,0	20,5	1,6	60	20	50	40	0	25,1	29,8	21,8	7,7	297	5,2	7,8	1,00	20,2	90,9
11.04.84	17.04.84	0,0	78,0	1,6	61	19	50	42	0	24,4	28,6	21,4	7,2	289	4,0	2,0	1,00	15,2	90,5
18.04.84	24.04.84	0,0	151,2	1,8	65	17	50	48	0	24,1	28,6	21,2	7,5	281	4,0	1,2	1,00	14,8	89,7
25.04.84	02.05.84	0,0	151,4	5,1	128	22	50	106	0	24,4	29,3	21,1	8,2	340	7,3	3,4	1,00	16,9	89,0
03.05.84	08.05.84	0,0	118,3	8,4	50	14	50	36	0	23,3	27,8	20,9	7,0	263	3,4	7,1	1,00	6,7	92,4
09.05.84	15.05.84	0,0	114,3	12,0	63	17	50	46	0	23,6	28,7	19,9	8,8	296	5,0	10,5	1,00	11,1	88,5
16.05.84	22.05.84	0,0	48,4	13,5	63	16	50	47	0	23,1	28,1	19,7	8,5	280	5,0	27,9	1,00	6,2	88,6
23.05.84	30.05.84	0,0	24,5	7,9	9	15	44	0	0	22,5	28,3	18,8	9,5	280	4,9	32,2	1,00	3,0	88,7
31.05.84	05.06.84	-0,0	39,6	9,7	86	15	50	65	0	22,7	27,4	19,6	7,9	260	4,9	24,5	1,00	2,5	91,1
06.05.84	12.06.84	0,0	21,8	2,0	11	15	46	0	0	22,0	28,4	17,8	10,6	312	6,9	9,2	1,00	0	86,4

- continua -

TABELA 1. continuação

De	a	FOL	FLO	FN	P	ETO	ARMZ	EXC	DEF	T _{MED}	T _{MAX}	T _{MIN}	AMPL	RADS	INSL	IPEG	IR	GDP	UR
13.06.84	19.06.84	0,0	25,3	4,4	2	17	35	0	4	22,1	27,7	18,1	9,6	311	6,1	17,4	0,76	0,9	87,3
20.06.84	26.06.84	0,0	44,1	13,2	57	15	50	27	0	21,6	26,9	18,2	8,7	278	5,4	29,9	1,00	0,0	91,1
27.06.84	03.07.84	0,0	25,2	1,4	40	15	50	25	0	21,6	26,7	18,3	8,4	278	4,8	5,6	1,00	0,0	90,7
04.07.84	10.07.84	0,0	17,9	2,9	52	14	50	38	0	21,0	25,9	17,6	7,7	254	4,0	16,2	1,00	0,0	91,1
11.07.84	17.07.84	0,0	13,1	4,8	14	15	49	0	0	20,7	26,6	17,1	9,5	307	6,8	36,6	1,00	0,0	88,2
18.07.84	25.07.84	0,0	10,4	1,9	24	15	50	8	0	21,4	26,7	17,8	8,7	284	4,6	18,3	1,00	0,0	89,1
26.07.84	31.07.84	0,0	10,9	2,6	35	11	50	24	0	20,8	24,8	17,9	6,9	226	3,8	23,8	1,00	0,0	91,1
01.08.84	07.08.84	0,0	9,3	2,7	34	16	50	18	0	21,2	26,4	17,7	8,7	298	5,0	29,0	1,00	0,0	90,5
08.08.84	14.08.84	0,1	8,3	0,8	16	18	48	0	0	21,7	27,2	18,1	9,1	332	6,1	9,6	1,00	0,0	87,7
15.08.84	21.08.84	0,2	10,8	2,7	42	15	50	25	0	21,0	25,6	17,4	8,2	283	4,8	25,0	1,00	0,0	88,1
22.08.84	28.08.84	1,6	5,0	0,2	39	14	50	25	0	21,2	24,7	18,7	6,1	238	3,3	20,0	1,00	0,0	92,6
29.08.84	04.09.84	1,6	6,3	1,3	144	9	50	135	0	20,8	24,2	18,5	5,8	221	3,3	20,6	1,00	0,0	92,3
05.09.84	11.09.84	0,7	2,9	1,4	48	15	50	33	0	21,5	25,3	18,5	6,9	250	3,4	48,3	1,00	0,4	89,2
12.09.84	18.09.84	0,6	3,0	0,2	6	18	39	0	1	22,6	27,0	19,3	7,8	305	4,5	6,7	0,94	2,9	89,1
19.09.84	28.09.84	1,4	2,9	0,3	57	26	50	20	0	22,8	27,7	19,3	9,4	370	5,8	10,3	1,00	5,3	86,2
29.09.84	04.10.84	3,2	1,8	0,4	16	22	44	0	0	23,8	28,5	20,3	8,2	384	6,1	22,2	1,00	9,2	72,3
05.10.84	09.10.84	4,1	2,3	0,2	4	10	39	0	1	22,7	28,7	18,3	10,4	479	9,6	8,7	0,90	2,8	81,5
10.10.84	16.10.84	13,2	6,6	0,4	33	21	50	1	0	23,3	27,4	20,1	7,9	311	5,4	6,1	1,00	6,6	80,9
17.10.84	23.10.84	1,4	7,2	0,1	60	24	50	36	0	24,0	28,6	20,8	7,9	386	5,9	1,4	1,00	9,5	86,9
24.10.84	31.10.84	0,6	6,2	0,1	54	23	50	31	0	23,1	27,5	19,9	7,6	376	5,3	1,6	1,00	9,2	86,9
01.11.84	08.11.84	0,0	6,4	0,1	23	33	41	0	1	23,1	28,9	18,8	10,1	473	5,9	1,6	0,97	10,0	81,0
09.11.84	13.11.84	0,0	9,4	0,1	2	19	29	0	5	24,3	30,1	20,2	10,0	445	5,8	1,1	0,74	9,4	84,5
14.11.84	20.11.84	0,0	22,4	0,1	87	24	50	42	0	23,6	28,0	20,2	7,8	368	5,4	0,5	1,00	9,6	82,1
21.11.84	27.11.84	0,0	16,0	0,5	2	30	29	0	7	24,3	30,1	19,5	10,6	482	8,9	3,1	0,77	12,8	82,0
28.11.84	04.12.84	0,0	25,4	0,6	36	28	37	0	12	24,1	29,3	20,2	9,1	447	7,1	2,4	1,00	15,3	82,4
05.12.84	12.12.84	5,2	29,3	0,3	7	31	23	0	10	24,8	29,7	20,8	8,9	456	7,1	1,0	0,67	13,5	81,6
13.12.84	18.12.84	10,8	53,8	0,6	2	25	14	0	14	25,4	31,0	20,7	10,3	431	7,0	1,1	0,44	6,3	83,8
19.12.84	26.12.84	2,9	132,5	1,4	29	33	13	0	0	24,9	30,8	20,5	10,3	440	7,4	1,1	1,00	23,6	83,4
27.12.84	02.01.85	0,9	110,1	2,1	42	29	26	0	0	25,2	30,8	21,3	9,5	434	7,1	1,9	1,00	22,4	83,2
02.01.85	08.01.85	0,1	109,5	0,6	59	20	50	15	0	25,0	29,6	21,2	8,4	347	5,2	0,5	1,00	11,0	88,8
09.01.85	15.01.85	0,0	86,3	1,6	32	20	50	12	0	24,8	29,3	21,9	7,4	289	5,0	1,8	1,00	10,5	89,6
16.01.85	22.01.85	0,0	46,6	1,7	2	28	30	0	6	25,6	30,7	21,9	8,8	419	6,0	3,6	0,78	14,7	83,6
23.01.85	29.01.85	4,7	104,1	1,6	54	24	50	10	0	25,5	30,8	21,8	9,0	346	5,0	1,5	1,00	23,7	87,5

- continua -

TABELA 1. continuação

De	a	FOL	FLO	FN	P	ETO	ARMZ	EXC	DEF	T _{MED}	T _{MAX}	T _{MIN}	AMPL	RADS	INSL	IPEG	IR	GDP	UR
30.01.85	05.02.85	5,9	130,0	3,4	12	27	37	0	2	25,1	31,2	20,8	10,4	432	8,9	2,6	0,93	21,0	83,5
06.02.85	12.02.85	5,6	221,2	2,4	28	29	36	0	0	25,3	31,4	21,2	10,2	445	8,4	1,1	1,00	24,2	82,9
13.02.85	21.02.85	1,6	227,9	3,4	117	30	50	73	0	24,1	28,9	21,0	7,9	372	5,1	1,5	1,00	19,8	89,0
22.02.85	26.02.85	0,0	51,1	1,9	5	21	36	0	2	25,6	31,4	21,3	10,1	456	8,8	3,7	0,90	15,7	82,0
27.02.85	05.03.85	0,0	55,1	5,2	8	32	22	0	10	25,1	31,1	20,1	11,0	453	9,4	9,4	0,68	14,2	80,8
06.03.85	12.03.85	0,0	57,4	3,2	4	27	14	0	15	25,6	32,1	20,9	11,2	422	8,3	5,5	0,44	11,4	84,3
13.03.85	19.03.85	0,0	134,6	5,2	1	28	8	0	21	25,8	32,8	21,0	11,8	424	8,1	3,9	0,25	7,1	82,1
20.03.85	26.03.85	0,0	183,9	0,7	130	21	50	67	1	24,6	29,5	21,7	7,8	329	5,4	0,4	1,00	16,3	89,0
27.03.85	02.04.85	0,0	122,2	3,3	71	21	50	50	0	25,2	30,4	22,0	8,4	330	6,0	0,3	1,00	22,8	87,1
03.04.85	09.04.85	3,2	74,5	3,3	102	15	50	87	0	23,4	27,5	20,8	6,7	239	3,5	4,4	1,00	10,6	93,0
10.04.85	16.04.85	0,6	52,2	1,6	84	18	50	66	0	24,3	29,1	21,3	7,8	298	4,9	3,1	1,00	16,7	89,9
17.04.85	24.04.85	1,4	147,9	2,6	32	21	50	11	0	23,9	28,4	20,9	7,5	289	4,5	1,8	1,00	15,6	85,1
25.04.85	30.04.85	0,0	136,6	8,7	35	16	50	19	0	23,8	28,2	20,8	7,4	297	4,8	6,4	1,00	10,9	86,5
01.05.85	07.05.85	0,0	129,9	12,9	7	17	41	0	1	24,1	28,9	21,0	7,9	272	4,4	9,9	0,94	14,5	85,0
08.05.85	16.05.85	0,0	121,1	6,3	9	23	31	0	4	23,4	29,6	19,4	10,2	322	5,7	5,2	0,83	14,2	85,8
17.05.85	21.05.85	0,0	57,7	27,8	67	10	50	38	0	23,0	27,7	19,6	8,1	235	4,2	48,2	1,00	4,1	92,0
22.05.85	28.05.85	0,0	30,5	4,0	36	15	50	21	0	23,0	27,9	19,8	8,1	263	5,5	13,1	1,00	5,9	88,4
29.05.85	04.06.85	0,0	22,1	5,1	53	15	50	38	0	22,7	28,1	19,3	8,8	284	6,1	23,2	1,00	1,2	87,8
05.06.85	11.06.85	0,0	17,3	1,1	2	14	39	0	1	23,6	28,2	20,4	7,8	228	3,8	6,4	0,93	5,4	86,6
12.06.85	18.06.85	0,0	20,9	5,8	1	14	30	0	4	19,8	26,6	15,0	11,6	295	5,2	27,8	0,71	0,0	84,8
19.06.85	26.06.85	0,0	20,1	1,8	58	12	50	26	0	20,7	25,2	17,4	7,8	188	2,0	8,9	1,00	0,0	88,4
27.06.85	01.07.85	0,0	24,8	1,6	0	10	41	0	0	20,2	26,7	15,6	11,1	300	5,4	6,4	1,00	0,0	85,0
02.07.85	09.07.85	0,6	30,2	1,7	75	15	50	51	0	21,9	26,7	19,1	7,6	240	4,2	5,6	1,00	0,0	89,6
10.07.85	16.07.85	0,2	21,2	1,7	38	12	50	26	0	20,5	24,5	18,3	6,2	217	3,5	8,0	1,00	0,0	88,3
17.07.85	23.07.85	0,2	17,3	0,8	14	16	48	0	0	20,4	24,9	17,1	7,8	268	4,8	5,0	1,00	0,0	81,6
24.07.85	30.07.85	1,9	14,7	0,9	20	15	50	3	0	19,6	24,3	16,7	7,6	252	3,5	6,1	1,00	0,0	87,9
31.07.85	06.08.85	0,4	14,3	0,8	70	16	50	54	0	20,7	25,3	17,2	8,1	283	4,8	5,6	1,00	0,0	87,4
07.08.85	13.08.85	0,6	8,3	0,6	12	16	46	0	0	21,4	26,4	18,2	8,2	295	5,3	7,2	1,00	0,0	87,6
14.08.85	20.08.85	0,0	8,1	0,7	46	17	50	25	0	21,0	25,7	18,1	7,6	300	5,5	8,6	1,00	0,0	84,4
21.08.85	27.08.85	0,4	3,7	0,7	0	18	35	0	3	21,2	27,5	16,7	10,8	329	6,3	18,9	0,83	0,0	85,7
28.08.85	03.09.85	2,7	3,4	-	0	21	23	0	9	21,8	24,5	18,4	6,1	375	6,8	-	0,57	0,0	82,8

TABELA 28. Potenciais matriciais e teores de umidade do solo e de água disponíveis, para as camadas de 0-20 e 20-40 cm de profundidade em condições de laboratório. CEPEC/ILHÉUS/BA.

Potencial (atm)	Umidade do solo (θ - $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ *)		
	0-20	20-40	média do perfil
0.33	45,20	41,76	43,48
15.00	33,17	28,58	30,97
Água disponível	33,66	26,36	50,02

* Obtidos no laboratório de Física de solos do CENA/USP.