

ESTUDOS FENOLÓGICOS DO CAJUEIRO (*Anacardium occidentale* L.) NO  
LITORAL DO CEARÁ, BRASIL.

Por  
JOSE ISMAR GIRÃO PARENTE

Dissertação apresentada ao Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de "Mestre em Agronomia", Área de Concentração em Fitotecnia.

Fortaleza-Ceará  
Setembro/1981

DECLARAÇÃO DO AUTOR

Esta Dissertação faz parte dos requisitos exigidos pelo Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, para a obtenção do grau de "Mestre em Agronomia", Área de Concentração em Fitotecnia.

Reprodução parcial permitida exclusivamente com referência da fonte e do autor.

---

JOSE ISMAR GIRÃO PARENTE

APROVADA, em 18/09/1981

---

Prof. JOSÉ TARCISO ALVES COSTA, Ph.D.

Orientador

---

Prof. FRANCISCO JOSÉ ALVES FERNANDES TÁVORA, Ph.D.

Conselheiro

---

Prof. RAIMUNDO FERDINANDO PINHEIRO MACIEL, M.S.

Conselheiro

À memória de meu pai ESMERINO  
e à minha mãe MARIA DO CARMO.

À minha mulher ANA LÚCIA e  
aos nossos filhos EDUARDO,  
MARÍLIA e FLÁVIA.

D E D I C O

## AGRADECIMENTOS

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e à Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará (EPACE) pela oportunidade concedida para realização do curso.

O autor é particularmente agradecido ao Professor JOSÉ TARCISO ALVES COSTA pela dedicação, orientação e valiosos ensinamentos recebidos durante a realização do trabalho.

Ao Professor FRANCISCO JOSÉ ALVES FERNANDES TÁVORA pelas sugestões e críticas apresentadas no decorrer da dissertação.

Ao Professor RAIMUNDO FERDINANDO PINHEIRO MACIEL pela colaboração e amizade.

Ao Doutor PAULO DE TARSO ALVIM pelo incentivo e sugestões.

Aos Engenheiros Agrônomos FRANCISCO IVALDO OLIVEIRA MELO e PAULO CÉSAR ESPÍNDOLA FROTA e ao Professor FRANCISCO AÉCIO GUEDES ALMEIDA pela prestimosa ajuda e irrestrito apoio.

Aos Professores CLAIRTON MARTINS DO CARMO e DIÓGENES CABRAL DO VALE pela consideração dispensada na qualidade de Coordenadores do Curso de Mestrado de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará.

A todos aqueles que direta ou indiretamente colaboraram para a concretização desta dissertação.

## CONTEÚDO

	Página
LISTA DE TABELAS	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
INTRODUÇÃO .....	01
REVISÃO DE LITERATURA .....	03
1. Origem e Dispersão .....	03
2. Caracterização Botânica .....	04
3. Fenologia de Plantas Perenes Tropicais .....	05
4. Queda de Folhas .....	06
5. Crescimento Vegetativo .....	09
6. Floração .....	13
7. Fenologia do Cajueiro .....	16
MATERIAL E MÉTODOS .....	19
1. Local de Estudo .....	19
2. Material Vegetal Utilizado .....	19
3. Fenofases Estudadas .....	20
RESULTADOS .....	23
1. Fenofases .....	23
2. Elementos de Clima .....	36
DISCUSSÃO E CONCLUSÕES .....	39
RESUMO .....	43
LITERATURA CITADA .....	44

## LISTA DE TABELAS

TABELA		Página
1	Distribuição Mensal da Queda de Folhas em Cajueiros Precoce e Comum, no Período 1976/78, em Pacajus, Ceará .....	24
2	Análise de Variância da Queda Mensal de Folhas de Cajueiros dos Tipos Precoce e Comum, no Período 1976/78, Pacajus, Ceará ...	25
3	Análise da Variância do Desdobramento da Interação Tipos de Cajueiros dentro de Meses, Referente a Queda de Folhas, Pacajus, Ceará .....	29
4	Análise de Variância do Fluxo Foliar de Cajueiros dos Tipos Precoce e Comum no Período 1976/78 em Pacajus, Ceará .....	30
5	Análise de Variância do Número Total de Inflorescências de Cajueiros Precoce e Comum, no Período 1976/78, em Pacajus, Ceará .....	33

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA		Página
1	Distribuição Mensal da Queda de Folhas de Cajueiros no Período 1976/78, em Pacajus, Ceará .....	26
2	Distribuição Mensal da Queda de Folhas de Cajueiros Precoce e Comum, no Período 1976/78, em Pacajus, Ceará .....	27
3	Distribuição Mensal do Fluxo Foliar de Cajueiros, no Período 1976/78, em Pacajus, Ceará .....	31
4	Distribuição Mensal do Fluxo Foliar de Cajueiros Precoce e Comum, no Período 1976/78, em Pacajus, Ceará .....	32
5	Distribuição Mensal do Número de Ramificações de Inflorescências de Cajueiros, no Período 1976/78, em Pacajus, Ceará .....	34
6	Distribuição Mensal do Número de Ramificações de Inflorescências de Cajueiros Precoce e Comum, no Período 1976/78, em Pacajus, Ceará .....	35
7	Distribuição Mensal da Precipitação Pluviométrica (Normal de 15 anos e Observada), Temperaturas Médias, Máximas e Mínimas e Insolação, no Período 1976/78, em Pacajus, Ceará .....	38

## INTRODUÇÃO

A cultura do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) constitui importante atividade econômica em diversas regiões tropicais do mundo, incluindo o Nordeste do Brasil. As amplas possibilidades comerciais de seus produtos básicos, a castanha e o pedúnculo, vêm determinando considerável expansão da área cultivada nos últimos anos. Apesar da elevada importância da cultura, estudos sobre o comportamento da planta em associação com fatores climáticos são bastante limitados.

O cajueiro comporta-se nas diferentes regiões de cultivo, como planta de crescimento intermitente, exibindo períodos alternados de intensa atividade e aparente repouso vegetativo. Em plantas adultas a floração é invariavelmente precedida por um fluxo de crescimento vegetativo. Observações levadas a efeito na Índia e Filipinas, indicam a ocorrência de 2 a 3 fluxos de crescimento por ano, os quais foram associados com o término de períodos de alta pluviosidade (GALANG & LAZO, 1936; NAMBIAR, 1975 e NAIR *et alii*, 1979).

No Nordeste brasileiro, o cajueiro apresenta maior variabilidade que em outras áreas de cultivo, em virtude de ser esta região o provável centro de origem da espécie. Disto resulta a ocorrência de tipos morfológicos diversos, mostrando prováveis diferenças em comportamento. O conhecimento da fenologia dessas plantas é de fundamental importância na avaliação das exigências ecológicas da espécie, na determinação do período apropriado para a propagação, na previsão de safras e no estabelecimento de programas de controle de pragas e moléstias.

Este estudo teve por finalidade, determinar as variações de queda de folhas, fluxo foliar, e floração de 2 tipos de cajueiro, "Precoce" e "Comum", para estabelecer possíveis associações destes parâmetros com as flutuações de elementos climáticos durante o ano.

## REVISÃO DE LITERATURA

### 1. Origem e Dispersão

O cajueiro (*A. occidentale* L.) é presumivelmente originário do Norte do Brasil onde pode ser encontrado em comunidades espontâneas (MORTON, 1961 e JOHNSON, 1974). A quase totalidade das espécies do gênero é encontrada na região amazônica ou em sua periferia. Das espécies catalogadas por MACHADO (1944) apenas uma, *A. rhinocarpus*, existente na Colômbia e Venezuela ainda não foi encontrada no Brasil. JOHNSON (1974), com base em levantamentos bibliográficos, refere-se a existência de 16 espécies distribuídas nas Américas Central e do Sul e indica que apenas 2 não foram encontradas no Brasil, *A. excelsum* e *A. rhinocarpus*. Por outro lado a única espécie encontrada fora do continente americano é precisamente a *A. occidentale* que é a mais disseminada e a única cultivada do gênero (MACHADO, 1944). A origem brasileira do cajueiro é ainda apoiada por outras evidências. No Norte e Nordeste onde se localizam as maiores concentrações de cajueiros do Brasil, a espécie apresenta acentuada variabilidade genética, existindo grande diversidade de tipos não encontrados em outros centros produtores (PARENTE *et alii*, 1972; JOHNSON, 1974 e NAMBIAR, 1975). A procedência do nome caju é atribuída a corruptela da palavra "acajou" empregada pelos índios tupis, nativos do Brasil, para designar a planta (MACHADO, 1944 e JOHNSON, 1973).

O cajueiro encontra-se disperso em extensa faixa intertropical delimitada pelos paralelos 27°N (Sul da Flórida) e 28°S (África do Sul) (JOUBERT & THOMAS, 1965). Apesar da adaptabilidade da espécie a uma faixa ecológica relativamente

ampla, as maiores concentrações situam-se em áreas costeiras, tipicamente tropicais, da África, Ásia e América do Sul (JOHNSON, 1973 e NAMBIAR, 1975).

## 2. Caracterização Botânica

Observa-se grande variabilidade no hábito de crescimento e outras características morfológicas em populações de cajueiros semi-espontâneas e cultivadas do Nordeste brasileiro. A estrutura das flores favorecendo a polinização cruzada e o modo usual de multiplicação por sementes, são fatores determinantes desta variabilidade.

De um modo geral a planta é descrita como uma árvore de hábito de crescimento disperso, com ramificação baixa, copa de formatos diversos e altura variando de 10 a 15m (BIGGER, 1960). O sistema radicular é constituído de uma raiz pivotante profunda, e de laterais que crescem horizontalmente, extendendo-se a consideráveis distâncias do tronco (TSAKIRIS & NORTHWOOD, 1967). As folhas são simples, inteiras, alternas, oblongas ou ovais, curto-pecioladas, coriáceas e medem de 10 a 20cm de comprimento por 6 a 12cm de largura (LEFEBVRE, 1969). A inflorescência é um tirso terminal formado de um número variável de cimos monocásicos onde se inserem as flores (COPELAND, 1961). A planta é andromonóica com flores masculinas e hermafroditas em proporções variáveis na mesma inflorescência. As flores estaminadas são sempre mais numerosas que as bissexuadas. Os 2 tipos de flores têm essencialmente a mesma estrutura. Elas são pequenas, pentâmeras e apresentam androceu e gineceu. O gineceu na flor masculina é reduzido a uma estrutura rudimentar e não funcional (ASCENSO & MOTA, 1972). O fruto, a castanha, é um aquênio reniforme, constituído de amêndoa que é envolta por uma fina membrana, a película, e de um pericarpo formado de células oleíferas, onde se abriga o líquido da casca. O pedicelo ao qual se prende o fruto, torna-se hipertrofiado e conspícuo após o completo desenvolvimento da castanha (COPELAND, 1961).

### 3. Fenologia de Plantas Perenes Tropicais

O comportamento das plantas perenes tropicais tem sido objeto de diversas investigações. O número de estudos fenológicos bem fundamentados é, no entanto, relativamente escasso (NJOKU, 1964; BROWNING, 1972; FRANKIE *et alii*, 1974; HUXLEY & VAN ECK, 1974 e ALVIM & ALVIM, 1978).

Nas regiões de clima temperado, onde muita evidência tem sido acumulada, a maioria das árvores e arbustos exibe acentuada periodicidade de crescimento que é atribuída a mudanças sazonais bem definidas dos fatores climáticos, notadamente temperatura e comprimento do dia (KOZLOWSKI, 1971).

Um elevado número de espécies arbóreas dos trópicos também apresenta oscilações periódicas de crescimento e desenvolvimento, associadas a acentuadas variações dos fatores climáticos. No entanto, em regiões com pequenas variações de temperatura e precipitação, a correlação dos ritmos de crescimento das plantas com os fatores climáticos é muitas vezes pouco aparente e difícil de ser estabelecida (ALVIM, 1965; FRANKIE *et alii*, 1974 e HUXLEY & VAN ECK, 1974).

A regulação da periodicidade de crescimento nos trópicos tem sido algumas vezes, atribuída a mecanismos endógenos (RICHARDS, 1952 e GREATHOUSE *et alii*, 1971). GREATHOUSE *et alii* (1971), observaram que cacauzeiros jovens sob condições controladas, não mostravam sincronismo com respeito aos ritmos de crescimento, o que os levou a concluir que estes eram regulados por fatores inerentes a própria planta. ALVIM *et alii* (1972), obtiveram resultados diferentes em plantas adultas e sob condições de campo, afirmando que as espécies tropicais que apresentam fenômenos periódicos invariavelmente exibem sincronismo preciso no comportamento do crescimento.

Informações mais recentes obtidas por HUXLEY & VAN ECK (1974) e ALVIM & ALVIM (1978), constituem evidências de que em regiões tropicais tanto mecanismos endógenos como exógenos estão envolvidos no controle da periodicidade de crescimento. A necessidade de trabalho experimental para definir a importância relativa destes mecanismos tem sido enfatizada.

HUXLEY & VAN ECK (1974), reconhecem que as espécies vegetais não obedecem a uma estratégia comum de controle, mas admitem que são geralmente influenciadas por um tipo de mecanismo básico que tende a concentrar o crescimento e floração das plantas em períodos climáticos mais favoráveis. Referido mecanismo deveria ser sensível às pequenas variações climáticas encontradas nas regiões tropicais.

Os fenômenos periódicos de árvores e arbustos tropicais têm sido associados a diversos fatores climáticos, sendo considerados como os de maior influência a alternância de períodos secos e úmidos (ALVIM, 1965 e HOPKINS, 1970), oscilação diária de temperatura (ALVIM, 1956 e LONGMAN, 1969), comprimento do dia (NJOKU, 1959 e 1964; LONGMAN, 1969 e ALVIM, 1973) e intensidade de radiação solar (ALVIM, 1965).

A periodicidade pode manifestar-se em diferentes níveis de intensidade nas diversas fases do crescimento e desenvolvimento da planta como queda de folhas, fluxo foliar, floração e frutificação. Estas fenofases, apesar de interrelacionadas, podem apresentar exigências diferentes com relação aos fatores ambientais.

#### 4. Queda de Folhas

Uma das características mais comuns das plantas é a perda natural das folhas por abscisão. A quantidade e a distribuição sazonal das folhas caídas são muito variáveis, es-

tando na dependência de grande diversidade de fatores da planta e condições edafo-climáticas (KOZLOWSKI, 1973).

Nas plantas de crescimento contínuo as folhas caem à proporção que envelhecem, não havendo uma periodicidade acentuada (ALVIM, 1965). Nas plantas de crescimento intermitente as oscilações do fenômeno são mais aparentes e diferentes hábitos de abscisão foliar podem ser reconhecidos (ADDICOTT & LYON, 1973).

A perda das folhas da maioria das caducifólias nas florestas de clima temperado é um fenômeno característico do outono (SYKES & BUNCE, 1970, citado por KOZLOWSKI, 1973). A abscisão ocorre após a senescência das folhas sendo influenciada principalmente pela diminuição da temperatura e fotoperíodo durante a estação (OLMSTED, 1951, citado por ADDICOTT & LYON, 1973).

Nas florestas tropicais a variação entre plantas com relação ao fenômeno é muito grande tornando-se algumas vezes difícil a distinção entre espécies de folhas perenes e caducas (RICHARDS, 1952). A queda de folhas nos trópicos tende também a ser mais contínua durante o ano (KOZLOWSKI, 1973). Apesar disto, consideráveis variações do fenômeno podem ser observadas, as quais são frequentemente associadas a fatores do ambiente, notadamente comprimento do dia e deficiência hídrica (ALVIM, 1965; KOZLOWSKI, 1973 e ALVIM & ALVIM, 1978).

NJOKU (1964), ALVIM (1965) e ALVIM & ALVIM (1978), mostraram que diversas espécies arbóreas tropicais são altamente sensíveis ao fotoperíodo. ALVIM (1965), indica que em latitudes com pequenas diferenças sazonais de fotoperíodo a queda das folhas comumente ocorre quando os dias são mais curtos, o que sugere a presença de um mecanismo fotoperiódico semelhante ao das plantas caducifólias dos climas temperados.

A distribuição sazonal das chuvas é o fator do ambiente mais comumente associado com a queda de folhas nos trópicos (KOZLOWSKI, 1973; FRANKIE *et alii*, 1974 e ALENCAR *et alii*, 1979). Muitas espécies são caducifólias, perdendo completamente a folhagem na estação seca e só renovando-a com o advento das chuvas (ALVIM, 1965; ADDICOTT & LYON, 1973 e FRANKIE *et alii*, 1974). A intensidade e sincronismo da abscisão foliar bem como a duração do período sem folhas nas florestas tropicais, têm sido positivamente relacionados com o comprimento e severidade da estação seca (ADDICOTT & LYON, 1973; FRANKIE *et alii*, 1974 e ALENCAR *et alii*, 1979). A queda de folhas ocorre também em um número maior de espécies nos climas mais áridos. A proporção de caducifólias diminui à medida que o clima torna-se mais úmido, mas a abscisão de folhas ocorre com maior frequência nos períodos mais secos (ALVIM, 1965; ADDICOTT & LYON, 1973 e FRANKIE *et alii*, 1974). Onde a estação seca é curta ou não ocorre cada ano, certas espécies perdem completamente a folhagem apenas nos períodos de deficiência d'água. Estas plantas foram reconhecidas como "caducifólias facultativas" (MERRIL, 1945, citado por ADDICOTT & LYON, 1973 e WALTER, 1962, citado por ALVIM, 1965). Outras espécies tropicais perdem as folhas continuamente durante o ano mas apresentam picos sazonais de abscisão foliar associados aos períodos secos. A quantidade de folhas caídas, nestes períodos, é um reflexo direto da intensidade da deficiência hídrica ao qual as plantas foram submetidas (ADDICOTT & LYON, 1973). A abscisão total ou parcial de folhas na estação seca resulta em considerável redução da perda de água e constitui uma adaptação da planta às condições desfavoráveis de crescimento (KOZLOWSKI, 1973). Nesta situação o fator primário deficiência hídrica contribui para alterações substanciais do balanço hormonal ou metabólico das folhas que conduzem a senescência e abscisão das mesmas (ADDICOTT & LYON, 1973; HUXLEY & VAN ECK, 1974 e ALVIM *et alii*, 1974).

Um hábito de abscisão também frequente nos trópicos é apresentado por diversas espécies que perdem as folhas em período associado com o aparecimento da nova folhagem. A abscisão pode preceder, coincidir ou ocorrer imediatamente após o início do fluxo foliar durante a expansão das novas folhas (ADDICOTT & LYON, 1973). Este tipo de abscisão é mais caracterizado por ocorrer no início da estação de crescimento, muito frequentemente após o advento das chuvas (ALVIM, 1965 e ADDICOTT & LYON, 1973). De acordo com ADDICOTT & LYON (1973) os elevados níveis de hormônios produzidos pelas gemas em crescimento resultam em sensíveis mudanças nos gradientes hormonais da planta. Estas alterações e a intensa competição por nutrientes imposta pelo fluxo de crescimento podem constituir fatores promotores deste tipo de abscisão foliar. A causa primária da abscisão pode, no entanto, ter origem nos fatores ambientais estimuladores da brotação das gemas (ALVIM, 1965, ADDICOTT & LYON, 1973 e ALVIM & ALVIM, 1978).

## 5. Crescimento Vegetativo

O crescimento vegetativo das árvores normalmente envolve a brotação das gemas com alongamento dos internódios e a expansão das folhas (KOZLOWSKI, 1971).

As espécies das regiões de clima temperado comumente apresentam um curto período de rápido crescimento vegetativo alternado por um outro bem mais longo de dormência das gemas. Em contraste, o crescimento vegetativo das espécies tropicais é muito mais intermitente e prolongado (KOZLOWSKI, 1971).

Uma grande variedade de tipos de comportamento pode ser encontrada entre as plantas tropicais com relação a extensão dos ramos e renovação foliar. Além disso, muitas espécies respondem às variações climáticas, exibindo comportamento

variável em regiões diferentes. Em consequência, a classificação das espécies arbóreas tropicais, com base nas características de crescimento, tem sido considerada uma tarefa difícil (KORIBA, 1958; ALVIM, 1965 e KOZLOWSKI, 1971). FRANKIE *et alii* (1974), em trabalho desenvolvido em florestas tropicais da Costa Rica, indicaram que a maioria das espécies poderia ser classificada em 3 amplos grupos: Grupo I, espécies que produzem continuamente pequenas quantidades de folhas sem apresentar períodos de acentuada abscisão foliar; Grupo II, plantas com produção descontínua de folhas sem períodos de intenso desfolhamento; Grupo III, espécies que apresentam fluxos periódicos de crescimento vegetativo e queda de folhas concentrada.

Nas florestas úmidas uma alta proporção de espécies apresenta crescimento vegetativo contínuo (Grupo I) sem periodicidade aparente (RICHARDS, 1964, citado por KOZLOWSKI, 1971 e FRANKIE *et alii*, 1974). A periodicidade do crescimento é mais conspícua e ocorre em um número maior de espécies nas áreas de variações climáticas acentuadas (FRANKIE *et alii*, 1974; e HUXLEY & VAN ECK, 1974). Similarmente, o grau de intermitência de crescimento (número fluxos/ano) de certas espécies, parece ser em parte relacionado com a flutuação de fatores ambientais específicos (BUELL, 1954; DASARATHI, 1958; HUTCHEON *et alii*, 1973, citado por HUXLEY & VAN ECK, 1974; e ALVIM & ALVIM, 1978). ALVIM (1965), indica que, mesmo nas árvores consideradas de crescimento contínuo, a intensidade de crescimento vegetativo não é uniforme durante o ano e pequenas mudanças periódicas podem ser observadas.

Diversos trabalhos têm sido realizados para estabelecer possíveis relações entre a periodicidade de crescimento vegetativo das árvores tropicais e as condições de ambiente. Fatores relacionados com a disponibilidade d'água e radiação solar são indicados como os de maior influência.

A brotação das gemas de cacaueteiro é induzida pela ocorrência de um período seco seguido por um outro chuvoso, fenômeno denominado de "hidroperiodismo" (ALVIM *et alii*, 1972; e ALVIM & ALVIM, 1978). A mangueira apresenta um número variável de fluxos foliares que, de acordo com BUELL (1954), é influenciado pela distribuição das chuvas. Nas florestas tropicais sub-úmidas o crescimento vegetativo ocorre predominantemente no começo da estação chuvosa (FRANKIE *et alii*, 1974; e HUXLEY & VAN ECK, 1974). Em contraste, a maioria das espécies das florestas úmidas apresenta crescimento novo na estação seca (FRANKIE *et alii*, 1974; HUXLEY & VAN ECK, 1974; LONGMAN & JENIK, 1974 e ALENCAR *et alii*, 1979).

Fotoperíodo e intensidade de radiação solar são fatores frequentemente associados a brotação das gemas e renovação das folhas de espécies tropicais, especialmente nas situações em que o crescimento vegetativo tem início na estação seca ou ocorre dormência de gemas em períodos chuvosos favoráveis ao crescimento (NJOKU, 1963; ALVIM, 1965; FRANKIE *et alii*, 1974; HUXLEY & VAN ECK, 1974 e ALENCAR *et alii*, 1979). HOPKINS (1970), sugeriu ser o fotoperíodo o principal fator de controle do prolongamento dos ramos nas florestas da Nigéria. Outros autores, NJOKU (1963) e (1964), ALVIM (1965), FRANKIE *et alii* (1974), também reportaram que várias plantas tropicais respondem a pequenas variações de fotoperíodo, com os dias longos favorecendo o crescimento e os dias mais curtos reduzindo-o ou promovendo o repouso vegetativo. ALVIM (1965), por sua vez, indicou que a brotação das gemas pode ser primariamente controlada pelo nível de radiação solar incidente. Ele associou picos de atividade de crescimento nos trópicos com períodos de maior radiação solar. Isto lhe fez sugerir que a maior iluminação nestes períodos poderia agir da mesma maneira que os dias longos, promovendo o crescimento.

As evidências experimentais obtidas não têm sido suficientes para definir os mecanismos de regulação do crescimento vegetativo das árvores tropicais. As grandes variações

de crescimento dentro de uma mesma planta, e entre espécies, tem tornado difícil a formulação de uma teoria comum de controle do crescimento dos ramos (KOZLOWSKI, 1971). A existência de diferentes mecanismos de regulação para as espécies tem sido sugerida (HUXLEY & VAN ECK, 1974).

O crescimento vegetativo pode ser considerado o reflexo de uma resposta integrada a fatores ambientais (exógenos) os quais através da influência sobre processos fisiológicos (endógenos) da planta contribuem variadamente para a brotação das gemas e prolongamento dos ramos (KOZLOWSKI, 1971 e HUXLEY & VAN ECK, 1974). Qualquer que seja o mecanismo de regulação ele tende a concentrar o crescimento em períodos climáticos mais favoráveis e, para ser efetivo nos trópicos, teria de ser sensível a pequenas variações de provavelmente mais de um fator climático (HUXLEY & VAN ECK, 1974).

DOOREMBOS (1953), citado por HUXLEY & VAN ECK (1974), sugeriu que o crescimento intermitente dos ramos poderia ser determinado pela inibição do alongamento exercido pelas folhas e por um estímulo proveniente do sistema radicular. Enquanto poucas informações existem sobre as relações entre o crescimento das raízes e dos ramos nas espécies tropicais (HUXLEY & VAN ECK, 1974), diversos estudos apoiam a hipótese de que o controle dos fluxos de crescimento pelos fatores climáticos, estaria relacionado pelo menos em parte, com a produção de inibidores pelas folhas (ALVIM *et alii*, 1972; ALVIM *et alii*, 1974; HUXLEY & VAN ECK, 1974 e ALVIM & ALVIM, 1978).

A associação entre o término de um período de queda de folhas e o início do fluxo de crescimento tem sido encontrada com frequência nos trópicos. Ela tem sido mais conspícua nas plantas caducifólias e em situações em que um período seco precede a estação chuvosa (HUXLEY & VAN ECK, 1974 e ALVIM *et alii*, 1978). Em certos casos, o período mais ativo de queda de folhas ocorre concomitantemente com o fluxo de crescimento, algum tempo após o início da estação chuvosa, sugerindo que

o fluxo foliar é na realidade que provoca a queda de folhas e não o contrário (ALVIM, 1965; ADDICOTT & LYON, 1973 e ALVIM & ALVIM, 1978). Já é bastante conhecido, no entanto, que o desfolhamento pode causar o reinício do crescimento dos ramos de algumas espécies tropicais (HOLDSWORTH, 1963, citado por HUXLEY & VAN ECK, 1974; ALVIM *et alii*, 1967 e LONGMAN, 1969). Este tipo de evidência tem sugerido a presença de um fator nas folhas capaz de pelo menos em parte, inibir o fluxo de crescimento (HUXLEY & VAN ECK, 1974). Em apoio a idéia, existe um volume considerável de evidências, obtidas com plantas de clima temperado, mostrando que as folhas maduras produzem ácido abscísico, provável regulador do crescimento do ápice dos ramos (ADDICOTT & LYON, 1969 e ALVIM *et alii*, 1974). HUXLEY & VAN ECK (1974), propuseram, com base nas evidências acumuladas, um mecanismo de regulação dos fluxos de crescimento no qual os "stresses" climáticos acelerariam a senescência e a abscisão das folhas. O nível de inibidores translocado das folhas para as gemas decresceria e o crescimento seria reiniciado sob condições climáticas favoráveis.

## 6. Floração

Os padrões de floração das plantas arbóreas tropicais, tal como ocorre com os de outras fenofases, são bastante variáveis, o que torna difícil a formulação de uma classificação rígida para certas espécies (KOZLOWSKI, 1971). Muitas outras plantas podem, no entanto, ser facilmente agrupadas com base na floração, o que tem sido feito por diversos autores. KORIBA (1958) e ALVIM (1965), reconheceram 4 amplos grupos: plantas de floração contínua, de floração não sazonal, de floração gregária e de floração sazonal. As espécies de floração contínua, produzem flores durante todo o ano. Normalmente, são plantas de crescimento contínuo. As espécies não sazonais, apresentam periodicidade de floração, mas a produção de flores

não ocorre em períodos definidos do ano e exibem muita variação de planta para planta, e mesmo entre ramos de uma mesma planta. A periodicidade de floração de muitas destas espécies, torna-se regular, quando as mesmas se encontram afastadas do Equador. Nas gregárias, há também inconsistência na época de floração, mas esta ocorre simultaneamente em todas as plantas de uma dada espécie. Nestas, as gemas florais são formadas regularmente durante o ano, mas permanecem em repouso, às vezes, por longos períodos, até que a brotação seja estimulada por alguma variação acentuada de fatores ambientais. As plantas sazonais produzem flores a períodos regulares e são características de áreas com variações de fatores climáticos bem definidas. Algumas destas espécies apresentam floração contínua ou não sazonal em áreas de maior uniformidade climática.

A periodicidade de floração das espécies arbóreas sofre uma aparente e marcada influência das variações climáticas, de pequena amplitude, que ocorrem nos trópicos. Os fatores relacionados com a umidade são considerados de maior influência, mas a mudança de fotoperíodo, é também apontada como um importante fator no controle de floração das espécies tropicais (NJOKU, 1963; ALVIM, 1965; FRANKIE *et alii*, 1974 e ALVIM, 1978).

ALVIM & ALVIM (1978), indicam que as espécies florestais que são afetadas pelo fotoperiodismo, floram aproximadamente à mesma época do ano, mostrando pouco ou nenhuma resposta às variações na distribuição das chuvas, de ano para ano. Há plantas, no entanto, como cafeeiro, que respondem a ambos os fatores: fotoperiodismo e distribuição das chuvas. Nesta espécie, a diferenciação das gemas é induzida por dias curtos, mas a brotação das mesmas só ocorre com o advento das chuvas após um período seco. Nas regiões equatoriais, onde o cafeeiro é continuamente exposto a dias curtos, a diferenciação das gemas ocorre durante o ano todo e a floração parece ser controlada somente pela distribuição das chuvas (ALVIM, 1965 e ALVIM, 1973).

A influência dos fatores ambientais relacionados com a umidade no processo de floração é observada em diferentes tipos de florestas tropicais.

Nas florestas úmidas não sazonais, a floração com periodicidade regular é comumente observada. A proporção de espécies apresentando floração contínua ou de periodicidade irregular é, no entanto, maior que nas florestas sazonais com períodos secos bem definidos (FRANKIE *et alii*, 1974). Geralmente, a produção de flores atinge o máximo ao fim do período menos úmido e, frequentemente, continua dentro do período das águas (KOZLOWSKI, 1971). A periodicidade de floração é também mais regular e conspícua no dossel superior do que nos estratos inferiores da floresta (KOZLOWSKI, 1971 e FRANKIE *et alii*, 1974). Os fatos levantados dão suporte às indicações de que, mesmo as pequenas variações na distribuição das chuvas que ocorrem nestas florestas, são importantes na indução da floração, (KORIBA, 1958; KOZLOWSKI, 1971; FRANKIE *et alii*, 1974).

Nas florestas tropicais com estação seca bem definida, a floração é predominantemente sazonal. A maioria das espécies produzem flores durante o período seco (FRANKIE *et alii*, 1974; ALVIM & ALVIM, 1978 e ALENCAR *et alii*, 1979). A passagem brusca de um período seco para outro úmido, tem sido indicada como o estímulo externo da floração de muitas espécies tropicais (ALVIM, 1971; ALVIM, 1973 e ALENCAR *et alii*, 1979). O termo "hidroperiodismo", foi proposto por ALVIM (1971), para se referir ao efeito estimulante da mudança do "status" de umidade na floração. ALVIM (1964) e (1973) e ALVIM *et alii* (1974), sugeriram que a influência da deficiência hídrica na promoção da floração de cafeeiro e cacauzeiro, pode dar-se através de mudanças no balanço hormonal da planta, de modo semelhante ao efeito do choque de frio em quebrar a dormência das gemas de plantas de clima temperado.

Igualmente com o que ocorre em plantas caducifólias de clima temperado, a floração de muitas espécies tropicais está correlacionada com estágios definidos da formação de folhas (KOZLOWSKI, 1971). A floração pode ocorrer em certas espécies, nos ramos mais velhos, antes do aparecimento de novas folhas. Outras plantas floram algum tempo após o início do novo fluxo de crescimento, e nestas, as flores são iniciadas nos ramos recém-formados. Há ainda espécies em que a floração ocorre simultaneamente com o alongamento dos ramos (HOLTUM, 1940, citado por KOZLOWSKI, 1971 e HUXLEY & VAN ECK, 1974). Nos climas tropicais sazonais, a maioria das espécies apresenta folhas novas antes ou simultaneamente com a floração (KOZLOWSKI, 1971 e ALENCAR *et alii*, 1979). De acordo com ALVIM (1971), a relação aparente entre a emissão de folhas e a floração sugere que o estímulo da floração, provavelmente de natureza hormonal, se origina nas folhas novas. HUXLEY & VAN ECK (1974), indicam que nessas espécies, a floração depende primariamente do fluxo de crescimento vegetativo que dota a planta de folhas novas, de maior eficiência fotossintética.

## 7. Fenologia do Cajueiro

A influência dos fatores ambientais no comportamento do cajueiro tem sido pouco estudada. As informações obtidas são insuficientes para definir os mecanismos regulatórios do crescimento da planta. Uma recente revisão sobre o assunto foi preparada por NAMBIAR, (1975).

O cajueiro exhibe periodicidade de crescimento aparentemente associada às variações climáticas (GALANG & LAZO, 1936 e NAMBIAR, 1975).

RAO & HASSAN (1957), citam a ocorrência de 2 períodos de crescimento ativo na costa oeste da Índia. Um fluxo de maior intensidade consiste de crescimento em extensão e

ocorre de outubro a novembro, cessando com o início da floração. O outro é observado de março a maio e consiste de brotações de gemas laterais situadas abaixo de inflorescências, invariavelmente improdutivas. DASARATHI (1958), na costa leste da Índia, observou 3 fluxos de crescimento. Um após a colheita, com início em maio/junho origina os ramos laterais que servirão de suporte para a próxima frutificação. O segundo, em setembro/outubro, consiste de alongamento dos ramos, sem emissão de laterais e o terceiro, que se inicia em novembro/dezembro, termina em floração. GALANG & LAZO (1936), nas Filipinas, também haviam indicado a ocorrência de 3 fluxos correspondentes, em novembro, maio e julho. ARGLES (1969), na Tanzânia, informa que o cajueiro apresenta normalmente 2 a 3 períodos de ativo crescimento por ano. Ele admite porém, que sob condições sempre favoráveis ao crescimento vegetativo, podem ocorrer fluxos quase que mensais.

Em cajueiro, do mesmo modo que ocorre com outras plantas, a floração guarda estreita relação com as características de crescimento vegetativo (GALANG & LAZO, 1936 e DASARATHI, 1958). NAMBIAR (1975), com base na literatura existente, definiu o crescimento da árvore como indeterminado, consistindo de um fluxo vegetativo e de outro gerador de flores. O fluxo vegetativo consiste do desenvolvimento de brotações laterais (lançamentos) e ocorre algum tempo depois da maturação dos frutos (safra) (DASARATHI, 1958). A floração é terminal e ocorre sempre nas brotações recém-formadas, logo após haver cessado o alongamento das mesmas (RAO & HASSAN, 1957; DASARATHI, 1958 e ARGLES, 1969).

As variações de diversos fatores climáticos têm sido associadas aos fluxos de crescimento e floração do cajueiro. DASARATHI (1958) tentou estabelecer relações entre a temperatura e diferentes fenofases. Ele sugere que as temperaturas mais baixas, nos trópicos, retardam a brotação das gemas do cajueiro. O fato de que a floração torna-se gradativamente

mais tardia a proporção que se afasta do Equador, ou se aumenta a altitude, é indicado como evidência da influência da temperatura nessa fenofase. DASARATHI (1958), também investigou a influência da distribuição das chuvas no comportamento da planta. Ele observou que as plantas permanecem em repouso durante a estação chuvosa e que, logo após as chuvas, ocorre intenso crescimento que termina em floração. NAMBIAR (1975), argumenta que após as chuvas há uma diminuição na umidade relativa do ar e um aumento nos níveis de insolação e que estes fatores, além da temperatura favorável, determinam o fluxo de crescimento. Sugere ainda que a influência dos fatores climáticos na reativação das gemas se dá indiretamente através de alterações no balanço hormonal da planta.

## MATERIAL E MÉTODOS

### 1. Local de Estudo

Os trabalhos foram conduzidos na Unidade de Pesquisa do Litoral da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará-EPACE, localizada em área do município de Pacajus, com coordenadas de 4°10'S e 38°27'W e altitude de 60m. A área é representativa do litoral leste do Estado onde predomina a formação caatinga hipoxerófila. O relevo é plano e o solo pertence à classe das Areias Quartzosas Distróficas (MELO *et alii*, 1968).

A região apresenta pluviosidade média anual de 1.100mm, caracterizando-se pela existência de 2 estações nitidamente distintas. Uma chuvosa, de janeiro a junho, onde se concentram 85% das precipitações e outra seca, de julho a dezembro. Nesta última, ocorrem apenas chuvas esparsas de formação local que dificilmente ultrapassam 30mm mensais. O regime térmico é caracterizado por temperaturas relativamente elevadas durante todo o ano, com médias máximas de 31°C e médias mínimas de 23°C. A temperatura média anual é de 26,5°C com pequena amplitude de variação ( $\pm 1^\circ\text{C}$ ). A umidade relativa média varia de 70%, nos meses da estação seca, a 90%, no período chuvoso (BRASIL - SUDENE, 1975).

### 2. Material Vegetal Utilizado

As observações foram realizadas em árvores com 10 anos de idade, obtidas a partir de sementes, dos tipos "Precoce" e "Comum". As plantas do tipo "Precoce" caracterizam-se por iniciar o crescimento mais cedo na estação, apresentar

porte reduzido e produzir castanhas de pequeno tamanho, com peso médio variando de 3 a 7g. As do tipo "Comum", são tardias, de grande porte e dão origem a castanhas de maior tamanho, 9 a 16g. Cada tipo de cajueiro foi representado por um lote de 36 árvores espaçadas de 10 x 10m. Lotes contíguos foram escolhidos e, para cada tipo, 10 árvores foram eleitas para a tomada de observações. A seleção das plantas foi feita com base no porte, uniformidade e estabilidade de produção. Todas as plantas foram tratadas uniformemente antes e durante o trabalho, não tendo sofrido poda ou recebido irrigação suplementar.

### 3. Fenofases Estudadas

O estudo dos eventos consistiu da observação semanal de queda de folhas, crescimento vegetativo e floração. As observações foram realizadas no período de fevereiro de 1976 a dezembro de 1978. Os métodos adotados na obtenção e análise dos dados são adiante descritos.

#### . Queda de Folhas

A queda de folhas foi estimada pela contagem das folhas caídas dentro de coletores, colocados ao acaso sob a copa das árvores estudadas. Cada planta recebeu um coletor que consistiu de um recipiente de tela plástica, preso a um anel metálico de  $0,80\text{m}^2$  de área, assentado em um tripé de 0,80m de altura.

#### . Crescimento Vegetativo

O crescimento vegetativo foi avaliado quantitativamente através do registro do número de folhas recém-emitidas

(fluxo foliar), de 10 ramos previamente identificados em cada planta. Apenas foram selecionados ramos terminais, localizados na periferia da copa das árvores. Estes consistiam de ramos surgidos na estação prévia de crescimento, nos quais, normalmente ocorrem as brotações do ano.

#### . Floração

O critério adotado para expressar a intensidade de floração consistiu na determinação do número de ramificações primárias e secundárias, emitidas por cada panícula, surgidas nos ramos marcados para as observações sobre crescimento vegetativo.

#### . Elementos de Clima

Os dados de precipitação pluviométrica e temperatura, foram coletados em Estação Meteorológica de 2ª classe existente no local de condução dos trabalhos. As observações sobre insolação (horas de brilho solar) foram obtidas junto à Estação Meteorológica de 1ª classe do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza. Referida Estação encontra-se também situada em área representativa do litoral leste do Estado com coordenadas de 3°45'S e 38°33'W.

#### . Análise Estatística

Os dados fenológicos foram analisados estatisticamente, empregando-se o delineamento inteiramente casualizado. As observações analisadas foram os totais obtidos de 10 árvores que constituíam a unidade experimental. Para cada evento

fenológico, foram considerados como causa de variação os tipos de cajueiro, meses e ano de duração no estudo. A interação tripla desses fatores foi tomada como resíduo considerando-se que os dados foram baseados em apenas uma unidade experimental.

## RESULTADOS

### 1. Fenofases

#### . Queda de Folhas

Na Tabela 1 encontram-se registrados os totais mensais de queda de folhas observados em cajueiros precoce e comum. A análise de variância (Tabela 2) revela significância estatística para meses e interações meses x anos e meses x tipos. Na Figura 1 observa-se uma variação na intensidade de queda de folhas, mês a mês, nos 3 anos de estudo, sendo que os maiores totais ocorreram no período de maio a setembro. O fenômeno ocorreu em menor intensidade nos demais meses do ano. Nota-se ainda uma clara variação no comportamento da fenofase entre os anos estudados. Em 1976 o período de queda de folhas mais intenso estendeu-se de maio a setembro com o pico em junho. Em 1977 concentrou-se de junho a agosto e o pico em julho. O ano de 1978 pode ser caracterizado por 2 períodos de queda de folhas mais significativos - janeiro a março e julho a setembro. Neste último período o fenômeno foi mais acentuado, sendo o pico configurado no mês de agosto.

A Figura 2 evidencia o comportamento diferenciado dos tipos precoce e comum. O período de maior queda de folhas foi mais amplo e iniciou-se mais cedo nas plantas do tipo precoce. Nestes, o período de maior intensidade do fenômeno estendeu-se de março a agosto com a ocorrência do pico em junho, enquanto que nas plantas do tipo comum, ocorreu de junho a setembro com o pico em agosto. Esse comportamento é evidenciado pela interação significativa meses x tipos (Tabela 2). A análise

TABELA 1 - Distribuição Mensal da Queda de Folhas<sup>1/</sup> em Cajueiros Precoce e Comum, no Período 1976/78, em Pacajus, Ceará.

M E S E S	1976		1977		1978	
	Precoce	Comum	Precoce	Comum	Precoce	Comum
Janeiro	-	-	88	48	107	89
Fevereiro	20	16	71	34	119	41
Março	76	33	112	49	228	143
Abril	136	44	113	29	66	44
Maiο	379	131	103	56	89	29
Junho	243	314	331	115	116	25
Julho	21	273	332	444	259	105
Agosto	12	305	154	403	300	558
Setembro	29	91	54	59	92	375
Outubro	27	43	54	31	35	54
Novembro	41	63	101	75	33	32
Dezembro	106	54	83	84	25	46

<sup>1/</sup> Número de folhas caídas.

TABELA 2 - Análise de Variância da Queda Mensal de Folhas<sup>1/</sup> de Cajueiros dos Tipos Precoce e Comum, no Período 1976/78, Pacajus-Ceará.

CAUSAS DE VARIÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Total	69	1.574,25		
Meses (M)	11	608,22	55,29	7,76**
Anos (A)	2	10,95	5,47	0,77
Tipos (T)	1	0,72	0,72	0,10
Interação M x A	21	496,45	23,64	3,32**
Interação M x T	11	285,00	25,91	3,64**
Interação A x T	2	23,24	11,62	1,63
Resíduo	21	149,67	7,13	-

CV = 26,86%

<sup>1/</sup> Dados transformados em  $\sqrt{x}$

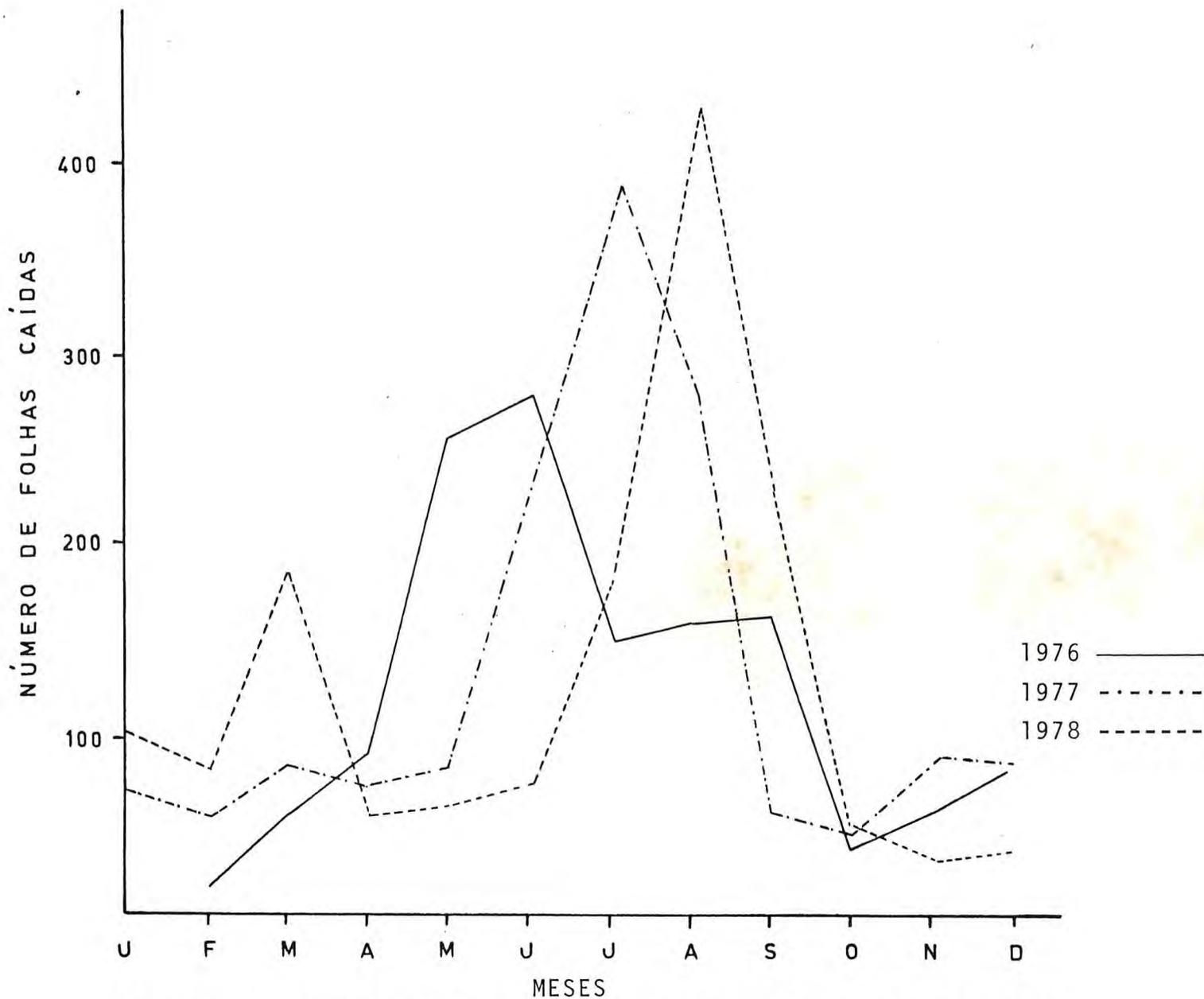


Figura 1 - Distribuição Mensal da Queda de Folhas de Cajueiros no Período 1976/78, em Pacajus, Ceará.

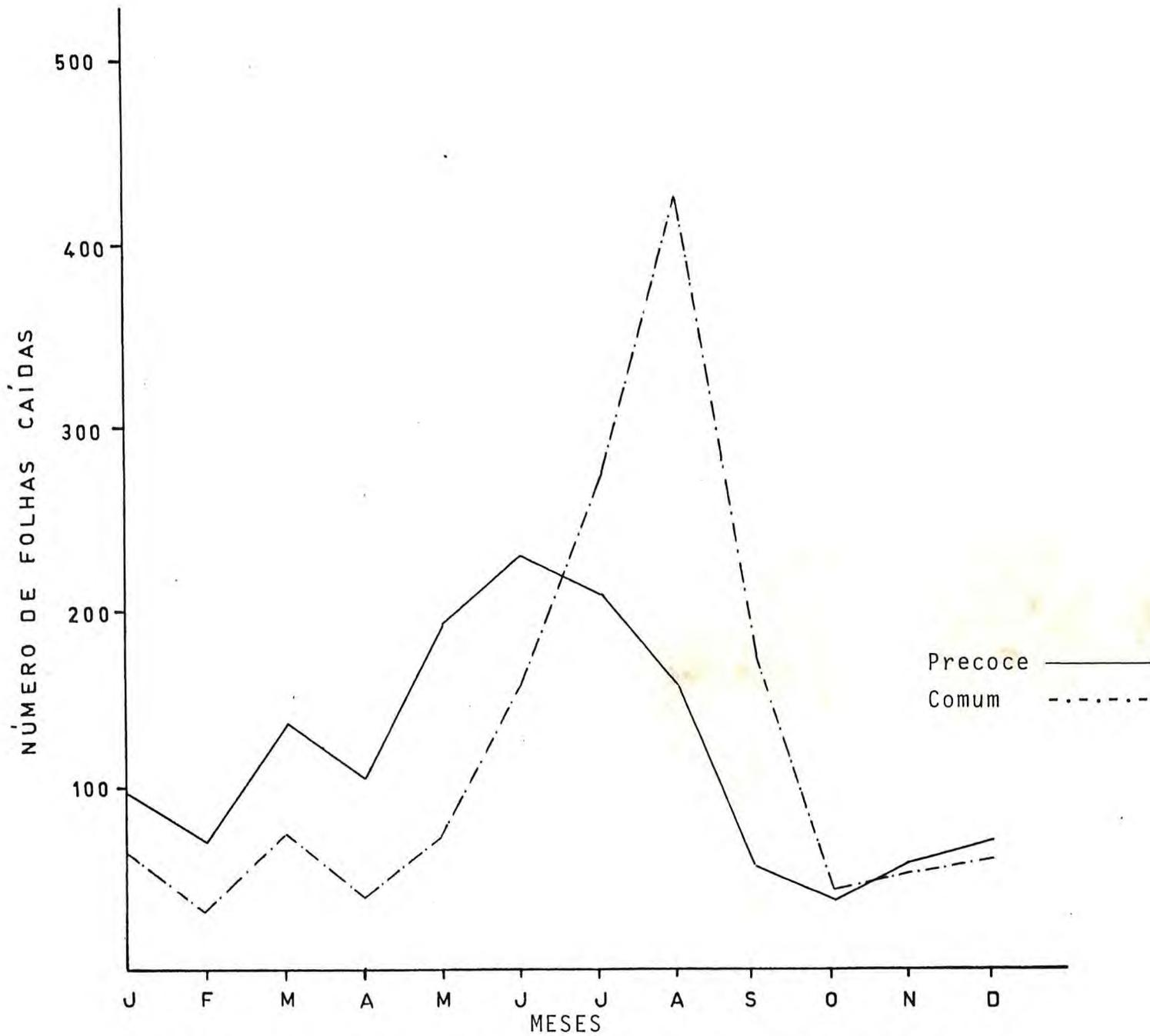


Figura 2 - Distribuição Mensal da Queda de Folhas de Cajueiros Precoce e Comum, no Período 1976/78, em Pacajus, Ceará.

de variância do desdobramento de tipos dentro de meses (Tabela 3) revela diferenças significativas entre os tipos nos meses de maio, agosto e setembro.

#### . Crescimento Vegetativo

A análise de variância dos dados de fluxo foliar (Tabela 4) revela diferença significativa apenas para meses. A Figura 3 mostra claramente a variação mensal da emissão de folhas nos 3 anos de estudo. Um período de acentuada emissão de folhas ocorreu de maio a setembro. Um outro de menor intensidade estendeu-se de outubro a dezembro e nenhum fluxo foi observado de janeiro a abril.

Apesar de não ter sido observada significância estatística para anos e interação meses x anos (Tabela 4), possivelmente em razão da alta variabilidade inerente ao material estudado (C.V. 63,44%), a Figura 3 mostra que o ano de 1976 foi bastante atípico em relação a 1977 e 1978. Nestes últimos, o fenômeno teve a mesma tendência de comportamento.

Uma acentuada sintonia no comportamento dos tipos precoce e comum é observada na Figura 4. Em ambos os tipos, picos comuns de crescimento ocorreram em agosto e novembro. Nota-se no entanto, uma ligeira antecipação no início do fluxo foliar no tipo precoce.

#### . Floração

A análise de variância referente a floração (Tabela 5) demonstra significância estatística para meses e interação meses x anos. A Figura 5 mostra a variação mensal da floração e seu comportamento diferenciado nos 3 anos de estudo. Em 1976 as máximas intensidades de floração ocorreram em

TABELA 3 - Análise da Variância do Desdobramento da Interação Tipos de Cajueiros dentro de Meses, Referente a Queda de Folhas, Pacajus-Ceará.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tipos/Janeiro	1	2,82	2,82	0,40
Tipos/Fevereiro	1	9,58	9,58	1,34
Tipos/Março	1	15,68	15,68	2,20
Tipos/Abril	1	23,05	23,05	3,23
Tipos/Maio	1	36,16	36,16	5,07*
Tipos/Junho	1	20,57	20,57	2,89
Tipos/Julho	1	13,35	13,35	1,87
Tipos/Agosto	1	130,29	130,29	18,28**
Tipos/Setembro	1	33,84	33,84	4,75*
Tipos/Outubro	1	0,17	0,17	0,20
Tipos/Novembro	1	0,00	0,00	0,00
Tipos/Dezembro	1	0,21	0,21	0,03
Resíduo	21	149,67	7,13	-

TABELA 4 - Análise de Variância do Fluxo Foliar<sup>1/</sup> de Cajueiros dos Tipos Precoce e Comum no Período 1976/78, em Pacajus-Ceará.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Total	47	3.575,33	-	-
Meses	(7)	(1.802,79)	275,54	6,65**
Anos	2	35,67	17,83	0,46
Tipos	1	21,01	21,01	0,54
Interação M x A	14	1.000,18	71,44	1,84
Interação M x T	7	154,20	22,03	0,57
Interação A x T	2	18,91	9,46	0,24
Resíduo	14	542,57	38,75	-

CV = 63,44%

<sup>1/</sup> Dados transformados em  $\sqrt{x + 1/2}$

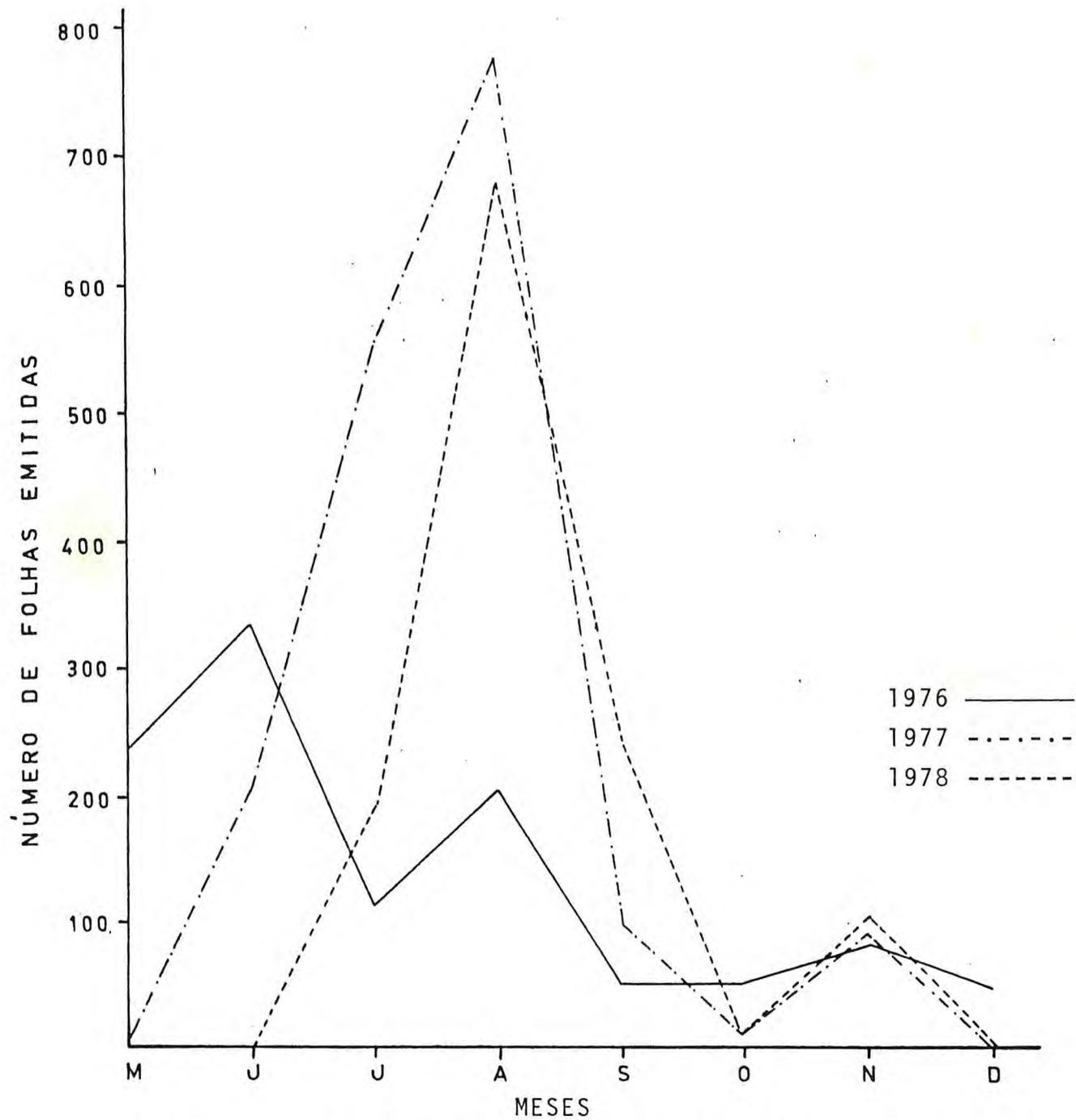


Figura 3 - Distribuição Mensal do Fluxo Foliar de Cajueiros no Período 1976/78, em Pacajus, Ceará.

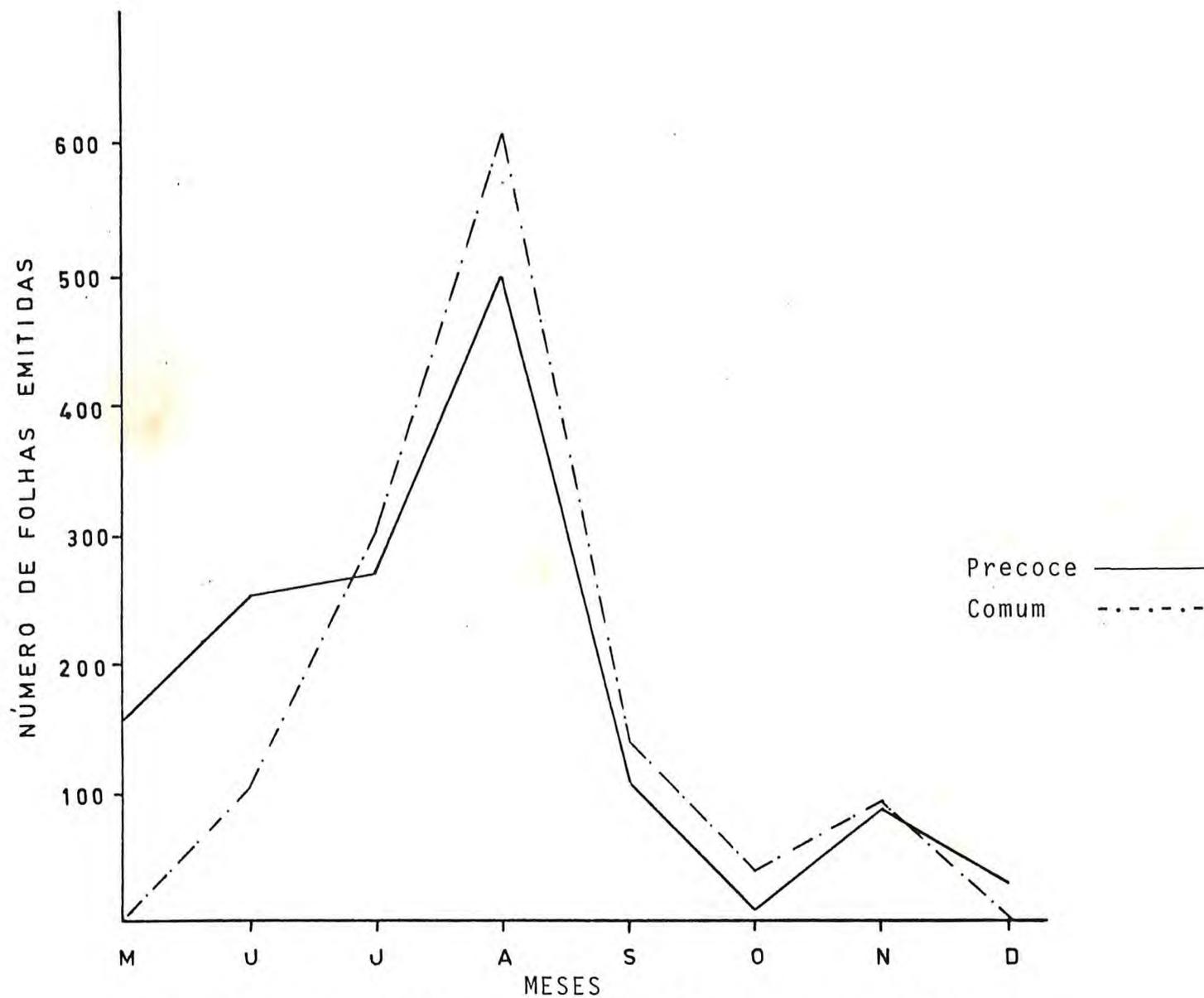


Figura 4 - Distribuição Mensal do Fluxo Foliar de Cajueiros Precoce e Comum, no Período 1976/78, em Pacajus, Ceará.

TABELA 5 - Análise de Variância do Número Total de Inflorescências<sup>1/</sup> de Cajueiros Precoce e Comum, no Período 1976/78, em Pacajus-Ceará.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Total	47	7.081,38	-	-
Meses	7	5.299,61	757,09	47,00**
Anos	2	23,97	11,99	0,74
Tipos	1	3,24	3,24	0,20
Interação M x A	14	1.445,60	103,26	6,41**
Interação M x T	7	77,13	11,02	0,68
Interação A x T	2	6,32	3,16	0,20
Resíduo	14	225,51	16,11	-

CV = 34,26%

<sup>1/</sup> Dados transformados em  $\sqrt{x + 1/2}$

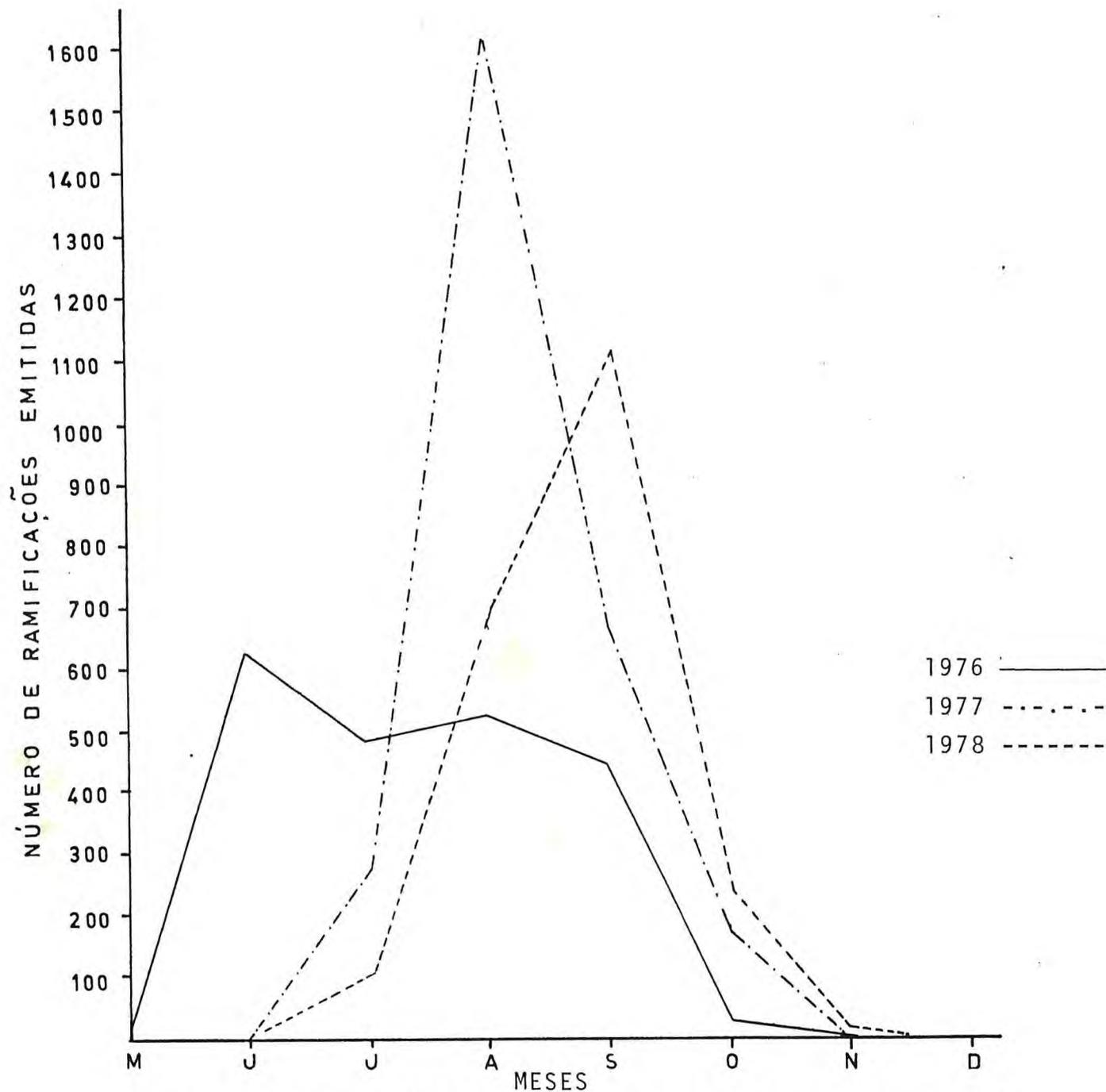


Figura 5 - Distribuição Mensal do Número de Ramificações de Inflorescências de Cajueiros, no Período 1976/78,

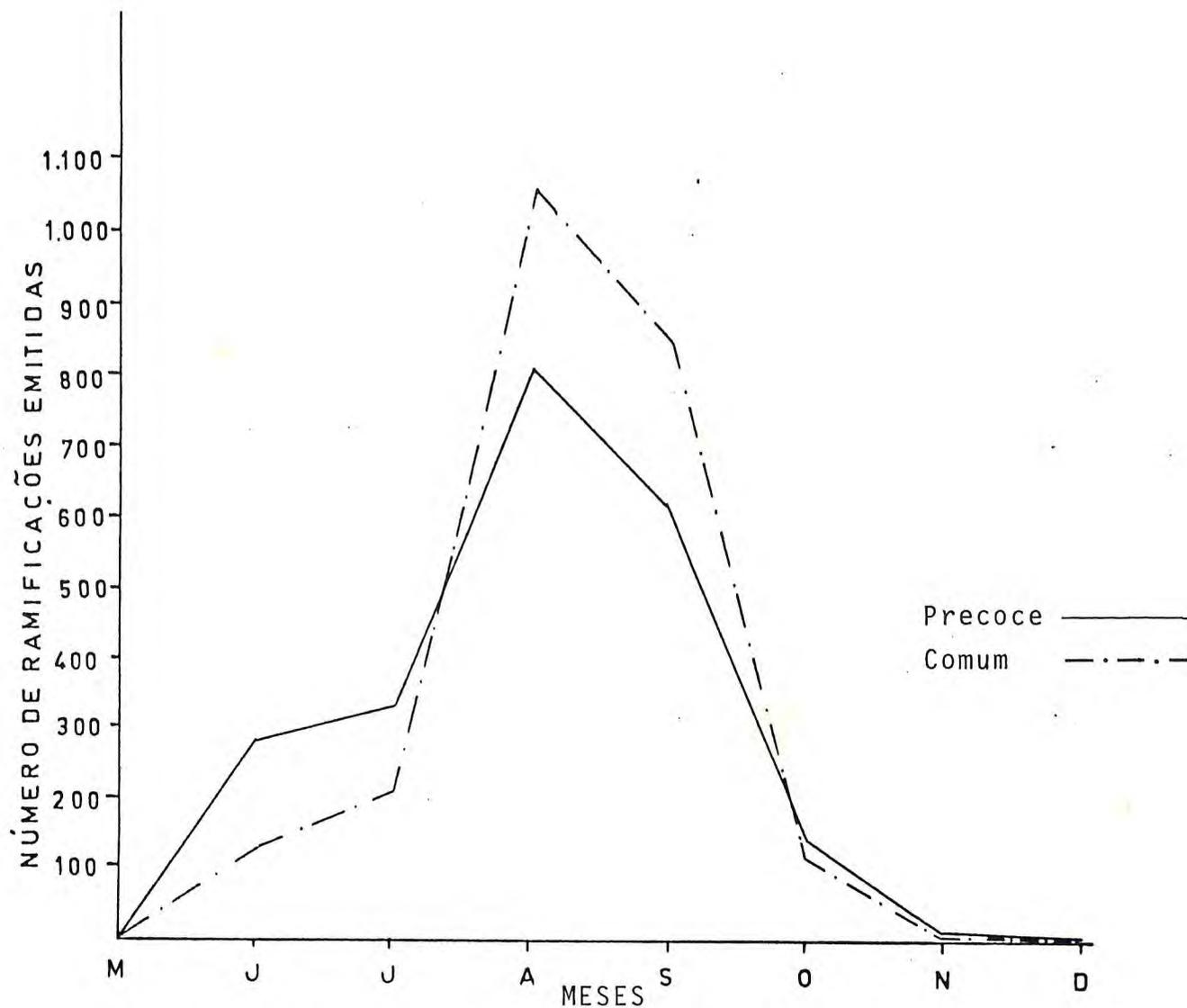


Figura 6 - Distribuição Mensal de Ramificações de Inflorescências de Cajueiros Precoce e Comum, no Período 1976/78, em Pacajus, Ceará.

período bastante amplo, de junho a setembro, sem que tenha havido configuração de um pico acentuado. Nos anos de 1977 e 1978, a floração foi mais concentrada, com picos bem característicos em agosto e setembro, respectivamente. Em nenhum dos anos a floração foi observada no período de dezembro a maio.

A interação meses x tipos não foi significativa (Tabela 5). Nota-se no entanto, na Figura 6 a tendência do tipo precoce apresentar maiores intensidades de floração no início da fenofase. As curvas de floração dos 2 tipos são bastante semelhantes com o pico ocorrendo em ambos, no mês de agosto.

## 2. Elementos de Clima

Os dados referentes às precipitações pluviométricas, médias mensais das temperaturas máximas e mínimas e horas de brilho solar da área em estudo estão representados na Figura 7.

O regime pluvial do período 1976/78 seguiu o modelo da região definido pelas normais pluviométricas (1965/79), distinguindo-se claramente 2 estações: uma chuvosa na primeira metade do ano, seguida de outra seca que prolonga-se até dezembro. Variações na quantidade e distribuição das chuvas são, no entanto, evidentes, entre os anos estudados. Em 1976, apesar do total anual de 900mm ter se aproximado da precipitação média da região, que é de 1.100mm anuais, observou-se que as chuvas se concentraram nos meses de janeiro a abril, o que caracteriza uma redução do período chuvoso. Em 1977, o total precipitado mostrou-se mais elevado, atingindo 1.400mm com chuvas bem distribuídas, estendendo-se de janeiro a julho. No ano de 1978, a quantidade de chuvas caídas foi bem menor que a dos outros anos e a média da região. Apenas 700mm foram registrados

os quais praticamente se concentraram no período de março a maio, embora tenham ocorrido pequenas precipitações em junho e julho. Em todo o período de estudo as precipitações máximas ocorreram em março.

Os valores médios mensais das temperaturas máximas e mínimas apresentaram pequenas variações durante cada ano e entre os anos de estudo. As médias das máximas variaram de 29°C a 32°C e a das mínimas de 18°C a 23°C. Os valores diários não excederam de 10 e 15%, respectivamente as médias das máximas e mínimas registradas. As mínimas absolutas, ocorreram nos meses de julho e agosto e as máximas em dezembro e janeiro.

A disponibilidade de energia, expressa em horas de brilho de sol, apresentou sazonalidade nos anos de observações, constatando-se um período com pequena insolação diária durante os meses da estação chuvosa e um aumento marcante da mesma na estação seca. Os valores observados variaram de 4 a 10 horas de sol/dia. Nos 3 anos de estudo, ficou comprovada uma relação inversa entre as curvas de precipitação pluvial e insolação.

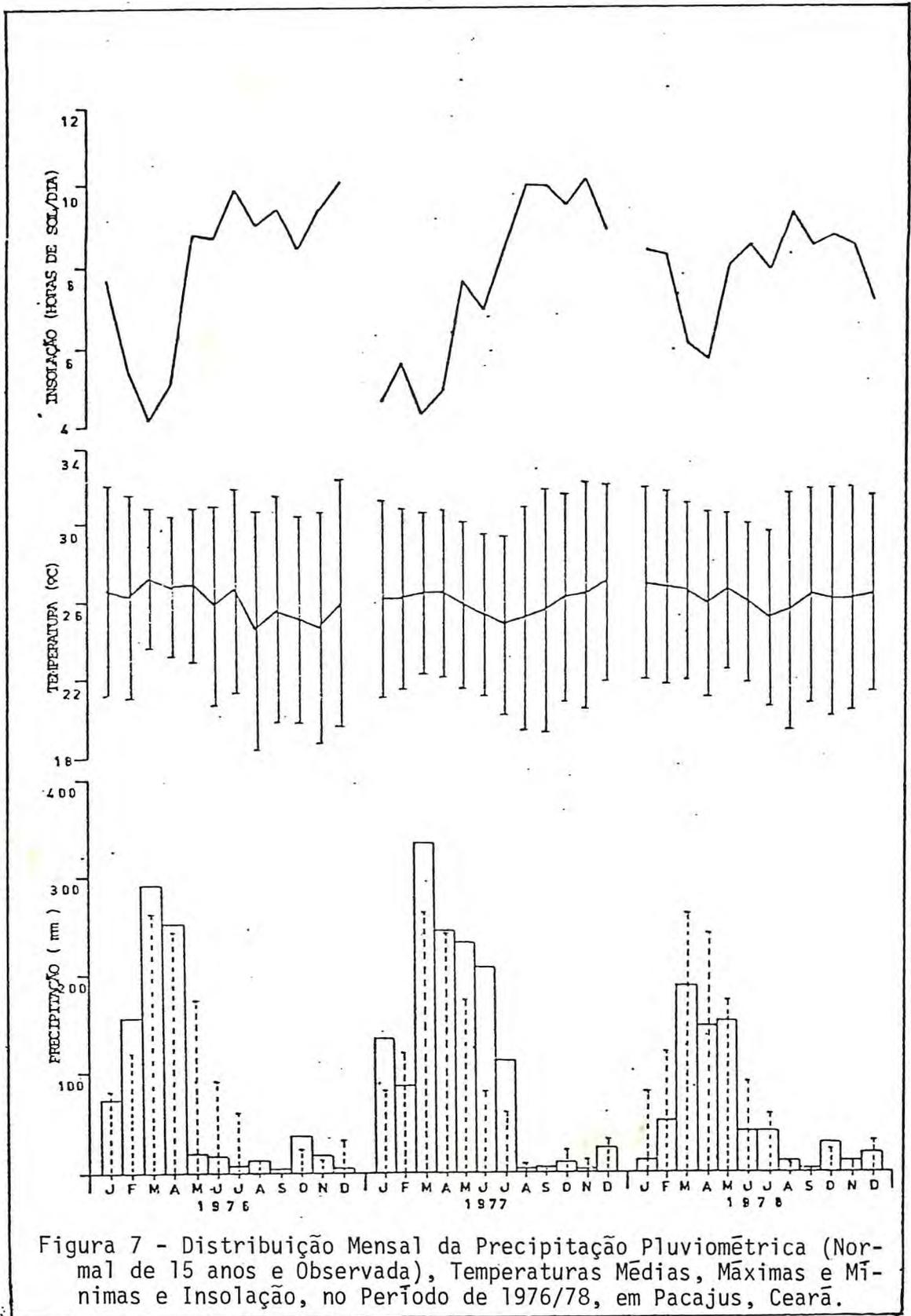


Figura 7 - Distribuição Mensal da Precipitação Pluviométrica (Normal de 15 anos e Observada), Temperaturas Médias, Máximas e Mínimas e Insolação, no Período de 1976/78, em Pacajus, Ceará.

## DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Os resultados evidenciaram que o cajueiro apresenta oscilações periódicas acentuadas em diferentes fases de seu crescimento e desenvolvimento as quais parecem ser controladas, em larga escala, por fatores climáticos. Fatores genéticos estão também aparentemente envolvidos na determinação do modelo fenológico da espécie. A comparação entre cajueiros dos tipos "comum" e "precoce" (Figuras 2, 4 e 6) revela, neste último, a tendência de antecipação no início dos processos de queda de folhas, fluxo foliar, e floração sugerindo uma maior sensibilidade deste tipo aos estímulos externos.

O confronto dos dados meteorológicos (Figura 7) com as fenofases (Figuras 1, 3 e 5) indica que a periodicidade destas, guarda certa relação com a distribuição das chuvas e variação da insolação durante o ano. As pequenas variações de temperaturas registradas não parecem influenciar as fases observadas.

Apesar da elevada variabilidade dos dados obtidos o estudo permitiu a definição de certas tendências no comportamento da espécie.

A planta apresenta uma fase de aparente repouso vegetativo de janeiro a abril, que coincide com o período de maior concentração de chuvas. A queda de folhas ocorre durante todo o ano mas aumenta acentuadamente a partir de maio, logo após as chuvas mais intensas, atingindo um pico entre junho e agosto. O crescimento vegetativo, consistindo da expansão de internódios com formação simultânea de folhas, ocorre em fluxos bem definidos. Um fluxo de grande intensidade é normalmente

observado a partir de junho, também logo em seguida ao período de maiores precipitações, quando a disponibilidade d'água no solo é ainda presumivelmente favorável ao crescimento. A diminuição brusca da pluviosidade e a crescente insolação que a acompanha se apresentam como prováveis fatores que estimulam, de algum modo, a brotação das gemas. O pico deste fluxo frequentemente corresponde com o período de maior concentração de queda de folhas (Figuras 1 e 3). Outro fluxo, pouco expressivo, que por sua vez, também coincide com pequeno aumento de queda de folhas, ocorre frequentemente em novembro, após chuvas esparsas, comuns naquele período do ano. As evidentes diferenças entre os anos de estudo com relação às curvas de queda de folhas e crescimento vegetativo possivelmente refletem as variações acentuadas ocorridas na distribuição e intensidade das precipitações.

O modelo de crescimento vegetativo sugerido para o cajueiro é muito semelhante ao proposto por (DASARATHI, 1958 e NAMBIAR, 1975), na Índia. Eles também indicaram que as gemas permanecem em repouso durante a estação chuvosa e sugeriram que o aumento da insolação e queda gradativa da umidade relativa do ar, após este período, constituem fatores determinantes da reativação do crescimento. O cajueiro parece comportar-se como a maioria das espécies arbóreas dos climas tropicais úmidos, iniciando o crescimento na estação seca. HOPKINS (1970), sugeriu que os baixos níveis de iluminação e/ou fotoperíodos reduzidos poderiam contribuir para o repouso vegetativo das plantas durante a estação chuvosa, aparentemente favorável ao crescimento. ALVIM (1965), por sua vez, já havia sugerido que a brotação das gemas de diversas espécies tropicais era primariamente induzida por níveis crescentes de iluminação que poderiam agir como os fotoperíodos longos, promovendo o crescimento.

A elevada consistência do sincronismo dos fluxos foliares com os períodos de maior queda de folhas sugere que este

Último fenômeno aumenta sempre com o reinício do crescimento ou brotação das gemas. A intensa competição por alimentos imposta pelo novo crescimento pode, concebivelmente, constituir o fator determinante do aumento da abscisão foliar naqueles períodos. ADDICOTT & LYON (1973) e ALVIM & ALVIM (1978), fazem referência a este hábito de abscisão foliar que caracteriza-se por ocorrer no início da estação de crescimento, frequentemente em seguida ao período chuvoso. ADDICOTT & LYON (1973), indicam que a ocorrência de mudanças nos gradientes hormonais, provocadas pelos novos drenos formados com o desencadeamento do crescimento das gemas, constituem fatores intermediários determinantes da abscisão foliar.

A floração ocorre sempre durante a estação seca na qual predominam pouca nebulosidade e alta insolação. As baixas precipitações observadas no período outubro-dezembro, que foram associadas com um fluxo foliar pouco expressivo, não pareceram exercer influência perceptível na floração. A distribuição da floração no cajueiro é visivelmente dependente do modelo de crescimento vegetativo. O processo que inicia-se com a brotação da gema continua com a emissão de folhas e concomitante alongamento dos internódios e logo em seguida, com a produção da inflorescência na parte terminal do broto recém-formado. De acordo com o exposto, a floração é precedida do fluxo vegetativo. O confronto das curvas de fluxo foliar e floração mostra no entanto, que estas se superpõem em grande parte, e que os picos das 2 fenofases são coincidentes ou muito próximos, (Figuras 3 e 5). Esse aparente conflito pode ser explicado pela visível variabilidade com relação ao tempo em que as gemas iniciam o crescimento, o que determina a ocorrência simultânea das diferentes fenofases estudadas em uma mesma árvore.

A ocorrência da floração imediatamente após o fluxo de crescimento vegetativo é frequente em espécies arbóreas

tropicais (KOZLOWSKI, 1971 e HUXLEY & VAN ECK, 1974). ALVIM (1971), sugere que o estímulo para a floração, provavelmente um hormônio, se origina nas folhas recém-formadas. HUXLEY & VAN ECK (1974), por sua vez, indicam que o fluxo de crescimento vegetativo que precede a floração, equipa a planta de folhas novas de alta eficiência fotossintética, para atender a necessidade de alimentos da atividade reprodutiva.

## RESUMO

O estudo foi desenvolvido em Pacajus, Ceará, Brasil com o objetivo de determinar as variações de queda de folhas, fluxo foliar e floração e estabelecer possíveis associações destas fenofases com flutuações de elementos climáticos.

Os dados de fenologia foram obtidos de cajueiros adultos, dos tipos precoce e comum, no período de 1976/78. As observações meteorológicas foram coletadas simultaneamente e confrontadas com as fenofases.

O cajueiro apresenta acentuada periodicidade que parece associada a fatores endógenos e exógenos. O tipo "Precoce" revela uma tendência de antecipação, no início das fenofases, de aproximadamente 1 mês. A distribuição das chuvas e a variação na insolação parecem influenciar o seu comportamento, o que não acontece com a temperatura.

Uma fase de aparente repouso vegetativo coincide com o período de chuvas. A queda de folhas ocorre durante todo o ano, embora se intensifique logo após as maiores precipitações. Um fluxo foliar, de maior intensidade, que corresponde ao período de aumento de queda de folhas, é observado quando a insolação é crescente e presumivelmente adequada a disponibilidade de água no solo. Um outro fluxo, pouco expressivo, ocorre no fim da floração, quando acontecem chuvas esparsas e ainda é elevada a insolação. O sincronismo existente entre a queda de folhas e o fluxo foliar, possivelmente reflete a intensa competição por nutrientes, resultante da reativação do crescimento, o que determina o aumento da abscisão foliar.

A floração é precedida do fluxo foliar mais intenso e coincide com a estação seca, quando é baixa a nebulosidade e pouco significativas as precipitações.

## LITERATURA CITADA

- ADDICOTT, F.T. & LYON, J.L. Physiological ecology of abscission. In: KOZLOWSKI, T.T. Shedding of plant parts, New York, Academic Press, 1973. p.85-124.
- ALENCAR, J. da C.; ALMEIDA, R.A. de & FERNANDES, N.P. Fenologia de espécies florestais em floresta tropical úmida de terra firme na Amazônia Central. Acta Amazônica, 9(1): 163 - 98, 1979.
- ALVIM, P. de T. Ecologia do cacauero. Itabuna, Centro de Pesquisa do Cacau, 1964, 20p.
- \_\_\_\_\_. Factors affecting flowering of the cocoa tree. Itabuna, Centro de Pesquisa do Cacau, 1971, 7p.
- \_\_\_\_\_. Factors affecting flowering of coffee. Journal of Plantation Crops, 1(1-2): 37-43, 1973.
- \_\_\_\_\_. Fatores que controlam os lançamentos do cacauero. In: REUNION DEL COMITÉ TÉCNICO INTERAMERICANO DE CACAO, 6. Salvador, 1956. p. 117-25.
- \_\_\_\_\_. Periodicidade do crescimento das árvores em climas tropicais. Itabuna, Centro de Pesquisa do Cacau, 1965 15p.
- \_\_\_\_\_ & ALVIM, R. Relation of climate to growth periodicity in tropical trees. In: Tropical tree as living systems. Cambridge, Cambridge University Press, 1978. p.445-64.
- ALVIM, R.; ALVIM, P. de T.; LORENZI, R. & SANDERS, P.F. The possible role of abscisic acid cytokinins in growth rhythms of Theobroma cacao L. Revista Theobroma, 4(3): 3-12, Jul.-Set., 1974.

- ALVIM, P. de T.; MACHADO, A.D. & GRANGIER JUNIOR, A. Alguns estudos sobre as relações de água, solo e crescimento do cacauero. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE PESQUISA EM CACAU. 2., Salvador, CEPLAC, 1967. p.316-24.
- ALVIM, P. de T.; MACHADO, A.D. & VELLO, F. Physiological responses of cacao to environmental factors. In: INTERNATIONAL CACAO RESEARCH COFERENCE, 4., Trinidad, 1972. p.17.
- ARGLES, G.K. Anacardium occidentale Cashew. In: GARNER, R. J. The propagation of tropical fruit trees. Maidstone, FAO, 1969. p.184-222.
- ASCENSO, J.C. & MOTA, M.I. Studies on the flower morphology of cashew (Anacardium occidentale L.) Agron. Moçamb., 6(2):117-8, 1972.
- BIGGER, M. Selenothrips rubrocinctus (Giard) and the biology of cashew in Tanganika. East Agric. an Agric. J., 25(4) 229-34, 1960.
- BRASIL. SUDENE. Levantamento exploratório - reconhecimento de solos do Estado do Ceará. Recife, 1973. v.1, 301p.
- BROWNING, G. Hormone physiology of Coffea arabica; Interaction of climatic factors and gibberellins in the regulation of extension growth. s.l., Rep. Rong Ashton Res. Stn for. 1972, p. 46-7.
- BUELL, E.P. Flowering and fruiting habits of the mango in the wet zone. Tropical Agriculturist, 110:280-4, Oct.-Dec., 1954.
- COPELAND, H.F. Observations on the reproductive structures of Anacardium occidentale L. Phytomorphology, 11(4): 315 - 25, 1961.
- DASARATHI, T.B. A study of the blossom biology and growth features of the cashewnut - Anacardium occidentale Linn. s.l. 1958, s.p. (Tese Mestrado).

- FRANKIE, G.W.; BAKER, H.G. & OPLER, P.A. Comparative Phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. J. Ecol., 62:881-919, 1974.
- GALANG, F.G. & LAZO, F.D. Fruiting as related to vegetative growth the in cashew, Anacardium occidentale L. The Philippine Journal of Agriculture, 7:21-33, 1936.
- GREATHOUSE, D.C.; LAETSCH, W.M. & PHINNEY, B.O. The shoot growth rhythm of a tropical tree, Theobroma cacao, J. Bot., Amer., 58:281-6, 1971.
- HOPKINS, B. Vegetation of the Olokemeji Forest Reserve, Nigeria. VI. The plants on the forest site with special reference to their seasonal growth. J. Ecol., (58):765-93, 1970.
- HUXLEY, P.A. & VAN ECK, W.A. Seasonal changes in growth and development of some woody perennials near Kampala, Uganda. J. Ecol., 62:579-92, 1974.
- JOHNSON, D. The botany, origin and spread of the cashew Anacardium occidentale L. Journal of Plantation Crops, 1(1-2): 1-7, 1973.
- JOHNSON, D.V. O caju no Nordeste do Brasil, um estudo geográfico. Fortaleza, Banco do Nordeste do Brasil, 1974. 169p.
- JOUBERT, A.S. & THOMAS, D.S. The cashew nut. Farming S. Agr., 40(11):6-7, 1965.
- KORIBA, K. On the periodicity of the growth in the tropics, with the reference to the mode of branching, the leaf fall, and the formation of the resting bud. Garden's Bull, Singapore, 17:11-81, 1958.
- KOZLOWSKI, T.T. Growth and development of trees. New York, Academic Press, 1971. 2.v.

- KOZLOWSKI, T.T. Extent and significance of shedding of plant parts. In:—Shedding of plant parts. New York, Academic Press. 1973. p.1-14.
- LEFEBVRE, A. L'anacardier une richesse de Madagascar. Separata do Bulletin de Madagascar, (272),1-47, Jan., 1969.
- LONGMAN, K.A. The dormancy and survival of plants in the humid tropics. Dormancy and survival. In: SYMP. SOC. EXP. BIOL. 23., 1969. p.471-88.
- \_\_\_\_\_ & JENIK, J. Tropical forest and its environment. London, s.ed., 1974. 196p.
- MACHADO, O.X.B. Estudos novos sobre uma planta velha; o cajueiro, Anacardium occidentale L. Rodriguêsia, Rio de Janeiro, 8(17):19-48, 1944.
- MELO, J. de O.; VIANA, M.I.P.; ARAÚJO, T.M. da C.P. & PARENTE, J.I.G. Levantamento dos solos da Estação Experimental de Pacajus - Ceará. Fortaleza, UFC. Faculdade de Filosofia Ciências e Letras. Departamento de Geociências, 1968. p.32.
- MORTON, J.F. The cashew's brighter future. Economic Botany, 15(1):57-8, Jan.,Mar., 1961.
- NAIR, M.K.; RAO, E.V.V.B.; NAMBIAR, K.K.N. & NAMBIAR, M.C. Cashew (Anacardium occidentale L.) Kerala, Central Plantation Crops Research Institute, 1979. 151p.
- NAMBIAR, M.C. Ecophysiology of cashew (Anacardium occidentale L.) In: ALVIM, P. de T. Ecophysiology of tropical crops. Ilhéus, CEPLAC, 1975. p.1-26.
- NJOKU, E. An analysis of plant growth in some West African species. I. Growth in full sunlight. Journal of West African Science Association, 5:37-56, 1959.

NJOKU, E. Seasonal periodicity in the growth and development of some forest trees in Nigeria. I. Observations on mature trees. J. Ecol., (51):617-24, 1963.

\_\_\_\_\_. Seasonal periodicity in the growth and development of some trees in Nigeria. II Observation on seedlings. J. Ecol. (52):19-26, 1964.

PARENTE, J.I.G.; MACIEL, R.F.P. & VALE, E.C. do. Cajueiro; aspectos econômicos e agronômicos, Pacajus, IPEANE, 1972. 52p.

RAO, V.N.M. & HASSAN, M.V. Preliminary studies on the floral biology of cashew. Ind. J. Agric. Sci. 27:227-88. 1957.

RICHARDS, P.W. The tropical rainforest; an Ecological study. London, Cambridge University, 1952.

TSAKIRIS, A. & NORTHWOOD, P.J. Cashew nut production in southern Tanzania IV. The root system of the cashew nut tree. E. Afr. Agric. For. J. 33(1):83-7, 1967.