



**ECOLOGIA DA PRODUTIVIDADE DE CLONES
DE CAJUEIRO ANÃO EM CONDIÇÕES DE
IRRIGAÇÃO**

WALDEMIR MARTINS JUNIOR

2002



WALDEMIR MARTINS JUNIOR

ECOLOGIA DA PRODUTIVIDADE DE CLONES
DE CAJUEIRO ANÃO EM CONDIÇÕES DE
IRRIGAÇÃO

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para obtenção do título de 'Doutor'.

Orientador:
Nilton Nagib Jorge Chalfun

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

2002



Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA

Martins Junior, Waldemir

Ecologia da produtividade de clones de cajueiro anão em condições de irrigação /
Waldemir Martins Junior. -- Lavras : UFLA, 2002.

112 p. : il.

Orientador: Nilton Naçib Jorge Chaulfun.

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Caju. 2. Irrigação. 3. Clone. 4. Produtividade. 5. Fenologia. 6. Propagação. 7
Alporquia. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-634.57387

WALDEMIR MARTINS JUNIOR

**ECOLOGIA DA PRODUTIVIDADE DE CLONES
DE CAJUEIRO ANÃO EM CONDIÇÕES DE
IRRIGAÇÃO**

Tese apresentada à Universidade Federal de
Lavras como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em Agronomia,
área de concentração Fitotecnia, para
obtenção do título de 'Doutor'.

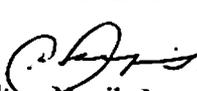
Aprovada em 13 junho 2002

Prof. PhD. Francisco Aécio Guedes Almeida - UFC

Prof. Dr. Moacir Pasqual - UFLA

Pesq. Dr. Leonardo Ferreira Dutra - UFLA

Prof. Dr. José Darlan Ramos - UFLA


Prof. Dr. Nilton Nagib Jorge Chalfum - UFLA

(Orientador)

Lavras
Minas Gerais - Brasil

A

Irene Regassini Martins,

Minha Mãe,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos concedida durante o curso.

A Universidade Federal do Ceará (UFC), por ter me proporcionado a oportunidade oferecida à realização do curso.

A Universidade Federal de Lavras - UFLA, pelas condições ofertadas para a realização do curso.

Ao Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Lavras, pela contribuição à minha formação científica.

Aos professores Nilton Nagib Jorge Chalfun e Francisco Aécio Guedes Almeida, pela orientação, incentivo e confiança dispensados.

Aos membros da comissão avaliadora deste trabalho, pelas sugestões apresentadas.

Aos professores do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, pelos valiosos ensinamentos transmitidos.

Ao meu pai (*"in memoriam"*), que se faz constantemente presente através de seus ensinamentos.

Às colegas Cida e Elda, pela ajuda, incentivo e excelente convívio, que contribuíram para que meus objetivos acadêmicos fossem atingidos.

Aos demais colegas do curso, pela salutar convivência e aos funcionários do Departamento, pela presteza e dedicação.

A todos que, de alguma forma, colaboraram para a concretização do presente trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
LISTA DE TABELAS	iii
LISTA DE FIGURAS	vi
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 Considerações gerais	3
2.2 Aspectos botânicos do cajueiro	4
2.3 Principais solos cultivados com o cajueiro.....	7
2.4 Importância do clima sobre a cultura do cajueiro	9
2.5 Irrigação	12
2.6 Fenologia do cajueiro	14
2.6.1 Crescimento do cajueiro	19
2.6.1.1 Crescimento vegetativo quantitativo.....	19
2.6.1.2 Crescimento vegetativo qualitativo e queda de folhas - fluxo foliar.....	21
2.6.2 Fatores climáticos que afetam a produção da cultura do cajueiro.....	23
2.6.2.1 Fator umidade.....	24
2.6.2.1.1 Precipitação e os eventos periódicos do cajueiro.....	25
2.6.2.1.2 Umidade relativa do ar e os eventos periódicos do cajueiro.....	27
2.6.2.1.3 A evapotranspiração e os eventos periódicos do cajueiro.....	28
2.6.2.2 Radiação solar, insolação e temperatura do ar.....	29
2.6.2.2.1 A radiação solar e os eventos periódicos do cajueiro.....	31
2.6.2.2.2 A insolação e os eventos periódicos do cajueiro.....	32

2.6.2.3	Velocidade dos ventos e os eventos periódicos do cajueiro.....	34
2.7	Produção do cajueiro.....	35
2.7.1	A capacidade produtiva do cajueiro.....	36
3	MATERIAL E MÉTODOS	37
3.1	Localização da área experimental.....	37
3.2	Considerações gerais.....	38
3.3	Caracterização do solo da área experimental.....	38
3.4	Caracterização da água utilizada.....	39
3.5	Clima da região onde se situa a área experimental.....	41
3.6	Delineamento experimental.....	42
3.7	Características analisadas.....	42
3.7.1	Fenofases vegetativas.....	42
3.7.2	Fenofases reprodutivas.....	43
3.7.3	Produtividade.....	53
3.8	Observações dos fatores do clima.....	53
3.9	Análise estatística dos resultados.....	53
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
4.1	Fenofases	55
4.1.1	Fenofases vegetativas	55
4.1.1.1	Altura das plantas	55
4.1.1.2	Envergadura das plantas	59
4.1.1.3	Crescimento vegetativo qualitativo	62
4.1.1.4	Queda de folhas	66
4.1.2	Fenofases reprodutivas	68
4.1.2.1	Floração	68
4.1.2.2	Frutificação	73
4.2	Produtividade	76
4.2.1	Evolução mensal da produtividade de castanhas e pedúnculos	76

4.2.2	Produção dos diferentes clones analisados	82
4.2.3	Peso médio de castanhas e de pedúnculos dos diferentes clones pesquisados.....	86
4.3	Correlação entre as fenofases do cajueiro e os principais fatores climáticos	93
5	CONCLUSÕES	98
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	99

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Características físicas e químicas do solo da área experimental, em Caucaia, Ceará. UFLA, Lavras, MG, 2002	40
TABELA 2	Características da água de irrigação utilizada no experimento, em Caucaia, Ceará. UFLA, Lavras, MG, 2002.....	41
TABELA 3	Dados climáticos registrados na área experimental durante o ano de 1992, em Caucaia, Ceará. UFLA, Lavras, MG, 2002	44
TABELA 4	Dados climáticos registrados na área experimental durante o ano de 1993, em Caucaia, Ceará. UFLA, Lavras, MG, 2002	45
TABELA 5	Dados climáticos registrados na área experimental durante o ano de 1994, em Caucaia, Ceará. UFLA, Lavras, MG, 2002	46
TABELA 6	Dados climáticos registrados na área experimental durante o ano de 1995, em Caucaia, Ceará. UFLA, Lavras, MG, 2002	47
TABELA 7	Dados climáticos registrados na área experimental durante o ano de 1996, em Caucaia, Ceará. UFLA, Lavras, MG, 2002	48
TABELA 8	Dados climáticos registrados na área experimental durante o ano de 1997, em Caucaia, Ceará. UFLA, Lavras, MG, 2002	49
TABELA 9	Dados climáticos registrados na área experimental durante o ano de 1998, em Caucaia, Ceará. UFLA, Lavras, MG, 2002	50
TABELA 11	Dados climáticos registrados na área experimental durante o ano de 2000, em Caucaia, Ceará. UFLA, Lavras, MG, 2002.....	52

TABELA 12 Evolução, em metros, da altura (H) e da envergadura (E) de alporques de três novos clones de cajueiro anão, em condições de irrigação, em Caucaia, Ceará, durante o período de 1992 a 2000. UFLA, Lavras, MG, 2002.....	56
TABELA 13 Porcentagem de plantas em crescimento vegetativo qualitativo (CVQ) e queda de folhas (QF) de alporques de três novos clones de cajueiro anão em condições de irrigação, em Caucaia, Ceará, durante o período de 1992 a 2000. UFLA, Lavras, MG, 2002	64
TABELA 14 Floração e frutificação de alporques de três novos clones de cajueiro anão, durante os dois primeiros anos de sua implantação, em condições de irrigação, em Caucaia, Ceará. UFLA, Lavras, MG, 2002	69
TABELA 15 Floração e frutificação de alporques de três novos clones de cajueiro anão, durante o 3º e 4º ano de sua implantação, em condições de irrigação localizada, em Caucaia, Ceará. UFLA, Lavras, MG, 2002.....	70
TABELA 16 Floração e frutificação de alporques de três novos clones de cajueiro anão, durante o 5º e 6º ano de sua implantação, em condições de irrigação localizada, em Caucaia, Ceará. UFLA, Lavras, MG, 2002.....	71
TABELA 17 Floração e frutificação de alporques de três novos clones de cajueiro anão, durante o 7º e 8º ano de sua implantação, em condições de irrigação localizada, em Caucaia, Ceará. UFLA, Lavras, MG, 2002	72
TABELA 19 Evolução da produtividade de castanhas e pedúnculos de três novos clones de cajueiro anão sob condições de irrigação localizada, no período abril de 1994 a março de 1996, em Caucaia, Ceará. UFLA, Lavras, MG, 2002	78
TABELA 20 Evolução da produtividade de castanhas e pedúnculos de três novos clones de cajueiro anão, sob condições de irrigação localizada, no período abril de 1996 a março de 1998, em Caucaia, Ceará. UFLA, Lavras, MG, 2002	79

TABELA 21	Evolução da produtividade de castanhas e pedúnculos de três novos clones de cajueiro anão, sob condições de irrigação localizada, no período abril de 1998 a março de 2000, em Caucaia, Ceará. UFLA, Lavras, MG, 2002	80
TABELA 22	Análise de variância da produtividade anual de castanhas e pedúnculos de três novos clones de cajueiro anão, FAGA 1, FAGA 3 e FAGA 4, propagados por alporquia, em condições de irrigação localizada, de mar/92 a mar/2000, em Caucaia, Ceará. UFLA, Lavras, MG, 2002.....	83
TABELA 23	Médias de produtividade de castanhas e pedúnculos de três novos clones de cajueiro anão, FAGA 1, FAGA 3 e FAGA 4, propagados por alporquia, em condições de irrigação localizada, de mar/92 a mar/2000, em Caucaia, Ceará. UFLA, Lavras, MG, 2002.....	83
TABELA 25	Comparação das médias de produtividade de castanhas e pedúnculos, de oito safras do clone FAGA 1 de cajueiro anão, propagado por alporquia, em condições de irrigação localizada, de mar/92 a mar/2000, em Caucaia, Ceará. UFLA, Lavras, MG, 2002	87
TABELA 26	Comparação das médias de produtividade de castanhas e pedúnculos, de oito safras do clone FAGA 3 de cajueiro anão, propagado por alporquia, em condições de irrigação localizada, de mar/92 a mar/2000, em Caucaia, Ceará. UFLA, Lavras, MG, 2002.....	88
TABELA 27	Comparação das médias de produtividade de castanhas e pedúnculos, de oito safras do clone FAGA 4 de cajueiro anão, propagado por alporquia, em condições de irrigação localizada, de mar/92 a mar/2000, em Caucaia, Ceará. UFLA, Lavras, MG, 2002	89
TABELA 28	Análise de variância do peso médio de castanhas e de pedúnculos dos clones FAGA 1, FAGA 3 e FAGA 4, de cajueiro anão, propagados por alporquia, em condições de irrigação localizada, de mar/92 a mar/2000, em Caucaia, Ceará. UFLA, Lavras, MG, 2002	90

TABELA 29 Comparação dos pesos médios de castanhas e pedúnculos de três clones de cajueiro anão precoce, FAGA 1, FAGA 3 e FAGA 4, propagados por alporquia, em condições de irrigação localizada de mar/92 a mar/2000, em Caucaia, Ceará. UFLA, Lavras, MG, 2002.....	91
TABELA 30 Comparação dos pesos médios de castanhas e pedúnculos, em oito safras de três clones de cajueiro anão precoce, FAGA 1, FAGA 3 e FAGA 4, propagados por alporquia, em condições de irrigação localizada, de mar/92 a mar/2000, em Caucaia, Ceará. UFLA, Lavras, MG, 2002	92
TABELA 31 Correlações obtidas entre várias fenofases de três clones de cajueiro anão precoce, FAGA 1, FAGA 3 e FAGA 4, propagados por alporquia, em condições de irrigação localizada, e os fatores do clima, de mar/92 a mar/2000, em Caucaia, Ceará. UFLA, Lavras, MG, 2002.....	94

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 Evolução da altura e envergadura de alporques de três novos clones de cajueiro anão precoce durante os oito primeiros anos de sua implantação, em condições de irrigação, em Caucaia, Ceará, durante o período de 1992 a 2000. UFLA, Lavras, MG, 2002.....	57
--	----

RESUMO

MARTINS JUNIOR, W. Ecologia da produtividade de clones de cajueiro anão em condições de irrigação. 2002. 114p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia). UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS, Lavras - MG

O ensaio experimental, abrangendo oito safras, foi instalado em uma área no município de Caucaia, litoral do estado do Ceará, situada a 3° 41' de latitude S e 35° 43' de longitude W. Avaliou-se o comportamento de três novos clones de cajueiro anão: FAGA 1, FAGA 3 e FAGA 4, que apresentam características desejáveis quanto ao tamanho e peso das castanhas e pedúnculos. Neste trabalho buscou-se estabelecer a relação entre a ecologia de produção dos referidos clones, quando submetidos à irrigação localizada, com as suas respectivas fenofases - correlacionadas com as variações de fatores climáticos. As observações foram realizadas em cinco plantas de cada clone, contidas em um jardim clonal. As médias mensais dos vários fatores climáticos foram registradas durante todo o experimento. Estudaram-se os parâmetros evolutivos da produtividade e peso médio de castanhas e pedúnculos e, também, a correlação entre as fenofases e os fatores climáticos registrados no período. Além disso, foi realizada a análise de variância da produtividade e do peso médio de castanhas e pedúnculos e do número de frutos. Apenas o crescimento em altura e envergadura e as fenofases reprodutivas apresentaram correlação significativa com os fatores climáticos umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica. Não houve correlação entre as demais fenofases e os fatores do clima. A análise dos resultados obtidos com os parâmetros de produção indica que a produtividade de castanha e pedúnculo do clone FAGA 1 foi significativamente maior que a dos outros dois clones. Por outro lado, os pesos médios das castanhas do material estudado diferiram significativamente entre si, sendo o clone FAGA 3 superior ao FAGA 4 e este superior ao FAGA 1. Quanto ao peso médio dos pedúnculos, a análise estatística revelou que o clone FAGA 3 foi significativamente superior aos clones FAGA 4 e FAGA 1.

Comitê orientador: Nilton Nagib Jorge Chalfun – UFLA

ABSTRACT

MARTINS JUNIOR, W. Productivity ecology of dwarf cashew clones under irrigation conditions. 2002. 114p. Thesis (Agronomy Doctor). FEDERAL UNIVERSITY OF LAVRAS, Lavras - MG.

The experimental research, including eight harvestings, was installed in an area of the Caucaia Town, coast of the Ceara State, situated at 3° 41' South latitude and 35° 43' West longitude. The behavior pattern of three dwarf cashew clones were analysed: FAGA 1, FAGA 2, and FAGA 3. They all presented desirable characteristics related to their "peduncle and nut" sizes and weights. The objective of this study was to establish the relation of the ecology production of the referred clones when submitted to localized irrigation to their respective phenophases - correlated to the variations of the climatic factors. The observations were performed in five plants of each clone contained in a clonal garden. The monthly average of the various climatic factors were registered during all the experimental period. The evolutive parameters of the productivity and average weight of the nuts and peduncles were studied. In addition, the correlation between the phenophases and the climatic factors registered during that period were also analysed. Moreover, the analysis of variance of the productivity and average weight of the nuts, peduncles, and number of fruits were performed. Only the crop canopy, height growth, and reproductive phenophases demonstrated significant correlation with the relative air humidity and pluviometric precipitation. There were no correlation between the remaining phenophases and the climatic factors. The results obtained in relation to the production parameters demonstrate that the FAGA 1 clone nut and peduncle productivity was significantly higher than the other two clones. On the other hand, the average weight of the nuts differed significantly among each other. The clone FAGA 3 was higher than the clone FAGA 4, and the clone FAGA 4 was higher than the clone FAGA 1. The statistics analysis revealed that in relation to the average weight of the peduncles the clone FAGA 3 was significantly higher than the clones FAGA 4 and FAGA 1.

Adviser committee: Nilton Nagib Jorge Chalfun – UFLA

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, 90% da produção do cajueiro se encontram na região nordestina. Embora a área ocupada no Nordeste tenha aumentado, seu rendimento vem diminuindo. Vários são os fatores que afetam esse rendimento, como o baixo potencial genético das plantas, dos cultivos atualmente em exploração, baixa fertilidade dos solos, irregularidades ou escassez de chuvas e a ocorrência de pragas e doenças, associados ao manejo inadequado da cultura.

A cajucultura tem importância sócio-econômica para a região nordestina. Ela gera 300.000 empregos agrícolas, além de divisas e receita tributária para os estados (Pimentel et al., 1993). Conforme FIEC (1997), esta atividade movimentou US\$ 154,0 milhões no ano de 1996.

A cajucultura ocupa lugar de destaque no cenário nacional da fruticultura comercial como uma das fruteiras mais importantes da pauta de exportação, ocupando posição destacada no mercado internacional. Apesar disso, há uma carência de informações agronômicas que possibilitem uma exploração racional da cultura. Essa carência é sentida, principalmente, no que concerne ao desenvolvimento de uma tecnologia de produção que vise obter, entre outros aspectos, variedades ou clones com rendimentos mais elevados por área, com castanhas mais uniformes, maior rendimento de amêndoas segundo os padrões exigidos pelo mercado e um melhor aproveitamento do pedúnculo.

O cultivo do cajueiro sob regime de irrigação mostra que essa prática poderá trazer significativa contribuição à exploração da cultura, notadamente para pequenos e médios produtores que possam dispor de água.

O cajueiro anão enxertado, quando irrigado, pode apresentar produtividades de até cinco toneladas de castanhas e 36 toneladas de pedúnculo por hectare. Além disso, há aumento da produtividade e maior período de produção, que pode saltar de quatro para dez meses. Embora sejam animadores

esses dados, segundo Almeida et al. (1991a, 1995a), plantas enxertadas, quando irrigadas, mostram alturas e envergaduras que excedem os limites de uma planta considerada modelo para explorações racionais. Os mesmos autores registraram a variação muito acentuada com relação a fenofases vegetativas e reprodutivas, bem como em relação à produção individual. Almeida et al. (1990a, b, c, d) e Almeida et al. (1991b, c, d, e, f, g, h, i, j, l) defendem que, por meio de uma propagação assexua completa, alporquia, estaquia ou cultura de tecidos, por exemplo, seria possível reduzir a altura e a envergadura da planta. Almeida et al. (1994) demonstraram existir uma menor variabilidade de produção entre plantas quando se trabalha com estas técnicas de propagação assexua.

O presente trabalho teve o objetivo geral de estudar a fenologia e a ecologia da produção de clones de cajueiro anão FAGA 1, FAGA 3 e FAGA 4, propagados por alporquia sob condições de irrigação localizada.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Considerações gerais

No Brasil, a cajucultura ocupa uma área de 650 mil hectares (Parente et al., 1993; Leite, 1994), encontrando-se disseminada em vários estados. No entanto, está concentrada no Nordeste, onde vem ocupando um lugar de destaque nos últimos anos, sendo o Ceará o principal estado produtor. Conforme FIEC (1991), o Nordeste é responsável por 94% de toda produção brasileira de cajú, com o estado do Ceará detendo 45% do total nordestino. Além disso, o produto castanha de caju participou, na última década, com 46% de todas exportações do estado. Mesmo com esta excelente performance no mercado consumidor mundial, pouco se tem conseguido para aumentar a produtividade da castanha de caju na região. Na realidade, essa produtividade vem caindo, alcançando até valores abaixo de 200 kg de castanhas/ha (SINDICAJU, 1995). A produtividade média brasileira é baixa, com estimativa de queda, podendo ficar em torno de 87 kg/ha (Pessoa & Parente, 1991). Esse nível, de acordo com Meyer & Saraiva (1995) citado por Ferraz (1996), não compensará sequer que se faça a colheita. A baixa qualidade do material cultivado do cajueiro comum tem contribuído para esse quadro de aparente decadência.

Esta situação deve-se especialmente ao fato do produtor não ter acesso a tecnologias mais modernas que, mesmo estando disponíveis, estão fora do seu alcance por razões econômico-culturais. Assim não consegue desvencilhar-se da agricultura tradicional praticada desde as eras mais remotas. Conforme Gurgel (2001), o uso de tecnologias mais apropriadas, como mudas selecionadas, calcário, gesso e caldas fúngicas, produzem-se até 1.200 kg de castanhas/ha. Tal desempenho mostra que o cajueiro anão pode ser viável até em condições de sequeiro.

Portanto, os clones de cajueiro anão aparecem como alternativa capaz de sustentar a viabilidade econômica da cajucultura nacional. Nesse contexto, os clones de cajueiro anão, CCPs 06, 09, 76 e 1001, foram lançados pela Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará (EPACE), nos anos de 1983 a 1987, tendo como principais características a precocidade, o baixo porte e a alta produtividade (média de 1.300kg/ha), apesar do pequeno peso e tamanho das castanhas. Almeida (1992 e 1996) analisou a produtividade potencial de plantas enxertadas de cajueiro anão, em condições de irrigação, durante o período de 1985 a 1991. Verificou que a planta, ao alcançar a fase de estabilidade de seu crescimento em altura e em envergadura, atingiu a produção de até 7.016 kg de castanhas e 55.341,7 kg de pedúnculos por hectare. Silva Filho (1999), trabalhando com clones de cajueiro anão de castanhas grandes e pesadas, desenvolvidas pela Universidade Federal do Ceará, observou já, no segundo ano de cultivo, produtividade de até 950 kg/ha.

2.2 Aspectos botânicos do cajueiro

Existem inúmeras teorias sobre a origem do cajueiro. Segundo Machado (1949), ele é originário da América devido às circunstâncias a seguir relacionadas.

O gênero *Anacardium*, na América, é composto de onze espécies, das quais somente o *Anacardium rhinocarpus* D.C. existe na Venezuela e Colômbia, não sendo encontrada ainda no Brasil.

A única existente na África, Ásia e Oceania é o *Anacardium occidentale* L. que, por sua vez, é a espécie mais vulgar e disseminada na América.

Medina (1978) afirma que os portugueses foram agentes distribuidores de numerosas espécies vegetais, quer introduzindo-as no Brasil, quer

exportando-as. Levaram o cajueiro para a África, de onde se difundiu e proliferou, para alcançar a Índia depois da metade do século XVI.

O cajueiro *Anacardium occidentale* L. pertence à família Anacardiaceae, tendo sua origem na América Tropical, bem como Amazônia e planalto central brasileiro (Mitchell & Mori, 1987). É uma espécie alógama, o que explica a grande variabilidade genética e fenotípica observada em povoamentos naturais e em plantações produzidas por via seminal. Possui alta rusticidade, sendo capaz de se adaptar e produzir em ampla variedade de climas e solos. É cultivado em vários países, destacando-se, em importância, Índia, Brasil, Moçambique e Tanzânia.

O cajueiro *Anacardium occidentale* L. foi a primeira espécie a ser classificada botanicamente, dentro do seu gênero e, além de maior importância econômica, é a única do gênero a ser cultivada. Esta espécie possui, basicamente, dois tipos de plantas: os tipos comum e o anão. Apesar das diferenças entre os dois tipos, sua classificação não se encontra bem definida. O anão tem sido referido como *Anacardium occidentale* variedade *nanum* (Braga, 1976), *Anacardium nanum* (Peixoto, 1960) ou como ecótipo ou forma botânica do tipo comum (Barros et al., 1993). Alves et al. (1997), por análises cromossômicas, verificaram que o número diplóide do cajueiro comum é 42, e o do anão é 38. Segundo os mesmos autores, o cajueiro anão pode ser considerado uma subespécie ou mesmo uma outra espécie do *Anacardium*.

O cajueiro comum possui folhas perenes, coreáceas, inteiras, simples e alternas, ramificações baixas e copa atingindo uma altura de 10 a 15 m (Johnson, 1974; Nambiar, 1977 e Soares, 1986) ou até 20 m (Corrêa, 1926) de altura, a depender de fatores genéticos e ambientais. O caule pode ser ereto ou tortuoso podendo ramificar-se ou não próximo ao solo (Corrêa, 1926; Gomes, 1976) apresentando tecido externo fendilhado com aspecto de rugosidade (Barros et al., 1984).

O cajueiro anão apresenta características botânicas, fisiológicas e agrônômicas que o diferenciam do cajueiro do tipo comum (Barros et al., 1984). Ele se caracteriza por apresentar porte reduzido com a altura da planta variando de 2,5 a 5,0 m e a copa compacta e homogênea, com diâmetro variando de 6,0 a 8,0 m (Barros et al., 1993). Sua precocidade propicia o florescimento dos 6 aos 18 meses, assim como possibilita a antecipação da emissão do fluxo reprodutivo em cerca de 30 dias antes do tipo comum (Pinheiro & Parente, 1977). O sistema radicular é constituído de uma raiz pivotante, com quatro a oito raízes laterais que crescem paralelamente à superfície do solo, alcançando a extensão de até o dobro da copa (Almeida, 1992). Quando propagado vegetativamente, o sistema radicular é constituído de 2 a 9 raízes pseudo pivotantes que atingem profundidade entre 1,40 a 2,50m e de 14 a 30 raízes laterais que crescem paralelamente à superfície do solo e que se concentram em 50% na área da projeção da copa (Almeida et al., 1992a, b e 1995a).

As folhas de ambos os tipos são simples, alternas, curto-pecioladas, ovadas, obtusas, onduladas, glabras, luzentes, nervadas nas duas faces, com o comprimento de 10 a 20 cm e largura de 6 a 12 cm (Gomes, 1976; Lima, 1988a; Morada, 1941). Tanto no tipo comum quanto no anão, as plantas são andromonóicas, isto é, possuem flores masculinas e andróginas, em proporções variáveis na mesma inflorescência. As flores estaminadas são mais numerosas que as bissexuadas, na proporção de 75% a 90% respectivamente, com variação conforme a época do ano, localização e características da planta (Northwood, 1966; Ascenso & Mota, 1972; Nambiar, 1977).

Os dois tipos de flores possuem a mesma estrutura: são pequenas, curto-pediceladas, pálidas, avermelhadas ou purpurinas e pentâmeras. A morfologia das flores andróginas favorece a polinização cruzada do cajueiro, mas a autopolinização pode ocorrer. O gineceu, nas flores masculinas, é reduzido a uma estrutura rudimentar e não funcional. A inflorescência é uma panícula

cônica, piramidal ou irregular (Ascenso & Mota, 1972; Johnson, 1974; Nambiar, 1977; Parente, 1981; Wait & Jamieson, 1986; Lima, 1988b). A flor possui cinco sépalas e cinco pétalas, ovário simples, 6 a 10 estames, sendo apenas um funcional. O ovário completa seu desenvolvimento 6 a 8 semanas após a polinização (Wait & Jamieson, 1986), sendo preso a um pedúnculo hipertrofiado, chamado pseudofruto. A castanha, fruto propriamente dito, é um aquênio reniforme, de 3 a 5 cm de comprimento e 2,5 a 3,5 cm de largura, pesando de 3 a 20 g, de cor castanha-escuro-lustrosa, aderido à extremidade do pseudofruto. As reservas são acumuladas nos cotilédones (Mitchell & Mori, 1987). Seu mesocarpo é espesso, alveolado, cheio de óleo viscoso, vermelho, acre e castiço; contém uma amêndoa rinóide no formato, de alto valor nutritivo (Medina, 1978; Mitchell & Mori, 1987). O pseudofruto é caroso, suculento, com elevado teor da vitamina C; apresenta uma casca fina de cor amarelada ou avermelhada, com 4,5 a 20 cm de comprimento e 3 a 12 cm de largura, com peso variando entre 15 a 650 g com médias entre 80 a 200 g (Medina, 1978; Lima, 1988a).

Comparando características produtivas do cajueiro anão com as do tipo comum, Barros et al. (1993) destacam alguns parâmetros relevantes, tais como: a) início de produção - 1º ano e 3º ano; b) produção econômica - a partir do 3º ano e do 8º ano; c) estabilidade de produção - 7º ano e 15º ano, e d) produtividade média possível - 1.300 kg/ha e 900 kg/ha, respectivamente

2.3 Principais solos cultivados com o cajueiro

Por ser ampla a área plantada com cajueiro no mundo, é possível encontrá-lo nos mais diferentes e contrastantes tipos de solos (Agnoloni & Giuliani, 1977) e, conforme Medina (1978), o cajueiro é uma planta de alta rusticidade e pouco exigente. Contudo, não prospera em solos pouco profundos,

demasiadamente argilosos, mal drenados, bem como nos excessivamente arenosos.

No Brasil, sua área de exploração está fortemente concentrada na região nordeste, notadamente, nos estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte que são os maiores produtores. No Ceará, a maior concentração dos cajueiros está localizada nas microrregiões litorâneas do Baixo Jaguaribe, Litoral de Camocim, Litoral de Pacajus e Uruburetama (Duque, 1980). Os solos destas microrregiões são arenosos, provenientes de material do terciário, pertencentes ao grupo barreiras e apresentam relevo plano e suave ondulado (SUDENE, 1973). Com base nos estudos pedológicos destas áreas, Ramos (1992) classificou os solos em onze unidades pedogenéticas que pertencem a cinco grandes grupos: Latossolo Amarelo, Latossolo Vermelho Amarelo, Plintossolos, Podzólico Vermelho Amarelo e Areias Quartzosas. As unidades que ocorrem com maiores frequências, e que correspondem às maiores áreas com maior potencial produtivo para o cultivo do cajueiro, são: Areias Quartzosas, Latossolo Vermelho Amarelo e Podzólico Vermelho Amarelo, todos distróficos (Ramos, 1988 e 1992; Crisóstomo, 1991). Estes solos geralmente são profundos, bem drenados e intensamente intemperizados (SUDENE, 1973). Com o pH variando de 4,5 a 6,5, não há necessidade, portanto, de correção com calcário; o teor de fósforo é muito baixo, não ultrapassando, em média, 4 ppm, e o potássio varia de 30 a 50 ppm (Agnoloni & Giuliani, 1977).

Segundo Ramos (1992), os solos cultivados com cajueiro têm as seguintes características: textura com predominância da fração areia, pequena capacidade de troca de cátions e pouca disponibilidade de nutrientes, mesmo com elevada saturação de bases. Esses aspectos ressaltam a necessidade da adição de fertilizantes e corretivos para suprir as exigências das culturas comerciais planejadas.

Os trabalhos de pesquisas sobre a nutrição mineral do cajueiro, além de serem escassos, encontram-se dispersos em investigações isoladas, muitas vezes com metodologia pouco detalhada.

O cajueiro é considerado uma planta pouco exigente no requerimento por nutrientes, sendo, por essa razão, frequentemente cultivado em solos de baixa fertilidade (Lefebvre, 1970; Falade, 1978; Sawke et al., 1985; Hanamashetti et al., 1985) e, algumas vezes, em solos com elevados teores de alumínio (Ramos, 1988; Silva, 1995).

Kumar et al. (1981), citados por Silva Filho (1999), consideraram que a natureza da alta segregação do cajueiro, bem como a heterogeneidade dos solos onde estão implantados seus pomares, são fatores que contribuem para uma considerável variação na composição mineral das plantas. A própria capacidade da planta de se desenvolver em ambientes bastante diversificados pode ser uma condição que dificulta uma correta estimativa de suas exigências nutricionais (Menom & Sulladmath, 1981, citados por Silva Filho, 1999). Além disso, em condições de campo e, particularmente, em solos de baixa fertilidade, as deficiências ocorrem em conjunto e se prolongam durante anos, alcançando níveis subletais que podem causar sintomas visuais indistintos, bem diferentes daqueles que caracterizam a carência nutricional em seu início (Latis & Chibiliti, 1988).

2.4 Importância do clima sobre a cultura do cajueiro

Varela (1978) afirma que o cajueiro apresenta grande rusticidade e muita resistência à seca. Porém, sabe-se que resistência à seca nem sempre é sinônimo de que a cultura seja produtiva e viável economicamente.

Para Medina (1978), o cajueiro apresenta um comportamento característico de clima tropical.

Nas últimas décadas, o cajueiro tem sido introduzido em diversas regiões do mundo, tendo em vista a importância comercial de seus produtos. Inúmeros países têm buscado a sua adaptação, dentro de uma ampla faixa de regime pluvial anual entre 500 a 4.000 mm (Nambiar, 1975; Johnson, 1974; Ohler, 1979; citados por Frota, 1988).

As melhores condições para o desenvolvimento do cajueiro são encontradas em regiões com pluviosidade anual entre 800 e 1.000 mm, porém, com uma estiagem acentuada de três a quatro meses, nos períodos de floração e frutificação (EPABA, 1984) ou a faixa entre 800 a 1.500mm anuais, distribuídos em 5 a 7 meses, como a mais adequada a seu cultivo (Ascenso, 1970; Parente et al., 1972; Ohler, 1979; Barros et al., 1984; Frota et al., 1985b; Frota, 1988). Almeida et al. (2000), estudando a correlação entre a produtividade de dois clones de cajueiro anão, com os fatores do clima, concluíram que ambos os clones concentram suas produções em oito meses do ano, no período em que as taxas de precipitação são as mais baixas. Detectaram também uma correlação negativa bem caracterizada entre o percentual de plantas em produção de um dos clones (CP 1001) e a precipitação.

Nos climas muito úmidos, o cajueiro não se desenvolve bem, produzindo pouco. Em condições de suprimento suficiente de água no solo, a cultura pode suportar longos períodos de baixa umidade relativa do ar. Ohler (1979) afirma que a cultura é tolerante a uma ampla faixa de umidade relativa. Nas principais regiões produtoras do Brasil, quando a umidade relativa é superior a 80%, por ocasião do período de florescimento e frutificação, torna-se bastante prejudicial, por favorecer doenças fúngicas, especialmente a antracnose, principal moléstia da cultura no país (Barros et al., 1984, citados por Frota, 1988). Almeida et al. (2000) observaram uma correlação negativa entre a umidade relativa do ar e as plantas em produção dos clones CP 076 e 1001. A umidade relativa ideal para o desenvolvimento da cultura do caju, segundo

Feitosa & Feitosa (1972), está entre 70% e 80%, ou em torno de 65% (Medina, 1978). Martins Junior (1993) constatou ser a umidade relativa do ar o fator climático que mais influência teve sobre o percentual de plantas em produção, na região onde foi realizado o experimento.

Quanto à temperatura, pouco se conhece de sua influência sobre o desenvolvimento e produção do cajueiro. Sabe-se que, por ser planta tropical, se adapta melhor em regime de altas temperaturas, sendo bastante sensível ao frio e a geada (Argles, 1976; Joubert & Thomas, 1965). A temperatura média tida como ideal para o seu desenvolvimento e frutificação, conforme Parente et al. (1972) e Frota et al. (1985b), é de 27 °C, suportando temperaturas acima de 30 °C. Porém, é sensível a temperaturas abaixo de 22 °C. De acordo com Martins Júnior (1993), ainda não há uma correlação significativa entre a temperatura e ou o desenvolvimento e produção dos clones CP 076 e 1001, já explorados comercialmente.

Quanto ao vento, embora ainda se conheça muito pouco sobre os limites de sua tolerância, Frota (1988) relatou que ele funciona como importante agente polinizador, uma vez que a cultura apresenta alta taxa de polinização cruzada. Porém, segundo Parente et al. (1972), o vento, quando muito intenso, pode determinar a queda de flores e frutos nos seus estágios iniciais de desenvolvimento. Agnoloni & Giuliani (1977) e Frota (1988) afirmam que ventos superiores a 7 m/s prejudicam a cultura. Entretanto, Martins Júnior (1993) não constatou correlação significativa entre a velocidade do vento e o desenvolvimento e produção de diferentes clones de cajueiro anão.

O autor determinou o coeficiente de correlação linear para os clones CP 076 e CP 1001, entre velocidade do vento (V), insolação (I), radiação solar (R), precipitação (P), e umidade relativa (U) com altura da planta (AP) e diâmetro médio da copa (DC). A correlação foi significativa em 25% dos casos entre velocidade do vento e altura da planta, velocidade do vento e diâmetro da copa,

insolação e altura da planta, insolação e diâmetro da copa, precipitação e altura da planta, precipitação e diâmetro da copa e 17% entre radiação e diâmetro da copa, umidade relativa e altura da planta e umidade relativa e diâmetro da copa. A correlação foi também significativa em 25% dos casos entre precipitação ou umidade relativa e plantas em floração, e entre umidade relativa e plantas em frutificação e em 33% dos casos entre precipitação e plantas em frutificação. Entre umidade relativa ou precipitação e plantas em produção os percentuais correspondentes foram de 17% e 42%, respectivamente.

Almeida et al. (1998b) também calcularam o coeficiente de correlação linear entre características de progênies dos clones CP 076 e 1001 e fatores climáticos. Concluíram que somente a insolação, a radiação solar e a precipitação pluviual correlacionaram-se mensalmente com a produção, sendo tal correlação positiva com os dois primeiros fatores climáticos e negativa com o terceiro.

2.5 Irrigação

A prática da irrigação que subentende também a utilização intensiva de insumos: mudas propagadas vegetativamente, adubação, controle de pragas, doenças, e de plantas invasoras, ou seja, são práticas com custos elevados, tanto no aspecto de aquisição como de aplicação. Para tais práticas tomarem-se viáveis, estimulando os produtores a realizarem os elevados investimentos requeridos, é necessário que as produtividades sejam compatíveis com o custo de produção.

Almeida & Martins Júnior (1985) levantaram a hipótese de que, se houvesse, permanente disponibilidade de água no solo para as plantas de caju, a produção seria contínua durante todo o ano ou, pelo menos, o período de produção seria substancialmente aumentado. As poucas informações obtidas da

reduzida experiência com o cultivo do cajueiro sob regime de irrigação mostram que essa prática poderá trazer uma significativa contribuição à exploração da cultura, notadamente para pequenos e médios produtores, que possam dispor de água.

Almeida (1986) afirma que o crescimento vegetativo, tanto qualitativo como quantitativo, ocorreu durante todos os meses de sua pesquisa; este crescimento vegetativo continuado, estimulado pela irrigação controlada e localizada na estação seca, conduziu ao desenvolvimento reprodutivo, também continuado por todo o período da pesquisa. Martins Júnior (1993), trabalhando com plantas enxertadas dos clones CP 076 e 1001, sob irrigação, verificou que as fenofases vegetativas e reprodutivas para ambos os clones mantiveram-se durante praticamente todo o experimento. Silva (1999) trabalhou com o clone CP 076 e um grupo de cinco diferentes clones. Observou uma taxa de 100% de crescimento vegetativo qualitativo e de queda de folhas, bem como um acentuado aumento dos períodos de floração e frutificação, evidenciando a influência da irrigação como um fator importante na manutenção quase contínua destas fenofases.

O comportamento das fenofases, quando as plantas são irrigadas, contraria o comportamento de crescimento intermitente destas, quando em regime de sequeiro, descrito por vários autores (Nambiar, 1975; Nair et al., 1979; Almeida & Martins Júnior, 1985; Frota, 1988). A mais importante consequência da alteração comportamental das fenofases vegetativas e reprodutivas dos cajueiros quando submetidos à irrigação, foi a obtenção de produtividades bastante expressivas. Martins Júnior (1993) observou que o clone CP 076, em condições de irrigação, produziu na sua estabilização, 2.579,3 kg de castanhas/ha e 21.849,0 kg de pedúnculos/ha, enquanto o clone CP 1001 produziu 4.618,9 kg de castanhas/ha e 37.737,0 kg de pedúnculos/ha. Essa produção, segundo o autor, é muito superior à produção média obtida com o

cultivo do cajueiro em sequeiro, reportada por Parente et al. (1991) e Ximenes (1995), que foi de 570 kg de castanha por hectare, em 1978, e 219 kg em 1988.

Segundo Prisco (1995), ao se alterar geneticamente o cajueiro, para que tome-se mais resistente à deficiência hídrica, não se consegue produtividade maior do que 1.000 kg/ha. Almeida et al. (1993) pesquisaram plantas enxertadas em um grupo de quatro clones de cajueiro anão, também em condições de irrigação localizada, com uma densidade populacional de 278 plantas/ha. Esses autores registraram, nos seis primeiros anos, uma produtividade acumulada de 8.775,6 kg/ha de castanhas e 77.307,7 kg/ha de pedúnculos. Almeida et al. (1998b), estudaram os aspectos da ecologia comparativa da produtividade de progênies dos clones CP 076 e 1001 do cajueiro anão, sob condições de irrigação localizada. Nos seis primeiros anos de vida das plantas, os autores observaram uma produtividade acumulada de castanhas e pedúnculos, respectivamente, de 4.992,6 kg e 42.950,7 kg/ha para a progênie do clone CP 076 e 5.227,0 e 32.034,1 Kg/ha para a progênie do clone CP 1001. Assim, Almeida et al. (2000), confirmam que a disponibilidade de água no solo durante todo o ano estimula a produção contínua de plantas enxertadas de cajueiro anão.

2.6 Fenologia do cajueiro

Existe, atualmente, um grande interesse por melhor conhecimento da fenologia das plantas. Isso ocorre notadamente nas culturas tropicais, menos estudadas, desenvolvendo-se e vivendo em ambientes bem diferentes daqueles existentes nos países desenvolvidos e, geralmente, em clima temperado. Esse melhor conhecimento das plantas tropicais e sua adaptação ao meio permitirão, inclusive, que os melhoristas tenham uma visão clara dos objetivos a serem atingidos na criação de variedades novas, produtivas não apenas em função de

condições ótimas, mas também em solos mais ácidos ou mais salinos, com menor disponibilidade hídrica ou temperaturas menos adequadas (Ferraz, 1987).

O habitat natural de uma planta determina características relativas ao seu desenvolvimento e produção e, quando ela é levada para outro ambiente, essas características podem ser modificadas. Por ambiente entende-se o conjunto das condições que cercam o ser vivo, que é relativamente complexo, composto de componentes externos atuantes e das próprias condições intrínsecas desse ser vivo. Por meio da fenologia, pode-se observar que o crescimento e o desenvolvimento de um organismo são resultantes da ação conjunta de três níveis de controle: intra, inter e extracelulares (Lucchesi, 1987).

Sabe-se que uma célula possui todas as informações genéticas necessárias para a regeneração de um novo indivíduo. Segundo Crocomo (1984), na procura de genes que governam a produtividade agrícola, têm sido identificados vários responsáveis pelos principais fenômenos bioquímicos: fotossíntese (aumentando sua eficiência), fixação biológica de nitrogênio (pesquisando novos organismos e aumentando sua eficiência em leguminosas), denitrificação (melhorando a fertilidade do solo e a qualidade da água), estresse fisiológico (tolerância a excesso de sais, seca e temperaturas extremas).

A interceptação da luz por uma superfície é influenciada pelo seu tamanho, forma, ângulo de inserção e orientação azimutal, separação vertical e arranjo horizontal, e pela absorção por estruturas não foliares (Yoshida, 1972). O ângulo foliar é um parâmetro importante na produção, folhas eretas são mais eficientes para a fotossíntese máxima, quando o índice de área foliar é grande.

O índice de área foliar (IAF), determinado pela relação entre a área foliar da planta e a área de solo disponível à planta, avalia a capacidade com que a parte aérea do vegetal (área foliar) ocupa a área de solo disponível àquele vegetal.

Dajoz (1972) compara as produtividades primária bruta e líquida e conclui que, em ecossistemas naturais, a respiração corresponde a, aproximadamente, 50% da produtividade bruta; em condições experimentais, a 38%, e em plantas no período de crescimento, a 12,5%. A média da produtividade bruta utilizada na respiração é de 30%.

Estudos mostraram que existem múltiplas e mútuas correlações entre células, tecidos e órgãos de um indivíduo. O crescimento e o desenvolvimento do vegetal são regulados pela interação entre o ambiente, e as substâncias químicas que fazem parte da própria constituição das células e os hormônios que, em pequenas concentrações, agem como catalisadores. Os principais grupos de hormônios vegetais conhecidos são as auxinas, as giberelinas, as citocininas, o etileno, os inibidores, além dos denominados co-fatores (proteínas, carboidratos, vitaminas e outros), que também participam da ação hormonal nos principais processos fisiológicos das plantas. O controle desses processos seria executado pela interação de todos eles (Lucchesi, 1987).

Dietrich (1979) comenta que, embora muitos estudos tenham sido executados para saber-se o mecanismo de ação dos reguladores e vários sítios de receptores tenham sido propostos, não se pode chegar a uma conclusão sobre o receptor primário de ação. Isto se deve à complexidade dos sistemas estudados e também às interações entre os diferentes reguladores e os diferentes processos metabólicos que ocorrem no interior da célula, os quais são desvinculados quando se procura estudar os sistemas isolados. Segundo o mesmo autor, é proposto que todos os reguladores têm ação sobre a expressão de determinados genes, alguns funcionando como repressores (inibidores) e outros como desrepressores (promotores) desses genes. Assim, em nível molecular, um gene regulador de alguma ação na planta pode ter reprimida essa ação através de inibidores, ou uma desrepressão através de promotores (incluindo a ação de cofatores).

Dessa maneira, o gene operador iria induzir genes estruturais e estes induziriam RNAs mensageiros que atuariam em enzimas, que iriam, por sua vez, agir reprimindo ou promovendo mecanismos. Segundo Lucchesi (1987), deve existir um balanço hormonal, o qual também sofre interferência dos fatores ambientais (principalmente da energia radiante e da temperatura), na modificação dos processos fisiológicos nos vegetais.

O controle extracelular ou ambiental atua por meio de elementos que podem afetar a morfologia, o crescimento e a reprodução da planta.

Ecologicamente, os fatores ambientais são compostos do biótopo (lugar onde há vida), ou meio físico: altitude, latitude, gases atmosféricos, nebulosidade, ventos, água, temperatura, energia radiante, posição geográfica, topografia e o material de origem do solo, os quais podem influenciar suas propriedades físicas (textura, estrutura, profundidade, permeabilidade) e as propriedades químicas (acidez, fertilidade, salinidade e o teor de matéria orgânica). Já os fatores do meio biológico (biocenose) seriam os organismos que poderiam afetar o vegetal, quais sejam os microorganismos, as pragas, as moléstias, outras plantas, outros animais e o próprio homem (Lucchesi, 1987).

Alvim (1962) divide os fatores ambientais que atuam sobre o crescimento e o desenvolvimento do vegetal, em fatores de influência indireta (latitude, altitude, precipitação, topografia, textura e estrutura do solo), e fatores de influência direta (radiação solar, fotoperíodo, temperatura, água, aeração e os minerais do solo). Cita também, os principais processos fisiológicos que são afetados (atividade fotossintética, crescimento, florescimento, balanço hídrico, respiração e absorção de minerais).

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, 1956 e Logman,

1969), comprimento do dia (Njoku, 1959 e 1964 e Alvim, 1973) e intensidade de radiação solar (Alvim, 1965).

A agricultura, entre todas as atividades econômicas, é a que apresenta maior dependência das condições climáticas. Essa dependência, sem considerar os efeitos externos, é responsável por 60 a 70% da variabilidade final da produção (Ortoloni & Camargo, 1987).

A cajucultura atual tomou-se uma atividade muito competitiva e o sucesso do cajucultor em obter lucros e continuar na atividade dependerá da aplicação prática do conceito da produtividade máxima econômica. Para tanto, é fundamental conhecer o papel dos vários fatores envolvidos na produção agrícola, suas interações, tomando-se de vital importância pesquisas que objetivem alargar os poucos conhecimentos sobre a ecologia da produção do cajueiro.

Uma planta de interesse econômico, como o cajueiro durante o seu ciclo, apresenta diferentes períodos de crescimento. Conseqüentemente, é de fundamental importância o conhecimento dos principais fatores externos e relativos à própria planta, que poderiam afetar cada uma dessas fases.

O cajueiro apresenta oscilações periódicas acentuadas em diferentes fases de seu desenvolvimento, crescimento e reprodução, as quais demonstram ser controladas, em larga escala, por fatores climáticos (Parente, 1981; Almeida & Martins Júnior, 1985; Frota et al., 1985a; Martins Júnior, 1993; Silva, 1999 e Almeida et al., 2000).

Dentre os inúmeros fatores ambientais que afetam a cultura do cajueiro e de acordo com estudos já realizados sobre a sua ecologia, comentar-se-ão, a seguir, os mais importantes.

2.6.1 Crescimento do cajueiro

O crescimento do cajueiro divide-se em crescimento vegetativo quantitativo (aumento da altura e envergadura ou diâmetro médio da copa) e crescimento vegetativo qualitativo (emissão de novos ramos).

O cajueiro caracteriza-se por apresentar crescimento intermitente, cuja periodicidade pode manifestar-se em diferentes níveis de intensidade nas diversas fases do crescimento e desenvolvimento da planta (Frota, 1988).

2.6.1.1 Crescimento vegetativo quantitativo

Barros (1988) afirma que o cajueiro anão apresenta altura e envergadura média inferiores ao cajueiro comum. Isso porque seu potencial genético permite que as plantas atinjam alturas médias em torno de 4,5 m, desde que as condições do ambiente sejam favoráveis. Já o cajueiro comum pode chegar a 10-12 metros na idade adulta e, em muitos casos, atingindo valores bem superiores. No que se refere à envergadura, o cajueiro anão normalmente encontrado em regiões de dispersão apresenta uma média abaixo de 4 metros enquanto que os cajueiros do tipo comum a envergadura média, em pomares comerciais, situa-se acima de 10m. Em plantas isoladas, essa envergadura média pode atingir valores bem mais elevados, sendo comum a ocorrência de plantas com copas frondosas e envergadura com 15 a 20 m.

Dessa forma, esta característica do cajueiro anão é de inestimável valor para sua exploração racional, uma vez que facilita a colheita e os tratos culturais, bem mais difíceis no cajueiro do tipo comum.

Meneses Junior (1991) e Meneses Junior et al. (1992), em um experimento de adubação com cajueiro anão oriundo de sementes, afirmam que o parâmetro relativo ao crescimento apresenta alta variabilidade, descartando a

possibilidade de uma análise inferencial. Este comportamento pode ser atribuído, principalmente, ao efeito de heterozigose, que se manifesta amplamente em pomares de cajueiros implantados por sementes. Não obstante, foi afirmado pelos mesmos autores que os tratamentos com aplicação de NPK apresentou, em média, maior incremento no crescimento da altura e envergadura de planta que em relação às testemunhas. Martins Júnior (1993) concluiu que, sob condições de irrigação, os clones de cajueiro por ele estudados apresentaram crescimento contínuo em altura e envergadura, até atingirem a estabilização no sexto ano de vida das plantas. Silva (1999) constatou que, sob condições de irrigação, os incrementos médios da altura das plantas do clone CP 076, determinados no final de cada ano foram de 97 cm no primeiro ano, 115 cm no segundo ano, 30 cm no terceiro ano, 47 cm no quarto ano, 58 cm no quinto ano e nulo no sexto ano. Os valores respectivos para o clone Coquetel foram 119 cm, 81 cm, 29 cm, 17 cm, 42 cm e 32 cm.

Martins Júnioir (1993) relata que, para o clone CP 076, a altura ficou estabilizada em torno 330 cm, enquanto que, para o clone CP 1001, em torno de 415 cm. Para as progênies dos mesmos clones, Almeida et al. (1995b) obtiveram alturas máximas estabilizadas, aos seis anos de vida em torno de 473 cm para a progênie do clone CP 076 e 505 cm para a progênie do clone CP 1001. Estudando a envergadura dos clones CP 076 e 1001, Martins Júnior (1993) observou, respectivamente, valores máximos de 775 e 850 cm. Para a envergadura das progênies dos clones CP 1001 e 076, Almeida et al. (1995b) obtiveram valores de 790 e 710 cm, respectivamente. Silva (1999) relatou que o diâmetro médio da copa ou envergadura atingiu os valores máximos de 740 e 760 cm para os clones CP 076 e Coquetel, respectivamente.

2.6.1.2 Crescimento vegetativo qualitativo e queda de folhas (fluxo foliar)

Observações realizadas na Índia e Filipinas indicam a ocorrência de 2 a 3 fluxos de crescimento por ano, os quais foram associados com o término de período de alta pluviosidade (Nambiar, 1975; Nair et al., 1979). Frota (1988) afirma que o cajueiro, no estado do Ceará, apresenta uma aparente fase de repouso vegetativo de janeiro a abril, coincidindo com o período de maior concentração de chuvas. 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, logo após o período de maiores precipitações, quando a disponibilidade de água no solo é, ainda, presumivelmente favorável ao crescimento. O outro fluxo, pouco expressivo, ocorre freqüentemente em novembro, após as chuvas esparsas, comuns nesse período do ano.

Para Almeida (1982) e Almeida & Martins Júnior (1985), o crescimento do cajueiro em termos de distribuição mensal é muito variável. Isso porque cresce ativamente numa dependência quase exclusiva da precipitação e da radiação solar, conjuntamente, ou seja, o crescimento é mais ativo nas épocas de baixa precipitação com altas radiações.

O cajueiro anão é mais precoce, em relação ao crescimento vegetativo, do que o comum. O fato foi comprovado em estudos realizados por Parente (1981), que observou uma antecipação do início do fluxo foliar do anão, em relação ao comum, embora havendo coincidência no período de pico.

A queda de folhas nos trópicos tende a ser mais contínua durante o ano. Apesar disso, consideráveis variações do fenômeno podem ser observadas, as quais são freqüentemente associadas a fatores do ambiente, notadamente comprimento do dia e deficiência hídrica (Kozlowski, 1973; Alvim, 1973).

A distribuição sazonal das chuvas é o fator do ambiente mais comumente associado com a queda de folhas no trópico (Kozlowski, 1973; Frankie et al., 1974; Alencar et al., 1978; Almeida, 1982, Almeida & Martins Júnior, 1985).

Um hábito de queda de folhas freqüente nos trópicos é apresentado por diversas espécies que perdem as folhas em períodos associados com o aparecimento de nova folhagem. A queda de folha pode preceder, coincidir ou ocorrer imediatamente após o início da estação de crescimento, muito freqüente após o advento das chuvas (Alvim, 1965 e Addicot & Lyon, 1973).

Embora se observe queda foliar no cajueiro ao longo de todo o ano (queda lenta), esta só intensifica aproximadamente um mês após o pico de precipitação, que ocorre durante os seis primeiros meses do ano ou estação chuvosa. É importante salientar que esta fenofase sempre é seguida pelo crescimento ativo da planta (Almeida, 1982; Almeida & Martins Júnior, 1985).

Frota (1988) afirma que no cajueiro comum a queda de folhas ocorre durante todo o ano, mas aumenta acentuadamente a partir de maio, logo após as chuvas mais intensas e atinge o pico entre junho e agosto. Este pico corresponde, freqüentemente, ao período de maior brotação de gemas. O cajueiro anão comporta-se diferentemente do cajueiro comum, no tocante ao início de queda das folhas que caracteriza o começo do fluxo de crescimento. O cajueiro anão inicia o período de queda de folhas mais cedo que no cajueiro comum, além de ser mais amplo o período de maior intensidade. O pico da queda de folhas no cajueiro anão ocorre, normalmente, em junho, enquanto no tipo comum, em agosto (Parente, 1981).

Martins Júnior (1993) trabalhou com dois clones enxertados de cajueiro anão, sob regime de irrigação. Constatou que o fluxo foliar ocorreu continuamente durante todo o experimento, mostrando os mesmos índices para

ambos os clones, no que se refere às proporções de plantas com queda de folhas e em crescimento vegetativo qualitativo.

Resultados semelhantes foram obtidos também por Almeida et al. (1995b) e Silva (1999). Eles observaram que a estabilização de 100% na taxa de queda foliar pode ser explicada em função de fatores endógenos provavelmente hormonais. Addicott & Lyon (1973) sugerem que mudanças nos gradientes hormonais constituem-se fatores determinantes da queda de folhas, não existindo correlação desta característica com fatores climáticos.

As discordâncias entre Almeida (1982), Frota (1988), Almeida & Martins Júnior (1984) e o apresentado nos demais trabalhos anteriormente relatados, no que se refere à queda de folhas, podem estar associadas à irrigação. A irrigação propiciaria condições ao crescimento vegetativo contínuo, sendo um fator importante na manutenção quase constante de uma taxa de 100% de crescimento vegetativo qualitativo e de queda de folhas.

2.6.2 Fatores climáticos que afetam a produção da cultura do cajueiro

O potencial climático para produção agrícola é condicionado principalmente pela precipitação, disponibilidade hídrica, radiação solar e pelo regime térmico resultante do balanço energético. A umidade do ar, a insolação e o vento são variáveis complementares importantes, tanto na caracterização epifitológica, quanto no regime de consumo de água pelas plantas (Ortoloni & Camargo, 1987).

Sendo o cajueiro originário provavelmente do Nordeste do Brasil, possui capacidade adaptativa às condições de clima da região. Entretanto, a exploração racional e econômica de uma espécie, notadamente perene, não deve ser confundida com a sua capacidade de sobrevivência, por ocasião da escolha de áreas para plantio. É indispensável levar-se em consideração alguns aspectos de

clima e solo, em primeiro lugar, além dos aspectos puramente agronômicos (Barros et al., 1984). A deficiência de estudos básicos com a cultura, correlacionando dados de elementos de clima com o desenvolvimento e produção, favorece a implantação de plantios em áreas inaptas ou de potencial limitado.

2.6.2.1 Fator umidade

Existem limites ótimos de umidade para o desenvolvimento das plantas. A retirada da água pelo sistema radicular da planta pressupõe que no equilíbrio hídrico do sistema solo-planta-atmosfera reside um dos principais problemas da agricultura.

A água em excesso no ambiente altera processos químicos e biológicos, limitando a quantidade de oxigênio e acelerando a formação de compostos tóxicos à raiz ou, ainda, propiciando clima favorável ao desenvolvimento de patógenos nocivos nas folhas, flores e frutos.

Embora importantes, os excedentes hídricos não apresentam a mesma ordem de grandeza de problemas quando comparados à seca. A deficiência hídrica, que se caracteriza por diferentes formas e intensidades, corresponde à causa principal de decréscimos de produtividade (Ortolani & Camargo, 1987). Santos Filho (1984) relata que as alterações nas respostas fisiológicas ocorrem antes que os sintomas possam ser percebidos. A deficiência hídrica provoca alterações cuja irreversibilidade no comportamento vegetal depende do genótipo, da duração do estresse, do estágio de desenvolvimento e da história prévia ao estresse.

Ortolani & Camargo (1987) mencionam que os avanços das investigações sobre relações hídricas no sistema solo-planta-atmosfera estão

bastante associados ao desenvolvimento de equipamentos e técnicas que permitam a evolução metodológica.

As pesquisas com o cajueiro nesta importante área encontram-se, ainda, em estágio bastante incipiente, limitando-se apenas a procurar entender as respostas fenológicas das plantas às variações cíclicas da disponibilidade de umidade no ambiente. Tal estágio de desenvolvimento das pesquisas deve-se, em parte, à indisponibilidade de recursos para o aperfeiçoamento de técnicas e de equipamentos que permitam investigações mais detalhadas sobre relações hídricas. Isso, principalmente, no que concerne a estudos das reações hídricas intra e intercelulares e, também, à medida “in situ” do potencial da água nas folhas e no solo.

2.6.2.1.1 Precipitação e os eventos periódicos do cajueiro

O cajueiro foi levado para diferentes regiões do mundo, caracterizadas por diferentes tipos climáticos classificados por Kopen, como: AF, AM, AW, BSL e BWL. Em termos comparativos, todos esses tipos de clima encontram-se no Brasil, dentro da região da qual o cajueiro é nativo. O clima AW, caracterizado por uma estação seca definida, predomina nas áreas mais vastas, tanto no Brasil como em outros países para onde o cajueiro foi levado (Johnson, 1974).

Tem sido buscada a adaptação do cajueiro dentro de uma ampla faixa de regime pluvial, cujos totais pluviométricos anuais podem variar de 500 a 4000 mm (Nambiar, 1975; Johnson 1974; Ohler, 1979). A faixa de 800 mm a 1.500 mm de precipitação, anual, distribuída em 5 a 7 meses, é considerada a mais adequada ao cultivo do cajueiro (Ascenso, 1970).

O cajueiro necessita de uma estação seca para frutificar normalmente, pois a diferenciação floral ocorre quase sempre no final da estação chuvosa e o

florescimento se processa durante os meses secos. Nas regiões com precipitações abundantes e regularmente distribuídas ao longo do ano, a cultura apresenta exuberante desenvolvimento vegetativo, mas, com reduzida floração e frutificação. A ocorrência de chuvas durante o período de floração condiciona maior ou menor ataque de pragas e doenças, dependendo da magnitude e persistência das mesmas. As plantas de caju podem apresentar resistência à seca, desde que sob condições de solos profundos e de boa retenção de umidade. Em solos rasos, onde o sistema radicular é superficial, a planta pode sofrer bastante quando as precipitações são inferiores a 800 mm. Foi constatado que o cajueiro apresenta acentuada periodicidade, onde a distribuição das chuvas e variação da insolação parecem influenciar no comportamento das suas fenofases. Uma fase de aparente repouso vegetativo coincide com o período chuvoso e sendo seguida por intensa queda de folhas e fluxo foliar. A floração e frutificação ocorrem na estação seca quando a nebulosidade é baixa e as precipitações são pouco significativas (Frota, 1988).

Martins Júnior (1993) estudou a correlação entre a precipitação e as fenofases dos clones de cajueiro anão, CP 076 e 1001, quando submetidos a um regime de irrigação localizada. Constatou que a precipitação apresentou correlação negativa significativa, apenas para o clone CP 1001 nas fenofases floração, frutificação e plantas em produção, não apresentando correlação significativa com o clone CP 076 em nenhuma de suas fenofases. Outros autores, como Silva (1993), Almeida et al. (1995b) e Silva (1999), também estudando a correlação entre a precipitação e as fenofases de clones ou progênies de cajueiro anão, CP 076 e 1001, observaram comportamento semelhante ao descrito acima para o clone CP 1001. O comportamento do clone CP 076 descrito por Martins Júnior (1993), com relação às fenofases estudadas, contraria o modelo de comportamento sugerido por alguns autores, entre os quais Dasarathi (1958), citado por Frota (1988); Nambiar (1975); Parente (1981);

Almeida (1982) e Almeida & Martins Júnior (1984), que descreveram a evolução das fenofases do cajueiro, se dando em ciclos sucessivos, regidos por fatores climáticos, principalmente a precipitação. Já o comportamento do clone CP 1001, descrito por Martins Júnior (1993), e o comportamento observado para ambos os clones ou progênies estudados por Silva (1993), Almeida et al. (1995b) e Silva (1999) se adaptam muito bem ao modelo sugerido por estes autores nas fenofases floração, frutificação e plantas em produção, fugindo ao comportamento sugerido pelo modelo, nas demais fenofases. Este comportamento pode ser explicado pelo fato de que, durante todo o experimento, as plantas foram irrigadas nos períodos de estiagem e de baixa precipitação. Resta-nos esclarecer por qual razão as plantas do cajueiro, quando irrigadas, respondem negativamente à precipitação, principalmente no que concerne às fenofases relacionadas com a reprodução.

2.6.2.1.2 Umidade relativa do ar e os eventos periódicos do cajueiro

A cultura do cajueiro comporta-se melhor em regiões de umidade relativa entre 70 e 80%, características das zonas litorâneas, regiões onde há maior ocorrência da cultura. Quando em regiões não litorâneas, desenvolve-se melhor em zonas mais úmidas (Parente et al., 1972).

Nas principais regiões produtoras do Brasil, quando a umidade relativa é superior a 80% por ocasião do período de florescimento, torna-se bastante prejudicial, por favorecer as doenças fúngicas, especialmente a antracnose (Barros et al., 1984).

Em condições de suficiente suprimento de água no solo, a cultura pode suportar longos períodos de baixa umidade relativa do ar. Embora não existam dados que configurem exatamente as condições ótimas, pode-se, todavia, afirmar qual a cultura é tolerante em uma ampla faixa de umidade do ar (Ohler, 1979).

Martins Júnior (1993) estudou a correlação entre a umidade relativa do ar e várias fenofases dos clones, CP 076 e 1001, quando submetidos a um regime de irrigação localizada. Constatou que houve uma tendência de correlação negativa entre este fator climático e a floração do segundo clone, apresentando, por outro lado, uma definida correlação negativa significativa com a sua frutificação. Ficou demonstrado que a umidade relativa foi o fator climático que mais influenciou nos percentuais de plantas em produção, mostrando uma correlação negativa significativa com os dois clones. Almeida et al. (1998b) estudaram a correlação entre a umidade relativa e parâmetros de reprodução de progênies dos clones CP 076 e 1001. Verificaram os autores que, para plantas em floração e em frutificação de ambos os clones, as correlações foram predominantemente significativas e negativas. Silva (1999) concluiu que a umidade relativa do ar correlaciona-se negativa e significativamente com a maioria dos parâmetros estudados. Mas, adverte que é possível, também, que algumas correlações significativas negativas encontradas entre a umidade relativa e as fenofases relacionadas à reprodução estejam associadas com o fato do cajueiro produzir a maior parte de seus frutos (70%) em dois a cinco meses, geralmente a partir de setembro ou outubro. Nesta época, a precipitação pluvial é bem menor, às vezes nula, o que explicaria as correlações negativas. Realmente, é durante o período chuvoso que a umidade relativa tende a ser maior e, como já discutido, quando o cajueiro praticamente não produz.

2.6.2.1.3. A evapotranspiração e os eventos periódicos do cajueiro

Para entender a ação do fator umidade no clima de uma região, não bastam somente os dados de precipitação pluvial. Além deste elemento, que representa a transferência de água da atmosfera para o solo, é preciso conhecer também o elemento oposto, a evapotranspiração potencial, ou seja, as perdas de

água para a atmosfera, conjuntamente pela evaporação do solo e pela transpiração vegetal (Camargo, 1962; Ortoloni & Camargo, 1987).

A correlação entre a evapotranspiração e os fenômenos periódicos do cajueiro é um dos estudos que menos atenção tem recebido dos pesquisadores envolvidos com esta cultura. Neste trabalho buscou-se observar a importância da evapotranspiração sobre o comportamento da cultura sob condições de irrigação.

2.6.2.2 Radiação solar, insolação e temperatura do ar

A distribuição da intensidade estacional da energia solar sobre o globo terrestre constitui a causa principal de todos os fenômenos meteorológicos, pois intervém parcial ou totalmente na origem e no desenvolvimento dos demais fatores do meio. A radiação solar intervém diretamente sobre o crescimento e o desenvolvimento da planta e indiretamente pelos efeitos no regime térmico, sendo fundamental a reprodução de biomassa. É igualmente importante no condicionamento da evaporação e da evapotranspiração (Omm, 1982).

Machado (1985), citado por Bernardes (1987), menciona que as plantas são transformadoras primárias de energia solar através da fotossíntese, sendo sua eficiência fator determinante da produtividade agrícola. A eficiência da fotossíntese pode ser determinada em termos de conversão da energia solar ou em fitomassa total ou em produtos úteis. A eficiência fotossintética de conversão da radiação fotossinteticamente ativa (RFA de 400 a 700 nm) das culturas é baixa, não atingindo 1% para a maioria das espécies. Investigações fisiológicas e genéticas da produtividade das plantas mostram que a produtividade potencial ainda não foi atingida inteiramente. O primeiro fator a ser citado como limitante da produtividade é a fotossíntese, cuja eficiência é extremamente baixa. Ainda que ganhos de produtividade das culturas tenham sido conseguidos pelo

aumento da área foliar, por mudanças na relação de biomassa vegetativa e reprodutiva, além de outras propriedades morfológicas, é bastante evidente que as pesquisas de melhoramento de plantas não foram dirigidas para o aperfeiçoamento do aparato fotossintético (Nasyrov, 1978). A experiência mundial mostra que as possibilidades de incrementos de produção pela melhor utilização de água, nutrientes, energia luminosa e outros fatores estão relacionadas com a otimização da estrutura da copa e com o aperfeiçoamento do aparato fotossintético em bases genéticas e fisiológicas (Bernardes, 1987).

A produtividade da planta é resultado de processos e de reações complexas e diversas que ocorrem na ontogênese sob influência das condições externas (Nasyrov, 1978). Assim sendo, a produtividade final da cultura depende da quantidade de energia incidente, quantidade de energia interceptada e absorvida (excitação eletrônica), quantidade de energia convertida (fixação de CO₂), quantidade de energia transportada para as partes úteis da planta (partição de assimilados) e metabolismo nas partes úteis da planta (eficiência na utilização).

O primeiro fator depende quase que exclusivamente das condições de insolação, sendo manejado, no campo, por sombreamento, ou em laboratório, por filtração ou iluminação controlada. Os demais fatores podem ser manipulados geneticamente e por manejo cultural (Bernardes, 1987).

A energia contida no meio pode ser expressa pela temperatura do ar e é resultado do balanço energético que aí se estabelece. As temperaturas do ar e do solo afetam os processos de crescimento e de desenvolvimento das plantas. Cada germoplasma possui seus limites térmicos mínimos, máximos e ótimos, para cada estágio fenológico.

A ação da temperatura no vegetal exerce, portanto, grande influência na produção final. Isso porque pode afetar todas as fases e os processos fisiológicos, como a germinação, o crescimento, a floração, a frutificação, os

processos de fotossíntese e de respiração, a transpiração, as atividades enzimáticas, a permeabilidade das membranas celulares, a absorção de água e de nutrientes e a própria velocidade das reações químicas, podendo induzir precocidade ou retardar a produção final (Lucchesi, 1987).

A expansão da agricultura e a introdução de espécies tropicais em latitudes elevadas, entre elas o cajueiro, condicionam um crescimento dos efeitos negativos de radiação, insolação e temperaturas baixas em várias culturas tropicais (Ortoloni, 1986).

As pesquisas sobre o comportamento ecofisiológico do cajueiro, por se encontrarem num estágio ainda muito preliminar, têm se limitado a tentar entender as respostas fenológicas do cajueiro aos estímulos proporcionados pela variação dos fatores climáticos aqui estudados. Elas não chegaram ainda ao estágio de tentar conhecer a capacidade de sua copa em interceptar e absorver a energia incidente, nem a influência desses fatores sobre a eficiência fotossintética ou respiratória, ou em que proporção se dá a partição de assimilados entre as partes úteis da planta e a sua eficiência na utilização dos recursos.

2.6.2.2.1 A radiação solar e os eventos periódicos do cajueiro

Almeida & Martins Júnior (1984), que trabalharam com cajueiros comuns surgidos espontaneamente, sob condições de sequeiro, afirmam que o crescimento vegetativo ativo ocorre numa dependência conjunta da precipitação e radiação solar. Martins Júnior (1993), que trabalhou com clones enxertados de cajueiro anão sob condições de irrigação, constatou que os coeficientes de correlação obtidos não revelam claramente uma tendência de ação sobre o crescimento da copa, crescimento vegetativo qualitativo e queda de folhas. Isso levou-o a concluir que este fator climático está dentro da faixa que favorece o

ótimo desenvolvimento da cultura, fazendo-se supor que a influência deste fator no crescimento e fluxo foliar de ambos os clones não é muito importante para a região quando as plantas são irrigadas. O mesmo autor cruzou os dados sobre radiação obtidos no transcorrer do experimento com as taxas de plantas em floração registradas no mesmo período para os dois clones, para a obtenção do fator de correlação. Ele constatou que o clone CP 076 não apresentou correlação entre as variações da radiação e os percentuais de plantas em floração anotadas no decorrer do experimento. As plantas do clone CP1001, por sua vez, apresentaram ligeira tendência de correlação positiva dos percentuais de plantas em floração com esse fator climático. Almeida et al. (2000), estudando a correlação entre os fatores climáticos e as fenofases relacionadas à produção, em clones de cajueiro anão também sob condições de irrigação, não obtiveram correlação significativa entre radiação solar e estas fenofases.

2.6.2.2.2 A insolação e os eventos periódicos do cajueiro

A insolação requerida para o desenvolvimento e produção satisfatória da cultura situa-se entre 1.500 e 2.000 horas/ano (Milheiro & Evaristo, 1994). Estudo realizado por esses autores em Pacajus, no litoral do Ceará, demonstrou que a variação da insolação influi na acentuada periodicidade apresentada pelo cajueiro. A floração e frutificação ocorrem na estação seca, quando a insolação é mais alta e a nebulosidade é baixa.

Martins Júnior (1993) avaliou durante um período de seis anos, a correlação entre insolação, que variou de 2.252,2 a 3.030,7 horas/ano e as fenofases vegetativas e reprodutivas de dois clones de cajueiro anão, cultivados sob condições de irrigação. Esse autor constatou que as correlações obtidas entre as fenofases relacionadas ao crescimento da copa, fluxo foliar e insolação não mostraram claramente uma tendência definida. Elas apresentaram valores baixos

e com alternância de sinais. Em alguns anos a correlação tem tendência positiva e em outros anos a correlação tem tendência negativa. Supõe-se assim, que a influência desse fator no crescimento de ambos os clones não é muito importante para a região quando as plantas são irrigadas.

Martins Júnior (1993) comparou os dados sobre insolação obtidos no transcorrer do experimento, com as taxas de plantas em floração, plantas em frutificação e plantas em produção, registradas para os dois clones no mesmo período, para a obtenção do fator de correlação. Constatou que o clone 076 não apresentou correlação significativa entre estas fenofases e a insolação. As plantas do clone 1001, por sua vez, apresentaram ligeira tendência de correlação positiva entre essas fenofases e o fator climático insolação. Conclui, porém, que as correlações positivas obtidas são resultantes muito mais da diminuição da precipitação e de umidade relativa do ar, do que da variação do fator climático insolação. Outros pesquisadores (Silva, 1993; Almeida et al., 1998b e Silva, 1999) mostraram que as correlações entre a insolação e fenofases de plantas de cajueiro anão foram totalmente positivas e predominantemente significativas.

2.6.2.2.3 A temperatura e os eventos periódicos do cajueiro

O cajueiro, planta de clima tropical, exige, para seu desenvolvimento, regime de altas temperaturas. Contudo, são pouco conhecidas as reações do cajueiro aos efeitos desse fator (Argles, 1976).

A cultura se adapta às elevadas temperaturas tropicais, tendo como faixa viável, 16°C a 38°C, embora os requerimentos ideais estejam entre 22° a 32°C. A temperatura média ideal para o seu desenvolvimento e frutificação normais é de 27°C, suportando valores acima de 30°C. Porém, é sensível à temperatura abaixo de 22°C, em média, pois temperatura baixa tem mostrado que afeta a

produção quando ocorrem no período de floração e frutificação (Parente et al., 1972; Frota et al., 1985b)

Martins Júnior (1993) trabalhou com os clones CP076 e 1001, correlacionando, por um período de seis anos, a temperatura com as diversas fenofases do cajueiro. Constatou que as fenofases das plantas em crescimento quantitativo de ambos os clones, das plantas em floração, em frutificação e em produção do clone CP 1001 apresentaram uma tendência de correlação positiva com a temperatura. Já as demais fenofases não mostraram uma tendência de correlação definida com esta fenofase. Em estudos similares conduzidos por Almeida et al. (1998b) e Silva (1999), ficou constatado que, durante o período em que se desenvolveram os experimentos, foi pequena, ou quase nula, a influência da temperatura do ar nas características avaliadas nas plantas por eles estudadas.

2.6.2.3 A velocidade dos ventos e os eventos periódicos do cajueiro

O vento funciona como importante agente polinizador do cajueiro, uma vez que a cultura apresenta alta taxa de polinização cruzada. Embora os limites de tolerância não estejam bem estudados, ventos demasiadamente fortes são prejudiciais à cultura, uma vez que provocam a queda de flores, bem como o tombamento de plantas jovens. Agnoloni & Giuliani (1977) afirmam que os ventos superiores a 7m/seg prejudicam a cultura. Silva (1999), trabalhando com um grupo de clones, encontrou correlações predominantemente significativas e positivas entre a velocidade do vento e as diversas fenofases do cajueiro. Tais resultados concordam com os encontrados por Almeida et al. (1998b), trabalhando com progênies dos clones CP 076 e 1001. Porém, divergem em alguns aspectos com o que foi observado por Martins Júnior (1993), que não constatou qualquer correlação entre a velocidade dos ventos e as fenofases do

clone CP 076. Ele só constatou correlação positiva para as fenofases de plantas em floração, em frutificação e em produção do clone CP 1001.

2.7 Produção do cajueiro

A produção mundial de castanha de caju apresentou considerável expansão a partir da 2ª Guerra Mundial. No Brasil, o incremento da produção decorreu da evolução de uma exploração extrativa de autoconsumo, para plantios organizados de cajueiros. Segundo o IBGE (1986), de 1968 a 1984, a produção brasileira de caju cresceu 4,3 vezes.

A partir das características disponíveis, constata-se que o crescimento da área colhida tem sido o fator determinante do aumento da produção de caju. Isso porque, não havendo melhoria tecnológica, a produção cresce em função do aumento da área (França, 1988).

No Brasil a cajucultura ocupa uma área de 650 mil hectares (Parente et al., 1993; Leite, 1994). Na realidade, de acordo com SINDICAJU (1995), a produtividade vem caindo assustadoramente, alcançando patamares insignificantes, com valores abaixo de 200 kg de castanhas/ha. O Grupo de Coordenação de Estatística Agropecuária (CGEA) do SINCAJU, em O DIÁRIO DO NORDESTE (1996), estimou para a safra 95/96 uma produtividade de 266,6 kg/ha, em um ano normal de chuvas e bem distribuídas. Segundo Mendes (2000), a produção da safra de castanhas foi de 200 a 250 mil toneladas. A baixa qualidade do material cultivado, na sua quase totalidade cajueiro comum propagado via semínifera, bem como o desconhecimento das qualidades das plantas matrizes e polinizadoras, quando da obtenção de sementes para o plantio, têm acarretado pomares bastante desuniformes tanto nos aspectos morfológicos quanto fisiológicos. Isso resulta, conseqüentemente, em grande variação para o

principal caráter agrônômico, que é a produção, com valores médios muito abaixo do potencial da espécie.

2.7.1 A capacidade produtiva do cajueiro

A capacidade produtiva do cajueiro comum é muito variável, encontrando-se plantas que produzem menos de 1 kg até plantas que produzem mais de 100 kg de castanhas/safra/planta. A capacidade produtiva do cajueiro anão é menor, tendo sido de 43 kg de castanhas/safra/planta a produtividade máxima registrada (Barros, 1988).

Em razão do inexistente ou do baixo grau de utilização de tratamentos culturais e da reduzida oferta de material genético de boa qualidade, a evolução da produtividade dos cajueiros vem se mantendo estável. Ela oscila em função das condições edafoclimáticas e da ocorrência ou não de pragas e doenças, nunca em função de avanços tecnológicos (França, 1988).

O principal tipo de cajueiro atualmente cultivado no Brasil é o cajueiro comum, cujo rendimento médio nas últimas décadas vem diminuindo (Pimentel et al., 1993). A principal causa dessa baixa produtividade é a implantação de grandes pomares com sementes de baixa qualidade genética. Conforme Crisóstomo et al. (1989), para esse tipo de cajueiro, nenhuma variedade, população ou clone foi desenvolvido pelas instituições que pesquisam o cajueiro. A política de expansão da fronteira agrícola, via reflorestamento, gerou uma cajucultura de rentabilidade econômica inferior ao esperado pelos projetos, que previam rendimentos de 800 kg de castanha por hectare por ano, na fase de estabilização da cultura.

Perspectivas promissoras, no que concerne ao aumento de produtividade, por meio da utilização de material genético superior, traduzem-se nos resultados de pesquisas com clones de cajueiro anão. Tais resultados vêm

revelando produtividades bastante elevadas quando comparadas com as produtividades obtidas nos plantios comerciais atualmente explorados.

Os primeiros clones, CPs 06, 09, 076 e 1001, foram lançados entre os anos de 1983 a 1987 pela Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará (EPACE), tendo como característica a elevada produtividade média possível, de 1.300 kg/ha (Almeida et al., 1993). Almeida (1992) e Almeida et al. (1993), trabalharam com plantas enxertadas de cajueiro anão, sob condições de irrigação localizada. Esses autores registraram, no momento de sua estabilidade de produção, ou seja, no seu sexto ano de vida, 3.224,8 kg/há de castanhas e 26.097,5 kg/ha de pedúnculos.

Almeida et al. (1998b) estudaram os aspectos da ecologia comparativa da produtividade de progênies dos clones CP 076 e 1001. Registraram, nos seis primeiros anos de vida das plantas, uma produtividade acumulada de castanhas e pedúnculos, respectivamente, de 4.992,6 kg/ha e 42.950,7 kg/ha para a progênie do clone CP 076 e 5.227,0 kg/ha e 32.034,1 kg/ha para a progênie do clone CP 1001. Posteriormente, Silva (1999), trabalhando com o clone CP 076 e um grupo de clones obtidos de cinco matrizes, obteve com o primeiro, uma produtividade de 2.936,6 kg/ha de castanhas e 22.410,0 kg/ha de pedúnculos. Com o grupo de clones, foram obtidos 2.020,7 kg/ha de castanhas e 16.243,0 kg/ha de pedúnculos.

3 MATERIAL E METODOS

3.1 Localização da área experimental

A área experimental localiza-se em Caucaia, Ceará, distante 18 km de Fortaleza, a capital de Estado. Situa-se ao nível do mar e a 3°41' de latitude S e

35° 43' de longitude W. A área é representativa do litoral leste do estado, onde o relevo é plano e predomina a formação caatinga hipoxerófila.

3.2 Considerações gerais

Para a realização desta pesquisa foram implantadas, em março de 1992, na área experimental da Usina Piloto de Alcool da Universidade Federal do Ceará, em Caucaia, 81 plantas propagadas por alporquia. Essas plantas foram oriundas dos clones FAGA 1, FAGA 3 e FAGA 4, constituindo-se 27 plantas por clone. Estes clones, obtidos por seleção massal, de progênies originadas do cruzamento espontâneo de plantas de cajueiro anão, localizadas entre cajueiros comuns, em experimentos preliminares, apresentaram características desejáveis, para o melhoramento da cultura, principalmente, castanhas grandes e alta produtividade. Foram plantados, sob condições de irrigação localizada, no espaçamento 7 m x 4 m, representando uma densidade de 357 plantas por hectare.

3.3 Caracterização do solo da área experimental

Para a caracterização do solo foi aberta uma trincheira de 1,40 m de profundidade e descrito o perfil de acordo com o manual da Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, SBCS (1976). Após a identificação dos horizontes foram coletadas amostras e encaminhadas ao Laboratório do Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal do Ceará, para as análises física e química.

O solo foi classificado como Podzólico Vermelho Amarelo Abruptico plintico A fraco, textura arenosa. Quanto à caracterização morfológica, trata-se de um solo profundo, com perfil que apresenta seqüências de horizontes A + B + C, encontrando-se o horizonte C à profundidade superior a 1,40 m. A coloração

para o solo úmido varia de bruno a bruno amarelo, com matiz 10 YR de valor 5, com croma que cresce de 4 a 8 em profundidade; o teor de argila aumenta com a profundidade, apresentando um horizonte superficial Ap de textura arenosa e um Bt₂, argilo-arenoso; a estrutura para o horizonte A é fraca, pequena, de blocos subangulares, com consistência macia, muito friável e não pegajosa. No horizonte B, a estrutura é moderada-média, apresentando blocos subangulares com consistência ligeiramente dura, friável e pegajosa.

As principais propriedades físicas e químicas são indicadas na Tabela 1. Uma apreciação desta nos sugere que se trata de um solo com muito baixa capacidade de retenção de água, principalmente, no horizonte A (0 – 27 cm), que está associada à textura arenosa desta camada. A capacidade de retenção de água aumenta com a profundidade, onde também o teor de argila é maior. As características químicas, de modo geral, de acordo com índices de avaliação de suas propriedades, indicadas por Kiehl (1979), mostram tratar-se de um solo de acidez elevada, de baixo teor de matéria orgânica e de nitrogênio total, pobre em fósforo extraível e potássio trocável e também de baixa capacidade de troca de cátions (T), com baixa percentagem de saturação e baixo teor de bases trocáveis (Ca, Mg, Na, e K). O alumínio trocável, em média, constitui 45% do complexo de troca, apresentando-se em teores considerados de toxidez média para as plantas.

3.4 Caracterização da água utilizada

Na estação não chuvosa e nos períodos de veranicos, as plantas foram irrigadas utilizando-se um sistema de irrigação localizado, com uma torneira-gotejadora para cada planta, colocada sobre a área de projeção da copa aérea. Cada torneira-gotejadora tem uma vazão de 36 litros por hora. A irrigação foi feita diariamente adotando-se os seguintes turnos de rega: 25 min/planta/dia

para o 1º ano, 30 min/planta/dia (15 litros/planta) para o 2º ano; 45 min/planta/dia (27 litros/plantas) para o 3º ano e 60 min/planta/dia (36 litros/planta) para o 4º ano em diante.

TABELA 1. Características físicas e químicas do solo da área experimental, em Caucaia, Ceará. UFLA, Lavras, MG, 2002.

Determinações	Horizonte				
	Ap	AB	BA	Bt ₁	Bt ₂
Profundidade (cm)	0 - 15	15 - 27	27 - 61	61 - 88	88 - 128
Granulometria					
Areia grossa (%)	57	55	41	34	30
Areia fina (%)	34	34	35	24	17
Granulometria (%)	5	5	11	13	16
Argila (%)	4	6	18	29	37
Classe textural (*)	Arc.	Arc.	Fr. Arc.	Fr. Arg	Arg. Arc.
Umidade					
1/3 atm (%)	3,0	3,4	7,4	8,9	17,1
15 atm (%)	2,0	2,3	4,4	2,9	13,0
pH (água 1:2,5)	5,1	4,5	4,4	4,4	4,3
CE a 25°C(mmhos/cm)	0,6	0,3	0,1	0,1	0,2
Cátions trocáveis (meq/100 g)					
Ca ⁺⁺	0,40	0,30	0,10	0,10	0,10
Mg ⁺⁺	0,40	0,30	0,20	0,30	0,50
K ⁺	0,22	0,11	0,07	0,08	0,10
Na ⁺	0,06	0,05	0,05	0,04	0,10
H ⁺	0,80	0,70	0,50	0,20	0,70
Al ⁺⁺⁺	0,10	0,30	0,90	1,30	1,20
Total	1,98	1,76	1,82	2,02	2,90
Valores S	1,08	0,76	0,42	0,52	1,00
V(%)	54,54	43,19	23,07	25,74	34,48
Saturação Al (%)	5,05	17,04	49,45	64,35	41,38
P (ppm)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Carbono (%)	0,49	0,43	0,29	0,30	0,33
Nitrogênio (%)	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02

Arc.= arenoso; Fr. Arc.= franco arenoso; Fr. Arg.= franco argiloso; Arg. Arc.=argilo arenoso.

A água empregada é proveniente de poço e, segundo a classificação do Laboratório de Salinidade dos Estados Unidos da América (Richards, 1954), pertence à classe C₃S₁ (altamente salina e não sódica). Suas características estão apresentadas na Tabela 2.

TABELA 2. Características da água de irrigação utilizada no experimento, em Caucaia, Ceará. UFLA, LAVRAS, MG, 2002.

Determinações	Valores
CE 25 °C (mmhos/cm)	0,9
pH	6,8
Íons solúveis (meq/l)	
Cátions	
Ca ⁺⁺	1,7
Mg ⁺⁺	3,5
K ⁺	0,3
Na ⁺	3,4
Soma (S)	8,9
Ânions	
Cl	7,8
CO ²⁻	0,0
HCO ³⁻	1,2
SO ₄ ²⁻³	---
Soma (S)	9,0
Relação de adsorção de sódio - RAS	2,1
Classe	C₃S₁

Água altamente salina e não sódica

3.5 Clima da região onde se situa a área experimental

O clima predominante da região, onde se encontra a área experimental, segundo a classificação de KöPen, é da classe AW' (tropical chuvoso) e, de acordo com a classificação de Gausse, é 4eTH (tropical quente de seca atenuada).

A área mostra duas estações bem definidas, uma chuvosa, de janeiro a julho, com picos de precipitação em março e abril, e uma seca, de agosto a dezembro, com chuvas esporádicas. A precipitação anual média é de 1578 mm, mostrando uma variação de 958 mm a 2.900 mm. A temperatura média de 20 anos varia de 23,5 °C a 30 °C, com uma média compensada de 26,5 °C. A umidade relativa anual média é de 80% (ESTAÇÃO DE METEOROLOGIA DO CCA/UFC, 1995).

Os dados sobre temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento, insolação, radiação solar e precipitação e evapotranspiração, registrados durante o período experimental, estão apresentados nas Tabelas 3 a 11.

3.6 Delineamento experimental

Foram feitos cinco blocos, casualizados com três tratamentos (FAGA 1, FAGA 2 e FAGA 3), e com apenas uma parcela por tratamento. Tomou-se apenas uma planta como parcela em virtude de que as plantas selecionadas foram propagadas por um processo inteiramente assexual, portanto, genotipicamente idênticas.

3.7 Características analisadas

3.7.1 Fenofases vegetativas

a) **Altura da planta (H):** determinada pelo comprimento em metros (m), compreendido entre a superfície do solo até o ápice da copa: observação a cada três meses.

b) Envergadura ou diâmetro transversal da copa (E): representada pela média dos diâmetros em metros (m), referentes à copa tomados nos sentidos norte-sul e leste-oeste: também, observação a cada três meses.

c) Queda de folhas (QF): tomada mensalmente considerando a ocorrência de folhas amareladas e/ou secas caídas na área de projeção da copa da planta.

d) Crescimento vegetativo qualitativo (CVQ): observado, mensalmente, de acordo com a presença de folhas marron-avermelhadas, característica de novo crescimento vegetativo.

3.7.2 Fenofases reprodutivas

a. Floração (FL): a partir do início desta fenofase, foram feitas anotações mensais sobre a sua manutenção durante o ano agrícola.

b. Frutificação (FR): igualmente à floração, registraram-se o início e a manutenção de frutificação durante o ano agrícola.

TABELA 3 Dados climáticos registrados na área experimental durante o ano de 1992, em Caucaia, Ceará. UFLA, Lavras, MG, 2002.

Mês	Temp. ar (°C)	UR do ar (%)	Veloc. vento (m/s)	Insolação (h/mês)	Radiação solar (cal/cm ²)	Precipitação (mm)	Evapo transpiração (mm)
Jan	27,3	77	3,8	182	6.615	36	154,8
Fev	27,3	76	4,0	146	8.820	352	152,1
Mar	27,5	82	3,1	122	5.310	305	165,8
Abr	28,0	80	2,9	164	7.245	238	149,4
Mai	26,9	80	3,5	194	7.425	49	149,4
Jun	26,2	80	4,2	242	7.200	133	130,3
Jul	26,2	78	5,4	291	9.900	10	130,3
Ago	26,3	80	5,4	258	14.220	30	133,0
Set	25,8	79	5,8	264	15.120	18	124,8
Out	26,8	79	6,1	269	14.940	7	146,6
Nov	27,2	78	5,1	269	15.300	3	157,6
Dez	29,1	76	5,2	281	12.240	2	165,8
Média	27,1	79	4,5				
Total				2.682	124.335	1.183	1759,9

TABELA 4 Dados climáticos registrados na área experimental durante o ano de 1993, em Caucaia, Ceará. UFLA, LAVRAS, MG, 2002.

Mês	Temp. do ar (°C)	UR do ar (%)	Veloc. do vento (m/s)	Insolação (h/mês)	Rad.solar (cal/cm ²)	Precipitação (mm)	Evapo transpiração (mm)
Jan	28,0	74	4,6	222	15.660	43	160,3
Fev	27,7	69	4,2	199	13.860	108	171,2
Mar	27,3	72	3,9	184	13.320	199	154,8
Abr	27,1	74	4,1	193	10.260	231	154,8
Mai	23,3	72	4,6	243	9.180	132	160,3
Jun	27,0	68	4,9	267	11.880	70	152,1
Jul	26,1	69	4,4	289	13.680	180	127,5
Ago	26,4	67	4,9	279	14.040	32	135,7
Set	26,8	65	5,3	268	14.760	12	146,6
Out	27,3	64	5,3	281	14.400	6	160,3
Nov	27,6	66	5,5	281	13.860	13	168,5
Dez	27,7	67	4,8	153	12.600	17	171,2
Média	27,0	69	4,7				
Total				2.859	157.500	1.042	1863,3

TABELA 5 Dados climáticos registrados na área experimental durante o ano de 1994, em Caucaia, Ceará. UFLA, Lavras, MG, 2002.

Mês	Temp. do ar (°C)	UR do ar (%)	Veloc. do vento (m/s)	Insolação (h/mês)	Radiação solar (cal/cm ²)	Precipitação (mm)	Evapo transpiração (mm)
Jan	27,0	72	3,6	228	13.140	183	152,1
Fev	26,2	77	2,8	147	12.893	476	130,3
Mar	25,2	80	2,5	148	9.360	687	119,3
Abr	25,5	82	2,0	127	8.280	583	111,2
Mai	27,7	80	3,0	202	10.440	225	116,2
Jun	26,6	77	3,0	158	8.100	663	108,8
Jul	24,9	74	3,3	197	12.728	116	110,0
Ago	25,9	68	4,2	284	15.520	19	119,3
Set	26,1	66	4,9	282	15.181	26	127,5
Out	26,3	66	5,5	274	14.576	5	135,7
Nov	26,8	66	5,6	280	15.091	6	157,6
Dez	27,8	70	5,1	240	15.771	56	160,3
Média	26,3	73	3,8				
Total				2567	151.080	3.045	1548,3

TABELA 6 Dados climáticos registrados na área experimental durante o ano de 1995, em Caucaia, Ceará. UFLA, Lavras, MG, 2002.

Mês	Temp. do ar (°C)	UR do ar (%)	Veloc. do vento (m/s)	Insolação (h/mês)	Radiação solar (cal/cm ²)	Precipitação (mm)	Evapo transpiração (mm)
Jan	26,7	76	3,8	209	12.450	188	149,4
Fev	26,3	79	2,6	135	11.196	278	130,3
Mar	26,7	80	2,9	164	11.725	662	141,2
Abr	26,5	85	2,0	86	11.276	894	154,8
Mai	26,87	81	2,7	172	11.833	407	157,6
Jun	26,5	77	3,4	139	11.450	190	141,2
Jul	26,0	78	4,0	221	13.264	46	124,8
Ago	26,3	70	5,1	307	15.130	6	135,7
Sct	26,7	63	6,4	296	14.684	0	138,5
Out	26,5	69	5,5	284	15.507	9	173,9
Nov	26,9	74	5,1	275	15.177	19	163,0
Dez	28,0	75	4,9	301	15.779	0	184,9
Média	26,7	76	4,0				
Total				2.589	159.471	2.699	1795,3

TABELA 7 Dados climáticos registrados na área experimental durante o ano de 1996, em Caucaia, Ceará. UFLA, Lavras, MG, 2002.

Mês	Temp. do ar (°C)	UR do ar (%)	Veloc. do vento (m/s)	Insolação (h/mês)	Radiação solar (cal/cm ²)	Precipitação (mm)	Evapo transpiração (mm)
Jan	27,2	81,0	4,1	218,0	14.235	157,0	163
Fev	27,3	83,0	3,8	200,0	13.025	251,0	160,3
Mar	26,4	88,0	2,0	109,0	10.261	665,0	133,0
Abr	26,6	87,0	2,1	127,0	10.301	402,0	133,0
Mai	26,8	81,0	3,2	219,0	11.134	226,0	146,6
Jun	25,8	72,0	1,7	248,3	11.514	67,0	119,3
Jul	26,6	75,0	2,0	278,3	14.738	9,0	141,2
Ago	26,7	72,0	1,9	283,5	14.619	47,0	143,9
Set	27,3	77,0	2,2	275,7	14.845	0,0	160,3
Out	27,5	69,0	2,2	286,3	16.533	0,0	165,8
Nov	27,8	71,0	2,0	272,3	15.713	3,0	173,9
Dez.	28,1	71,0	2,0	293,5	14.881	16,0	182,1
Média	26,9	77,8	2,5				
Total				2.810,9	161.804	1.843,0	1.822,4

TABELA 8 Dados climáticos registrados na área experimental durante o ano de 1997, em Caucaia, Ceará. UFLA, Lavras, MG, 2002.

Mês	Temp. do ar (°C)	UR do ar (%)	Veloc. do vento (m/s)	Insolação (h/mês)	Radiação solar (cal/cm ²)	Precipitação (mm)	Evapo transpiração (mm)
Jan	28,1	72,0	1,8	254,9	12.787	59,0	182,1
Fev	27,8	72,0	4,8	246,1	12.792	67,0	173,9
Mar	27,6	76,0	3,6	197,3	12.045	208,0	168,5
Abr	26,6	80,0	3,1	179,8	10.251	600,0	141,2
Mai	26,2	79,0	3,4	202,1	10.380	248,0	130,3
Jun	26,6	71,0	4,2	289,0	12.794	20,0	141,2
Jul	26,5	68,0	4,7	303,9	13.595	39,0	138,5
Ago	26,6	71,0	5,2	278,1	12.431	18,0	141,2
Set	26,8	69,0	5,3	268,0	11.122	0,0	146,6
Out	27,4	70,0	5,0	288,1	11.049	10,0	163,0
Nov	27,6	70,0	4,7	281,0	10.115	35,0	168,5
Dez	27,9	71,0	4,3	307,2	10.613	42,0	176,7
Média	27,1	72,4	4,2				
Total				3.095,5	139.973	1.346,0	1.872,6

TABELA 9 Dados climáticos registrados na área experimental durante o ano de 1998, em Caucaia, Ceará. UFLA, Lavras, MG, 2002.

Mês	Temp. do ar (°C)	UR do ar (%)	Veloc. do vento (m/s)	Insolação (h/mês)	Radiação solar (cal/cm ²)	Precipitação (mm)	Evapo transpiração (mm)
Jan	27,7	76,0	3,3	200,6	11.371	277,0	171,2
Fev	28,3	75,0	4,2	235,3	11.340	152,0	187,6
Mar	27,7	81,0	3,0	196,4	12.387	452,0	171,2
Abr	28,2	77,0	4,2	226,6	12.035	191,0	184,9
Mai	27,8	76,0	4,0	241,9	12.533	106,0	173,9
Jun	27,2	74,0	4,5	257,3	12.441	147,0	184,9
Jul	27,0	74,0	4,6	264,0	11.884	30,0	152,1
Ago	26,9	71,0	3,8	295,1	14.357	29,0	149,4
Set	27,2	68,0	5,5	309,2	14.775	0,0	157,6
Out	27,5	67,0	5,4	315,5	15.276	9,0	165,8
Nov	27,7	67,0	5,1	280,3	14.613	8,0	171,2
Dez	27,6	68,0	4,7	293,9	14.369	30,0	168,5
Média	27,6	72,8	4,4				
Total				3.116,1	157.381	1.431,0	2.038,3

TABELA 10 Dados climáticos registrados na área experimental durante o ano de 1999, em Caucaia, Ceará. UFLA, Lavras, MG, 2002.

Mês	Temp. do ar (°C)	UR do ar (%)	Veloc. do vento (m/s)	Insolação (h/mês)	Radiação solar (cal/cm ²)	Precipitação (mm)	Evapo transpiração (mm)
Jan	27,4	69,0	4,1	262,7	13.795,0	90,0	163,0
Fev	27,1	74,0	3,8	191,9	11.751,0	315,0	154,8
Mar	26,8	81,0	2,6	157,9	11.627,0	490,0	146,6
Abr	26,4	80,0	3,0	140,0	10.285,0	412,0	135,7
Mai	24,3	80,0	2,9	179,8	10.186,0	276,0	135,7
Jun	26,4	74,0	3,7	265,2	11.961,0	28,0	135,7
Jul	26,5	69,0	4,5	286,0	13.169,0	18,0	138,5
Ago	26,4	68,0	5,2	317,5	13.115,0	3,0	135,7
Set	26,5	70,0	5,5	304,3	13.348,0	47,0	138,5
Out	27,2	68,0	5,3	316,3	13.722,0	4,0	157,6
Nov	27,8	68,0	5,2	304,4	13.285,0	3,0	173,9
Dez	27,6	71,0	4,7	247,5	12.420,0	56,0	168,5
Média	26,7	72,7	4,2				
Total				2.973,5	148.664	1.742,0	1.048,4

TABELA 11 Dados climáticos registrados na área experimental durante o ano de 2000, em Caucaia, Ceará. UFLA, Lavras, MG, 2002.

Mês	Temp. do ar (°C)	UR do ar (%)	Veloc. do vento (m/s)	Insolação (h/mês)	Radiação solar (cal/cm ²)	Precipitação (mm)	Evapo transpiração (mm)
Jan	26,9	76,0	3,4	234,3	12.506,7	306,0	162,0
Fev	26,9	77,0	3,0	207,6	11.959,6	107,0	153,8
Mar	26,9	80,0	3,0	188,9	10.754,2	417,0	150,2
Média	26,9	77,7	3,1				
Total				630,8	35.220,5	830,0	466,0

3.7.3 Produtividade

a. **Período de produção:** observou-se o período de produção de frutos (castanhas) e pseudofruto (pedúnculo) durante o ano agrícola, durante todo o experimento, determinado pelo início e fim da colheita.

b. **Número mensal e anual de castanhas e pedúnculos:** obtidos através do somatório do número de frutos e pseudofrutos colhidos mensal e anualmente, de cada planta estudada. No período de pico da safra foram realizadas duas colheitas por semana.

c. **Produção mensal e anual de castanhas/planta/hectare:** as castanhas foram destacadas dos pedúnculos e, após, submetidas a 48 horas de sol, e pesadas obteve-se a produção de cada planta pelo somatório de todas as colheitas realizadas em cada mês durante o ano agrícola. A produção por hectare

foi determinada por estimativa, tomando-se como base a produção média de cada tratamento.

d. Produção mensal e anual de pedúnculo/planta/hectare: os pedúnculos, após separados das castanhas, foram pesados, e os dados, da mesma forma que as castanhas, foram registrados mensalmente. Baseando-se na produção média de cada tratamento, estimou-se sua produção mensal e anual por hectare.

e. Relação peso de pedúnculo/peso de castanha: foi determinada pela relação dos pesos dos pseudofrutos e frutos colhidos de cada planta.

3.8 Observações dos fatores do clima

Os dados de precipitação pluviométrica foram registrados na própria área experimental através de um pluviômetro “TRUCHER RAIN” de acrílico. Os dados de temperatura, umidade relativa do ar, vento, insolação e radiação solar e evapotranspiração foram coletados da Estação Meteorológica de 1ª classe do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza. A estação está situada em uma área representativa do litoral leste do estado do Ceará, encontrando-se a 3° 45’ de latitude S e 35°33’ de longitude W.

3.9 Análise estatística dos resultados

As variáveis observadas foram analisadas conforme um delineamento estatístico em que os genótipos foram considerados como parcelas e os anos ou safras como subparcelas. Isto é, os experimentos foram considerados como sendo realizados em parcelas subdivididas conforme o modelo matemático:

$Y_{ijk} = \mu + R_i + A_j + \delta_{ij} + B_k + (AB)_{jk} + E_{ijk}$ onde:

Y_{ijk} = efeito da população i na safra j da repetição K

μ = média geral;

R_i = efeito da repetição i , $i = 1, \dots, r$;

A_j = efeito da parcela = fator a , $j = 1, \dots, a$;

δ_{ij} = erro associado a R_i e A_j (erro a);

B_k = efeito da subparcela = fator b , $K = 1, \dots, b$;

$(AB)_{jk}$ = efeito da interação $A \times B$;

E_{ijk} = erro associado a B_k e $(AB)_{jk}$ (erro b).

A análise estatística das variáveis, crescimento em altura e envergadura, crescimento vegetativo qualitativo, queda de folhas, floração e frutificação foi do tipo descritiva. Estas observações foram sumarizadas, em termos de média, especialmente no ano em que a produção mostrou-se estabilizada.

Os dados referentes às variáveis quantitativas de produção, para efeito de análise estatística, foram transformados para \sqrt{x} , a fim de se conseguir maior homogeneidade de variância. Para se comparar a média dos tratamentos utilizou-se o teste de Tuckey a 5% de probabilidade.

Paralelamente, foram determinadas as correlações entre, as fenofases estudadas e os fatores do clima registrados durante o período experimental. Todos os coeficientes de correlação foram calculados e testados da seguinte maneira:

$$r = \frac{\frac{\sum xy - (\sum x)(\sum y)}{N}}{\sqrt{\left[\frac{\sum x^2 - (\sum x)^2}{N} \right] \left[\frac{\sum y^2 - (\sum y)^2}{N} \right]}}$$

$$t = \frac{R \times \sqrt{2 - N}}{\sqrt{1 - r^2}}$$

- t com N - 2 GL
- Se $t_c > t_t$, o r é significativo indicando que há correlação entre as duas variáveis.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Fenofases

4.1.1 Fenofases vegetativas

4.1.1.1 Altura das plantas (H)

Analisando-se os dados na Tabela 12, em que são apresentadas as médias da altura das plantas, medidas trimestralmente, nos três clones estudados, verifica-se que o crescimento desta fenofase se deu de forma intermitente (período de estagnação e crescimento) para todos os clones estudados.

Para o clone FAGA 1, como se pode constatar na Figura 1, os períodos de estagnação do crescimento não ultrapassaram, quase sempre, três meses.

TABELA 12. Evolução, em metros, da altura (H) e da envergadura (E) de alporques de três novos clones de cajuciro anão, em condições de irrigação, em Caucaia, Ceará, no período de 1992 a 2000. UFLA, Lavras, MG 2002.

Data	CLONES					
	FAGA 1		FAGA 3		FAGA 4	
	H	E	H	E	H	E
Mar/92	Plantio	Plantio	Plantio	Plantio	Plantio	Plantio
Jun	0,5	0,8	0,5	0,4	0,4	0,6
Set	0,5	1,5	0,5	0,5	0,4	0,8
Dez.	0,7	1,5	0,5	1,2	0,6	1,5
Mar/93	1,2	2,1	0,9	1,5	1,3	2,1
Jun	1,7	3,1	1,3	2,7	1,8	3,1
Set	1,7	3,9	1,3	3,2	1,8	3,5
Dez.	1,9	4,6	1,6	3,6	2,1	4,0
Mar/94	2,2	4,6	1,6	4,2	2,8	4,4
Jun	2,4	4,6	1,6	4,4	2,9	4,8
Set	2,4	4,8	1,6	4,7	2,9	4,9
Dez.	2,9	4,8	1,8	4,7	3,2	5,0
Mar/95	2,9	4,9	1,8	5,1	3,2	5,1
Jun	3,2	5,3	2,2	5,7	3,8	5,2
Set	3,2	5,3	2,2	5,7	3,8	5,3
Dez.	3,3	5,5	2,4	5,7	3,8	5,7
Mar/96	3,5	5,6	2,4	5,7	3,8	5,8
Jun	3,6	5,7	2,9	6,3	4,1	6,1
Set	3,7	5,9	3,0	6,4	4,3	6,1
Dez.	3,8	6,1	3,1	7,2	4,4	6,2
Mar/97	3,8	6,2	3,1	7,4	4,4	6,5
Jun	3,8	6,2	3,3	7,5	4,4	6,5
Set	3,9	6,3	3,3	7,8	4,4	6,8
Dez.	4,0	6,5	3,5	8,0	4,5	7,1
Mar/98	4,0	6,7	3,7	8,4	4,5	7,5
Jun	4,4	6,7	4,0	8,6	4,8	7,8
Set	4,5	6,7	4,0	8,9	4,8	8,0
Dez.	4,5	6,8	4,2	8,9	5,0	8,2
Mar/99	4,5	6,9	4,2	8,9	5,0	8,2
Jun	4,5	6,9	4,2	8,9	5,0	8,2
Set	4,5	6,9	4,2	8,9	5,0	8,4
Dez.	4,5	6,9	4,2	8,9	5,1	8,5
Mar/00	4,7	7,3	4,4	8,9	5,4	8,7

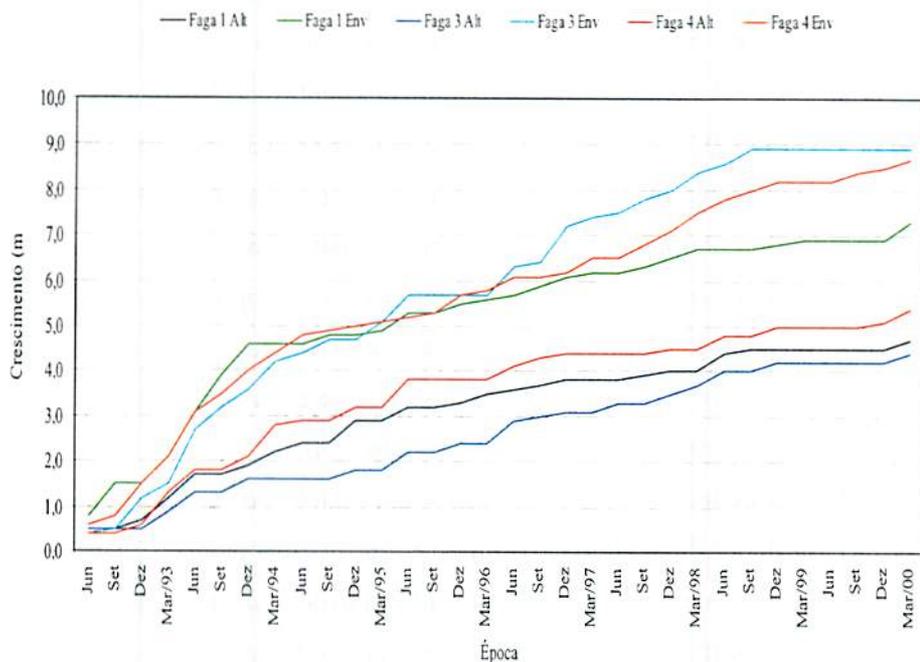


FIGURA 1 Evolução da altura e envergadura de alporques de três novos clones de cajueiro anão, sob condições de irrigação, em Caucaia, Ceará, durante o período de 1992 a 2000. UFLA, Lavras, MG, 2002.

Eles ocorreram nos períodos de junho a setembro de 1992/93/94/95/99; de dezembro a março de 1994/95 e 1997/98; de dezembro de 1996 a junho de 1997, período em que a altura permaneceu inalterada por seis meses e de setembro de 1998 a dezembro de 1999, quando a altura manteve-se em 4,5 metros por um período de quinze meses. Isso indica que as plantas do clone FAGA 1 tinham cessado o seu crescimento. Porém, ao se proceder a última medição do período experimental, constatou-se que elas tinham voltado a crescer, uma vez que tinham atingido a altura média de 4,7 metros. O desempenho do clone FAGA 3,

no que se refere ao seu crescimento em altura, não diferenciou significativamente do comportamento apresentado pelo clone FAGA 1. Para ele, os períodos de estagnação do crescimento não ultrapassaram, na sua maioria, três meses. Eles ocorreram nos períodos de junho a dezembro de 1992; junho a setembro de 1993/95/97/98; dezembro a setembro de 1993/94; dezembro a março 1994/95 1995/96 e 1996/97; de dezembro de 1993 a setembro de 1994, período em que a altura não se alterou por nove meses e de dezembro de 1998 a dezembro de 1999, quando a altura permaneceu inalterada por um ano, em 4,2 metros. Muito embora o clone FAGA 3 tenha voltado a apresentar incremento de altura de 20 centímetros na última medição realizada no período experimental, o comportamento das plantas no tocante a esta fenofase indica que elas estão próximas de alcançar a sua estabilização.

O comportamento do clone FAGA 4 em relação ao seu crescimento em altura não foi muito diferente da conduta dos outros dois clones (FIGURA 1). Esse crescimento apresentou períodos de interrupções que não ultrapassaram três meses e que ocorreram de junho a setembro de todo período experimental a exceção do ano agrícola 1996/97 e de dezembro a março de 1994/95, 1995/96, 1996/97, 1997/98 e 1998/99. Já de junho a março de 1995/96 e de dezembro a setembro de 1996/97 e 1998/99, não apresentaram esse crescimento. Em março de 2000, as plantas deste clone apresentaram altura média de 5,4 metros. Muito embora nenhum dos três clones estudados tenha atingido a estabilização de sua altura até o final do experimento, os dados obtidos durante o período experimental sugerem que existe tendência bastante acentuada de que tal fato não tardará a ocorrer. Ainda baseados nos dados obtidos durante o período experimental, infere-se que a altura dos três clones permanecerá dentro dos padrões de altura descritos anteriormente para o cajueiro tipo anão, por Martins Júnior (1993); Almeida et al. (1995b) e Silva (1999). Esses autores, já citados anteriormente, trabalharam com a cultura em condições similares às que foram

disponibilizadas para este experimento. O fato dos clones não atingirem o seu máximo desenvolvimento em altura até o final do experimento, que se prolongou por oito anos, contraria o que foi constatado por Martins Júnior (1993) para os clones CP 076 e CP 1001, que apresentaram estabilização de seu crescimento seis anos após o plantio.

Ao analisar-se mais detidamente a Tabela 12 e a Figura 1, verifica-se que as interrupções do crescimento em altura dos clones FAGA 1, FAGA 3 e FAGA 4, sempre ocorreram imediatamente após ou durante os períodos de altas precipitações pluviométricas. Esta constatação leva à suposição de que um aumento da disponibilidade de água no ambiente talvez seja fator inibitório do crescimento em altura. Outros eventos evidenciados na Tabela 12 são o número e o período de interrupções de crescimento que cada clone sofreu durante todo o experimento, que foram de oito vezes em 39 meses, nove vezes em 45 meses e dez vezes em 48 meses para os clones FAGA 1, FAGA 4 e FAGA 3, respectivamente. Pode-se inferir, assim, que o clone FAGA 1 é mais resistente ao excesso de umidade no ambiente do que o clone FAGA 4, e este menos susceptível que o clone FAGA 3.

O comportamento do crescimento em altura dos três clones pesquisados segue o modelo de crescimento intermitente descrito por Frota (1988). Entretanto, contraria os resultados encontrados por Martins Júnior (1993) que, trabalhando com outros clones de cajueiro anão, sob condição de irrigação, constatou crescimento contínuo da altura.

4.1.1.2 Envergedura das plantas (E)

O desenvolvimento da envergedura ou diâmetro transversal dos três clones estudados, similarmente ao ocorrido com o crescimento em altura, também apresentou interrupções do seu incremento durante o período

experimental, conforme os dados apresentados na Tabela 12 e Figura 1. Porém, o comportamento individual dos clones variou bastante, pois o crescimento da envergadura do clone FAGA 1 foi bastante descontínuo, apresentando comportamento similar ao seu crescimento em altura. Já o crescimento da envergadura dos clones FAGA 3 e FAGA 4 ocorreu de maneira mais contínua, ao contrário do que ocorreu com seus respectivos crescimentos em altura.

Avaliando o comportamento do crescimento da envergadura de cada clone, constatou-se que o clone FAGA 1 nunca apresentou período contínuo de crescimento superior a 18 meses. As interrupções de seu crescimento ocorreram por períodos de três meses, de setembro a dezembro de 1992/94, de junho a setembro de 1995 (épocas de baixa precipitação, Tabela 3 a 5) e de março a junho de 1997 (estação de altas precipitações, Tabela 8). Ocorreu estagnação no crescimento da envergadura por período de seis meses, de dezembro de 1993 a junho de 1994 e de março a setembro de 1998 (precipitações predominantemente altas, Tabelas 4, 5 e 9). Ao atingir envergadura média de 6,9 metros, ocorreu um intervalo no crescimento da envergadura por um espaço de nove meses, já no final do período experimental, de março a dezembro de 1999 (alternando estações de altas e baixas precipitações, Tabela 10).

Este fato indica que o crescimento da envergadura tendia a aproximar-se do seu final, muito embora ao se realizar a última medida do período experimental, tenha se verificado um crescimento de 40 centímetros na média da envergadura deste clone. Outro fato interessante sobre o crescimento da envergadura FAGA 1 é que, do período total de suspensão do seu crescimento de envergadura, que foi de 33 meses, mais de 54,5% desse se deu durante períodos em que o crescimento em altura se processava. Esse comportamento indica que o seu crescimento em envergadura encontra-se muito mais relacionado a fatores endógenos que a fatores exógenos.

Contudo, o crescimento em envergadura do clone FAGA 3 mostrou-se contínuo, tendo sido interrompido duas vezes desde o início até atingir sua envergadura máxima, ainda durante o período experimental. Após o início das medições, estes clones apresentaram 27 meses de crescimento contínuo, só interrompido entre setembro e dezembro de 1994, meses em que houve baixa precipitação (Tabela 5). O segundo período durante o qual não se computou crescimento da envergadura destes clones abrangeu nove meses, entre junho de 1995 e março de 1996, espaço que abrangeu tanto períodos de baixa como de alta precipitação. Após esta segunda paralisação, o clone FAGA 3 voltou a crescer continuamente até setembro de 1998, quando atingiu 8,8 metros de envergadura. Aparentemente esta é a sua envergadura máxima, pois os clones não voltaram a crescer até o final do experimento. Durante os doze meses em que o clone FAGA 3 não cresceu em envergadura, cresceu em altura em seis meses.

Quanto ao clone FAGA 4, seu comportamento foi semelhante ao do clone FAGA 3. Teve um longo período de crescimento contínuo, 48 meses, desde a primeira medição até o primeiro período de paralisação do seu crescimento, entre os meses de junho e setembro de 1996, período correspondente a baixas precipitações. Durante este período, esses clones cresceram em altura. Após estes três meses de paralisação do crescimento em envergadura, o clone FAGA 4 voltou a apresentar crescimento, durante um período de seis meses, quando novamente se interrompeu por três meses, entre março e junho de 1997, período caracterizado por altas precipitações. Estas plantas voltaram a crescer continuamente por dezoito meses, quando seu crescimento foi novamente interrompido, desta vez por um espaço de seis meses, entre dezembro de 1998 e junho de 1999, época caracterizada por altas precipitações. Durante estes dois últimos períodos de paralisação, os clones igualmente não apresentaram crescimento em altura. Após a última paralisação

do seu crescimento em envergadura, o clone FAGA 4 continuou a crescer até o final do período experimental, tendo atingido, até o momento da última avaliação, a envergadura média de 8,7 metros. O comportamento do crescimento em envergadura dos clones FAGA 3 e FAGA 4 indica que o controle desta fase é muito mais devido a fatores endógenos do que exógenos.

Apesar de, ao final do período experimental, os clones FAGA 1 e FAGA 4 apresentarem ainda algum incremento no tamanho da sua envergadura e de somente o clone FAGA 3 ter praticamente atingido a sua envergadura máxima, acredita-se que a envergadura dos três clones não ultrapassará de maneira significativa a média já descrita na literatura para o cajueiro anão, quando cultivados sob mesma condição. Segundo Martins Júnior (1993), Almeida et al. (1995b) e Silva (1999), ficaria entre 7,1 metros e 8,5 metros.

O crescimento intermitente da envergadura dos três clones estudados seguiu o modelo descrito por Frota (1988). Esta intermitência do crescimento, bem como o seu alongamento por mais de oito anos, contraria o que foi constatado por Martins Júnior (1993). Esse autor, também trabalhando com cajueiros irrigados, constatou crescimento contínuo da envergadura, até atingirem a estabilização no sexto ano de vida das plantas.

4.1.1.3 Crescimento vegetativo qualitativo (CVQ)

O crescimento vegetativo qualitativo só foi registrado após o plantio das mudas em local definitivo. Isto se estendeu do transplante, em abril de 1992, até o lançamento dos primeiros rebrotos, caracterizados pela presença de folhas marrom-avermelhadas, em julho de 1992 três meses após (Tabela 13). Esse evento ocorreu simultaneamente para os clones FAGA 1 e FAGA 3, que tiveram 60% e 40% de suas plantas com essa característica. O clone FAGA 4 só revelou

esse fenômeno seis meses após o seu transplante. em outubro de 1992, em 80% de suas plantas.

A intensidade de emissão de novas folhas para os três clones estudados durante todo o período experimental não foi a mesma. O clone FAGA 1, em nenhum momento, deixou de apresentar algum percentual de suas plantas com essa fenofase. Durante os primeiros dois anos das plantas no campo, os percentuais de plantas com emissão de novas folhas oscilaram bastante. Houve meses com 100% e meses com valores menores. Somente a partir de fevereiro de 1994, esta fenofase se estabilizou em 100%, permanecendo por 38 meses. Em abril de 1997, esse valor caiu para 80% do total, decrescendo no mês seguinte para 60%, retomando a 80% em junho. Em julho de 1997, as taxas voltaram a se estabilizar em 100%, mantendo-se por nove meses. Em abril de 1998, o percentual de plantas com crescimento vegetativo qualitativo voltou a cair para 80%. A partir dessa data até o final do experimento, os percentuais oscilaram em períodos de, no máximo, cinco meses com valores de 100%, seguidos de meses com percentuais menores. Os clones FAGA 3 e FAGA 4 apresentaram comportamento semelhante ao descrito para o clone FAGA 1, diferindo apenas em detalhes sem significância, como se pode constatar na Tabela 13.

O comportamento diferenciado entre os clones, no que diz respeito ao início e alcance das taxas máximas de CVQ, com conseqüente estabilização do crescimento vegetativo qualitativo, pode ser devido a fatores outros que não os climáticos. Isso porque, ao se analisar as Tabelas 3 a 11, verifica-se que, quando ocorre alguma variação entre o comportamento dos clones, os fatores que compõem o clima na época considerada estão dentro dos limites considerados normais para a região e ideais para o desenvolvimento da cultura.

TABELA 13. Porcentagem de Plantas em Crescimento vegetativo qualitativo (CVQ) e queda de folhas (QF) de alporques de três novos clones de cajueiro anão em condições de irrigação, em Caucaia, Ceará, durante o período de 1992 a 2000. UFLA, Lavras, MG, 2002.

DATA	FAGA 1		FAGA 3		FAGA 4	
	CVQ (%)	QF (%)	CVQ (%)	QF (%)	CVQ (%)	QF (%)
Abr/92						
Mai						
Jun						
Jul	60	0	40	0	0	100
Ago	20	60	100	100	0	100
Set	20	60	100	100	0	100
Out	80	100	60	100	80	100
Nov	80	100	60	100	60	100
Dez	80	100	60	100	60	100
Jan/93	60	100	80	100	80	100
Fev	80	100	60	100	80	100
Mar	100	100	80	100	100	100
Abr/93	100	100	100	100	100	100
Mai	60	100	60	100	20	100
Jun	80	100	60	100	0	100
Julout/93	100	100	100	100	100	100
Nov	100	100	100	40	100	100
Dez	100	100	100	100	100	100
Jan/94	80	100	80	100	80	100
Fev- ago/94	100	100	100	100	100	100
Set/94	100	100	100	80	80	100
Out/94 -mar/96	100	100	100	100	100	100
Abr/96	100	100	100	80	100	100
Mai/96 - mar/97	100	100	100	100	100	100
Abr/97	80	100	100	100	100	100
Mai	60	100	80	100	100	100
Jun	80	100	80	100	100	100
Jul/97- jan/98	100	100	100	100	100	100

TABELA 13 (Continuação). Crescimento vegetativo qualitativo (CVQ) e queda de folhas (QF) de alporques de três novos clones de cajueiro anão, em condições de irrigação, em Caucaia, Ceará, durante o período de 1992 a 2000. UFLA, Lavras, MG, 2002.

DATA	FAGA 1		FAGA 3		FAGA 4	
	CVQ (%)	QF (%)	CVQ (%)	QF (%)	CVQ (%)	QF (%)
Fev/98	100	100	100	100	100	60
Mar	100	80	100	100	100	100
Abr	80	100	100	100	60	100
Mai	100	100	100	100	100	100
Jun	80	100	20	100	40	100
Jul	100	100	100	100	100	100
Ago	100	100	100	100	100	100
Set	100	100	60	100	60	100
Out	100	100	100	100	100	100
Nov	80	100	100	100	100	100
Dez	40	100	100	100	60	100
Jan/99	40	100	80	100	60	100
Fev	80	80	80	100	100	100
Mar	100	100	100	100	100	100
Abr/99	60	80	0	100	100	80
Mai	100	100	40	100	100	100
Jun	40	100	40	100	100	100
Jul	80	100	60	100	100	100
Ago	100	100	100	100	100	100
Set	100	100	80	100	100	100
Out	100	100	100	40	100	100
Nov	100	100	100	100	100	100
Dez	100	100	100	100	100	100
Jan/00	80	100	100	100	100	100
Fev	100	100	80	100	100	100
Mar	20	80	60	100	100	100

CVQ = crescimento vegetativo qualitativo; QF = queda de folhas.

A taxa de 100% de plantas em crescimento vegetativo qualitativo dos clones estudados contraria o modelo de crescimento vegetativo sugerido para o cajueiro por Dasarathi (1958), citado por Frota (1985), Nambiar (1975) e Parente (1981) e confirma o descrito por Martins Júnior (1993), Almeida et al. (1995b) e Silva (1999), em plantas irrigadas.

4.1.1.4 Queda de folhas (QF)

Em julho de 1992, nove meses após a instalação do experimento no campo, as primeiras quedas de folhas velhas foram observadas em 100% das plantas do clone FAGA 4 (Tabela 13). Esta mesma fenofase só veio a ser constatada nos clones FAGA 1 e FAGA 3, três meses após, em agosto de 1992, quando 60 e 100% de suas plantas a expuseram, respectivamente.

O clone FAGA 1 só apresentou queda de folha em 100% de suas plantas em outubro de 1992. Após os três clones atingirem 100% de suas plantas com queda de folhas, raramente deixaram de exibir esse percentual. O clone FAGA 1, durante cinco anos e cinco meses apresentou 100% de plantas com queda de folhas. Em março de 1998 e em três outras ocasiões, fevereiro, abril de 1999 e março de 2000, períodos de chuvas na região, apresentou apenas 80% de suas plantas com queda de folhas.

Por sua vez, o clone FAGA 3, após atingir a taxa de 100% de suas plantas com queda de folhas, manteve este índice por 15 meses. Em novembro de 1993 registrou apenas 40% dos clones com queda de folhas. A queda no índice de plantas que apresentavam esta fenofase só voltou a ocorrer por mais três curtos períodos: setembro de 1994 e abril de 1996, quando 80% dos clones apresentaram queda de folhas e, ainda, em outubro de 1999, quando somente 40% das plantas mostraram esta fenofase.

Dos quatro períodos acima destacados, três são característicos de baixas precipitações. Quanto ao clone FAGA 4, o primeiro a apresentar esta fenofase, em julho de 1992, só não apresentou 100% das plantas com queda de folhas em duas avaliações: a primeira em fevereiro de 1998, 66 meses após ter iniciado a fenofase, quando somente 60% das plantas apresentaram a fenofase, e a outra em abril de 1999, com 80% das plantas. Os dois períodos são característicos de altas precipitações para a região.

O comportamento dos clones estudados, no tocante à fenofase estudada, só fizeram confirmar o comportamento relatado por Martins Júnior (1993). Resultados semelhantes aos do presente trabalho foram obtidos também por Almeida et al. (1995b) e Silva (1999).

A estabilização de 100% na taxa de queda foliar pode ser explicada em função de fatores endógenos, provavelmente hormonais. Addicott e Lyon (1973) sugerem que mudanças nos gradientes hormonais constituem-se em fatores intermediários determinantes da abscisão foliar, pois não existiria correlação da queda de folhas com fatores climáticos. Segundo Frota (1988), no estado do Ceará, a queda de folhas do cajueiro ocorre durante todo o ano, aumentando acentuadamente a partir de maio, logo após as chuvas mais intensas, atingindo o pico entre junho e agosto. As discordâncias entre Frota (1988) e o constatado no presente trabalho e também observado por Martins Júnior (1993) e Almeida et al. (1995b), no que se refere à queda de folhas, podem estar associadas à irrigação. A irrigação continuada propiciaria condições ao crescimento vegetativo contínuo, inclusive de folhas mais velhas, resultando em senescência e abscisão dessas folhas. Portanto, a irrigação seria um fator importante na manutenção quase constante de uma taxa de 100% de crescimento vegetativo qualitativo e de queda de folhas.

4.1.2 Fenofases reprodutivas

4.1.2.1 Floração

Os dados das percentagens de plantas em floração são apresentados nas Tabelas 14 a 17. Verifica-se que 20% das plantas dos clones FAGA 1 e FAGA 3 iniciaram sua floração a partir do 4º mês de vida no campo, enquanto que o FAGA 4 iniciou no 6º mês, também, com 20% das plantas. O primeiro clone a ter 100% de plantas em floração foi o FAGA 1, já no seu sexto mês de campo, seguido pelo clone FAGA 4, após um ano no campo e, finalmente, o FAGA 3 depois de um ano e quatro meses do plantio. Adicionalmente, o clone FAGA 1 foi o primeiro a ter 100% de suas plantas em floração por um período de seis meses, de julho a dezembro de 1993, um ano e quatro meses após o transplantio. Os dois outros clones só apresentaram 100% de suas plantas em floração por igual período, de outubro de 1994 a março de 1995, dois anos e sete meses após o transplantio.

Durante todo o experimento, os clones alternaram períodos com valores percentuais máximos de plantas em floração e períodos em que esses valores decresciam. Os períodos que os clones apresentavam menores percentuais de plantas em floração sempre foram bem mais curtos que aqueles em que as plantas apresentavam altos percentuais de plantas com essa característica. Os períodos em que as percentagens de plantas em floração baixavam, coincidiam, normalmente, com a estação das chuvas (Tabelas 3 a 11), alcançando, inclusive, valores nulos em alguns meses.

TABELA 14. Floração e frutificação de alporques de três novos clones de cajueiro anão durante os dois primeiros anos de sua implantação, em condições de irrigação, em Caucaia, Ceará. UFLA, Lavras, MG, 2002

DATA	FAGA 1		FAGA 3		FAGA 4	
	Floração %	Frutificação %	Floração %	Frutificação %	Floração %	Frutificação %
Abr/92						
Mai						
Jun						
Jul	20	0	20	0	0	0
Ago	80	40	60	20	0	0
Set	100	40	60	0	20	0
Out	60	80	60	60	40	40
Nov	80	80	60	60	40	40
Dez	80	80	60	60	40	40
Jan/93	60	40	40	0	0	0
Fev	80	40	60	0	20	0
Mar	100	60	80	0	100	0
Abr	100	80	20	0	0	20
Mai	60	20	20	20	20	0
Jun	60	20	40	40	0	0
Jul	100	100	100	40	80	40
Ago	100	20	100	20	100	0
Set	100	100	100	80	100	20
Out	100	80	100	100	100	100
Nov	100	100	40	60	60	100
Dez	100	100	100	100	80	100
Jan/94	60	100	60	60	0	20
Fev	100	100	60	0	0	0
Mar	100	100	0	0	0	0

TABELA 15. Floração e frutificação de alporques de três novos clones de cajueiro anão durante o 3º e 4º ano de sua implantação, em condições de irrigação localizada, em Caucaia, Ceará. UFLA, Lavras, MG, 2002

DATA	FAGA 1		FAGA 3		FAGA 4	
	Floração %	Frutificação %	Floração %	Frutificação %	Floração %	Frutificação %
Abr/94	0	0	0	0	0	0
Mai	0	0	0	0	0	0
Jun	60	0	20	0	0	0
Jul	0	0	0	0	0	0
Ago	100	0	20	0	100	0
Set	100	40	80	20	80	40
Out	100	100	100	100	100	100
Nov	100	100	100	100	100	100
Dez	100	100	100	100	100	100
Jan/95	100	100	100	100	100	100
Fev	100	100	100	40	100	80
Mar	100	0	100	0	100	0
Abr/95	0	0	0	0	0	0
Mai	100	0	100	0	20	0
Jun	100	40	100	0	0	0
Jul	100	100	80	80	0	0
Ago	100	100	100	100	100	40
Set	100	100	100	100	100	100
Out	100	100	100	100	100	100
Nov	100	100	100	100	100	100
Dez	100	100	100	100	100	100
Jan/96	100	100	100	100	100	100
Fev	20	100	60	100	0	80
Mar	40	20	100	60	100	0

TABELA 16. Floração e frutificação de alporques de três novos clones de cajueiro anão durante o 5º e 6º ano de sua implantação, em condições de irrigação localizada, em Caucaia, Ceará. UFLA, Lavras, MG, 2002

DATA	FAGA 1		FAGA 3		FAGA 4	
	Floração %	Frutificação %	Floração %	Frutificação %	Floração %	Frutificação %
Abr/96	40	0	100	40	80	20
Mai	0	0	40	0	0	0
Jun	100	0	0	0	100	0
Jul	100	60	40	0	100	0
Ago	100	100	100	40	100	100
Set	100	100	100	100	100	100
Out	100	100	100	100	100	100
Nov	100	100	100	100	100	100
Dez	100	100	100	100	100	100
Jan/97	100	100	100	100	100	100
Fev	100	100	100	100	100	100
Mar	80	80	100	100	100	100
Abr	100	80	100	100	100	100
Mai	40	0	100	60	80	40
Jun	20	0	0	0	40	0
Jul	80	0	0	0	80	0
Ago	100	40	100	0	100	20
Set	100	80	100	40	100	100
Out	100	100	100	100	100	100
Nov	100	100	100	100	100	100
Dez	100	100	100	100	100	100
Jan/98	100	100	100	100	80	100
Fev	100	80	100	80	40	20
Mar	80	0	100	40	20	0

TABELA 17. Floração e frutificação de alporques de três novos clones de cajueiro anão durante o 7º e 8º ano de sua implantação, em condições de irrigação localizada, em Caucaia, Ceará. UFLA, Lavras, MG, 2002

DATA	FAGA 1		FAGA 3		FAGA 4	
	Floração %	Frutificação %	Floração %	Frutificação %	Floração %	Frutificação %
Abr/98	40	20	80	0	40	0
Mai	40	0	40	0	20	0
Jun	20	0	100	0	100	0
Jul	100	60	100	60	100	40
Ago	100	100	100	100	100	100
Set	100	100	100	100	100	100
Out	100	100	100	100	100	100
Nov	100	100	100	100	100	100
Dez	100	100	100	100	100	100
Jan/99	100	100	100	100	60	80
Fev	60	60	100	100	40	40
Mar	20	20	40	0	80	0
Abr	20	0	20	0	100	0
Mai	40	0	40	0	80	20
Jun	20	0	40	0	100	0
Jul	60	0	40	0	100	0
Ago	100	0	100	0	100	20
Set	100	80	100	60	100	100
Out	100	100	100	100	100	100
Nov	100	100	100	100	100	100
Dez	100	100	100	100	100	100
Jan/00	80	100	80	100	40	20
Fev	20	0	40	20	0	0
Mar	0	0	0	0	0	0

Martins Júnior (1993), estudando os clones CP 076 e 1001, em condições de irrigação, registrou resultados diferentes dos obtidos para os clones estudados neste trabalho. Para o clone CP 076, após o início da floração (sete meses após o plantio), não houve mais período sem floração, durante 66 meses. Enquanto para o clone 1001, oito meses após o plantio, época em que se iniciou a floração, houve um período de seis meses sem a referida fenofase, seguido por um período de 58 meses com floração contínua.

Almeida et al. (1995b), estudando as progênies dos clones CP 076 e CP 1001, também obtiveram resultados diferentes dos encontrados no presente trabalho, no que se refere à floração. Eles verificaram que, seis meses após o plantio, as duas progênies apresentaram um período de dois meses sem floração. A partir de então, elas permaneceram 52 meses com plantas em floração.

Porém, Silva (1999), trabalhando com seis clones diferentes, obteve respostas semelhantes às auferidas pelo presente estudo.

4.1.2.2 Frutificação

A evolução da frutificação seguiu o mesmo padrão da evolução da floração. Os clones FAGA 1 e 3 iniciaram a frutificação em agosto de 1992, 5 meses após o plantio no campo, com 40% e 20% das plantas, respectivamente, e o clone FAGA 4, em outubro de 1992, após sete meses do transplante, com 40% das plantas. Após isso, tal característica foi observada periodicamente em todos os anos experimentais.

Os meses nos quais as plantas não apresentavam frutificação coincidiam principalmente com os meses de maior precipitação. A exceção foi o clone FAGA 1 que, após ter iniciado a frutificação apresentou percentuais de plantas em frutificação variando de 20% a 100%, durante todo o restante dos dois primeiros anos da cultura no campo.

Os meses de plenitude de frutificação (100%) coincidiram com os meses mais secos do ano (Tabelas 3 a 11 e 14 a 17). É importante salientar que o clone FAGA 1 mostrou-se em frutificação por um período total de 67 meses ou 69,8% do período experimental, e que, a exceção do 6º e 8º anos, quando sua safra foi mais curta que a dos outros dois, suas safras sempre foram iguais ou superiores às dos outros dois clones.

As safras do FAGA 1 variaram de 5 meses, em 1999/2000, a 20 meses contínuos abrangendo as safras 1992/93 e 1993/94 (Tabelas 14 a 17). As do clone FAGA 3, o segundo a apresentar maior quantidade de meses com plantas em frutificação, com 60 meses ou 62,5% do período experimental, variaram de 4 a 9 meses. Para o clone FAGA 4, com 56 meses com plantas em frutificação - 58,3% do período experimental, a duração dos ciclos de frutificação foi de 3 a 9 meses por safra. Evidencia-se, assim, que as plantas mostraram-se em frutificação, mesmo nos meses assinalados entre os mais chuvosos do ano (Tabelas 3 a 11 e 14 a 17).

Por outro lado, Martins Júnior (1993) pesquisou os clones CP 076 e 1001, no período de 1985 a 1991 e propagados por enxertia, em condições diferentes de solo - areia quartzosa, e de água C₂S₁ (água medianamente salina com baixo teor de sódio). Esse autor registrou que ambos os clones iniciaram suas frutificações 10 meses após o plantio definitivo. Demonstrou assim que o clone CP 076 permaneceu em frutificação por 87,5% do período experimental e o clone CP 1001 por 80,5%. Constatou, então, que o fato das plantas de um determinado clone permanecerem por mais tempo em frutificação não significa necessariamente que este clone seja mais produtivo. Isso porque a produtividade cumulativa obtida durante os seis anos em que acompanhou a produção dos clones CCP 076 e CP 1001 foi de 7.532,5 e 12.035,8 kg de castanhas, respectivamente.

Em experimento semelhante aos relatados anteriormente, Almeida et al. (1995b), trabalhou com as progênies dos clones CCP 076 e CCP 1001, nas mesmas condições de solo Podzólico Vermelho Amarelo e de água de irrigação C₃S₁ (água salina e não sódica), empregadas nesta pesquisa e 72 meses como período experimental. Observaram que as progênies 076 e 1001 iniciaram suas frutificações aos 7º e 8º meses, respectivamente, acrescentando ainda, que, após o início da frutificação, a 076 permaneceu nesta fenofase por 58 meses ou 80,5% do período experimental. Já para o "1001", este fato só foi observado por 49 meses, ou seja, por 68,1% do período experimental. Confirma-se novamente que nem sempre as plantas que permanecem por mais tempo em fase de frutificação são as que apresentam maiores produtividades em termos cumulativos. Eles encontraram valores totais de 3.534,3 e 5.227,0 kg de castanhas para as progênies 076 e 1001, respectivamente.

Entretanto, Almeida et al. (1996), pesquisaram o efeito da adubação química de N, P, K e NPK em alporques do clone CP 076 de cajueiro anão, em condições de irrigação. Eles observaram que a frutificação se iniciou no terceiro mês após o plantio no local definitivo em 20% das plantas tratadas com N e 40% das plantas tratadas com P. Esse último foi o tratamento responsável por 100% das plantas com essa fenofase aos dez meses após o plantio definitivo. No segundo ano, a época de maior ocorrência de frutificação foi verificada no período de outubro a dezembro, ressaltando que todos os tratamentos atingiram 100%, em épocas diferentes, sendo o mais precoce em plenitude, o tratamento que recebeu a mistura NPK. Os tratamentos testemunha e com N só permaneceram na plenitude de frutificação durante dois e três meses, respectivamente, enquanto que os demais se mostraram com 100% durante cinco meses consecutivos. Os dados obtidos no presente trabalho vão ao encontro dos de Silva (1999), que, trabalhando com seis clones diferentes, obteve respostas parecidas às auferidas pelo presente estudo.

4.2 Produtividade

4.2.1 Evolução mensal da produtividade de castanhas e pedúnculos

Em todas as safras do período experimental, o clone FAGA 1 foi mais produtivo que os clones FAGA 3 e FAGA 4, os quais, por sua vez, se alternaram, havendo anos em que um produzia mais que o outro (Tabelas 18 a 21).

A duração da safra do clone FAGA 1 variou de 6 a 9 meses, com picos que variaram de 4 a 6 meses, sendo sempre mais prolongada ou igual às safras dos clones FAGA 3 e FAGA 4 que se prolongaram de 5 a 8 meses e 4 a 8 meses, respectivamente, e com picos que duravam de 2 a 5 meses. De maneira geral, os três clones tiveram períodos de produtividade coincidentes, com os períodos de concentração de safra variando muito pouco de ano para ano, predominantemente de setembro/outubro a janeiro/fevereiro, dependendo da distribuição das chuvas.

Comparando-se os dados de produtividade contidos nas Tabelas 18 a 21, com os dados climáticos, expressos nas Tabelas 3 a 11, vê-se que os períodos de safra, principalmente no seu clímax, coincidiam com os períodos de estiagens mais prolongados. Assim, ressalta-se que o ano que apresentou o menor ciclo de produção foi o de 1994, ou seja, o de maior precipitação durante o período experimental. Entretanto, os anos de menores precipitações não foram necessariamente os que se mostraram mais produtivos, com duração ou picos de safras mais prolongados. Tal fato é um indicativo de que a distribuição mensal ou mesmo diária das precipitações é um fator que influencia as safras de maneira muito mais relevante que o volume das precipitações, principalmente quando as plantas são irrigadas.

TABELA 18 Evolução da produtividade de castanhas e pedúnculos de três novos clones de cajueiro anão sob condições de irrigação localizada, no período abril de 1992 a março de 1994, em Caucaia, Ceará. UFLA, Lavras, MG, 2002

Mês/ano	Castanhas (kg/ha)			Pedúnculos (kg/ha)		
	FAGA 1	FAGA 3	FAGA 4	FAGA 1	FAGA 3	FAGA 4
Abr/92	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mai	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Jun	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Jul	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ago	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Set	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Out	51,2	4,1	18,7	458,5	35,4	145,3
Nov	83,0	7,4	26,9	525,5	69,5	167,3
Dez	25,4	20,8	23,0	135,8	148,3	108,9
Jan/93	41,5	23,8	28,0	218,7	118,7	151,1
Fev	4,5	0,8	2,0	23,8	4,5	11,4
Mar	1,3	0,2	0,0	6,8	1,1	0,0
Total	206,9	57,2	98,6	1.369,3	377,4	584,0
Abr/93	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mai	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Jun	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Jul	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ago	12,9	1,1	0,0	77,7	11,9	0,0
Set	111,1	68,7	7,7	719,3	287,4	75,0
Out	445,4	95,3	26,7	2.946,4	761,8	258,4
Nov	27,7	59,8	47,9	134,5	352,2	335,3
Dez	186,1	35,9	11,0	1.023,8	299,1	81,6
Jan/94	113,4	2,0	4,1	523,2	19,0	29,1
Fev	28,6	0,0	0,0	1.492,1	0,0	0,0
Mar	15,9	0,0	0,0	92,8	0,0	0,0
Total	941,2	262,9	97,5	7.009,7	1.731,5	779,4

TABELA 19 Evolução da produtividade de castanhas e pedúnculos de três novos clones de cajueiro anão sob condições de irrigação localizada, no período abril de 1994 a março de 1996, em Caucaia, Ceará. UFLA, Lavras, MG, 2002

Mês/ano	Castanhas (kg/ha)			Pedúnculos (kg/ha)		
	FAGA 1	FAGA 3	FAGA 4	FAGA 1	FAGA 3	FAGA 4
Abr/94	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mai	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Jun	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Jul	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ago	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Set	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Out	384,5	0,0	0,0	3.657,2	0,0	0,0
Nov	681,9	7,4	219,0	4.105,4	55,2	1.359,0
Dez	204,4	172,1	189,5	1.205,0	1.107,4	943,4
Jan/95	315,2	197,4	76,5	1.717,4	998,1	426,9
Fev	36,2	6,4	16,0	206,9	34,6	90,1
Mar	8,4	0,9	0,0	55,8	8,7	0,0
Total	1.630,6	384,3	501,1	1.0947,6	2.203,9	2.819,3
Abr/95	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mai	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Jun	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Jul	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ago	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Set	274,9	135,9	102,0	1.837,2	814,1	716,0
Out	458,0	93,5	285,7	3.928,5	647,9	2.628,2
Nov	1.051,2	264,4	351,0	7.534,3	2.030,8	2.142,3
Dez	157,4	145,3	151,8	925,1	856,1	692,1
Jan/96	397,0	169,9	162,6	1.969,9	722,8	714,7
Fev	119,0	46,1	38,8	615,4	242,0	197,7
Mar	8,8	0,7	0,0	46,4	6,5	0,0
Total	2.466,4	853,7	1.091,9	16.856,8	5.320,2	7.091,1

TABELA 20 Evolução da produtividade de castanhas e pedúnculos de três novos clones de cajueiro anão sob condições de irrigação localizada, no período abril de 1996 a março de 1998, em Caucaia, Ceará. UFLA, Lavras, MG, 2002

Mês/ano	Castanhas (kg/ha)			Pedúnculos (kg/ha)		
	FAGA 1	FAGA 3	FAGA 4	FAGA 1	FAGA 3	FAGA 4
Abr/96	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mai	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Jun	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Jul	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ago	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Set	220,0	0,0	0,0	1.687,5	0,0	0,0
Out	1.955,2	235,9	314,3	15.992,5	1.699,7	2.430,9
Nov	410,0	348,6	546,3	3.702,9	2.471,5	4.002,2
Dez	370,8	481,6	258,2	3.532,6	3.636,6	2.107,2
Jan/97	401,8	262,1	358,7	3.458,8	1.848,5	2.503,7
Fev	51,5	124,6	89,6	521,2	732,6	679,8
Mar	32,3	43,5	26,8	350,6	304,9	238,4
Total	3.441,7	1.496,2	1.593,9	29.246,2	10.693,8	11.962,3
Abr/97	4,4	9,7	1,8	42,5	49,4	7,9
Mai	10,1	0,0	0,0	64,4	0,0	0,0
Jun	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Jul	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ago	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Set	293,7	0,0	124,6	2.660,5	0,0	829,6
Out	1.811,2	213,7	981,7	15.200,1	1.443,0	5.528,6
Nov	1.285,0	574,6	617,4	9.086,8	4.238,2	4.551,0
Dez	853,7	1.302,2	1.165,0	6.315,9	10.898,9	8.285,2
Jan/98	666,6	1.412,4	391,3	3.931,9	9.100,3	2.153,6
Fev	119,9	104,6	93,3	747,6	733,3	476,3
Mar	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	5.044,6	3.617,1	3.375,0	38.049,7	26.463,1	21.833,1

TABELA 21 Evolução da produtividade de castanhas e pedúnculos de três novos clones de cajueiro anão sob condições de irrigação localizada, no período abril de 1998 a março de 2000, em Caucaia, Ceará. UFLA, Lavras, MG, 2002.

Mês/ano	Castanhas (kg/ha)			Pedúnculos (kg/ha)		
	FAGA 1	FAGA 3	FAGA 4	FAGA 1	FAGA 3	FAGA 4
Abr/98	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mai	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Jun	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Jul	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ago	178,5	152,1	144,6	1.135,8	1.162,8	911,8
Sct	1.552,2	935,3	1.290,9	13.248,6	8.457,1	8.548,1
Out	1.633,3	872,5	1.284,1	12.645,0	7.716,5	11.082,3
Nov	875,2	835,4	454,1	6.575,9	6.122,4	3.933,9
Dez	366,1	233,5	181,4	2.688,2	1.910,8	1.360,0
Jan/99	310,9	1.370,9	352,7	1.909,4	9.722,5	1.884,9
Fev	73,5	197,1	30,0	561,1	1.639,6	222,7
Mar	24,3	75,7	5,1	158,9	700,5	32,0
Total	5.013,9	4.672,4	3.742,9	38.922,8	37.432,1	27.975,7
Abr/99	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mai	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Jun	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Jul	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ago	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sct	111,0	54,6	116,5	904,8	156,5	745,7
Out	950,2	191,7	835,4	7.919,2	1.392,5	6.576,4
Nov	698,3	1.043,0	795,1	5.492,0	7.890,3	5.174,7
Dez	808,0	556,1	245,0	6.349,0	3.823,0	1.502,7
Jan/00	405,9	324,8	144,8	2.866,2	1.841,0	840,4
Fev	126,4	170,7	81,4	932,1	1.119,7	486,7
Mar	144,8	80,4	4,9	979,7	618,4	28,7
Total	3.244,5	2.421,3	2.223,2	25.434,0	16.841,5	15.355,4

As evoluções mensais das produções de castanhas e pedúnculos foram muito diferentes entre os três clones. As do FAGA 1 foram bem mais prolongadas que as dos clones FAGA 3 e FAGA 4, que diferiram entre si de uma maneira menos acentuada Tabelas 18 a 21 A produtividade bastante superior do clone FAGA 1 sobre os outros dois clones logo no primeiro ano de vida das plantas no campo, pode ser um indicativo de sua maior precocidade.

Os resultados obtidos no presente trabalho, relativos a evoluções mensais das produções de pedúnculos e castanhas, são diferentes dos obtidos por Martins Júnior (1993) ao estudar os clones CP 076 e CP 1001, quando irrigados. Ele verificou que o clone CP 076 concentra 80 a 90% de sua produção em oito meses do ano, e que, durante um período de 64 meses, esse clone só deixou de produzir frutos em um único mês. O clone CP 1001, apesar de também concentrar sua produção em oito meses, deixou de produzir, no citado período de 64 meses, seis meses em anos diferentes. Almeida et al. (1998b), por outro lado, estudando progênies dos dois clones acima citados obtiveram resultados quase semelhantes aos aqui obtidos. Eles constataram que os dois clones produziram na mesma época, ou seja, de janeiro a março de 1988, interrompendo a produção de abril a agosto do mesmo ano, retomando-a durante o período de setembro de 1988 a fevereiro do ano seguinte. Nos dois últimos anos, foram registradas produções de agosto a março. Silva (1999), trabalhando com seis clones diferentes, sob condições semelhantes ao presente trabalho, obteve respostas parecidas às auferidas. Assim, conclui-se que ano e genótipo influenciam na duração da safra e que os picos de produtividade são coincidentes, sempre ocorrendo na estação de estiagem das chuvas.

4.2.2 Produção dos diferentes clones analisados

A análise de variância para a produtividade de castanhas e pedúnculos revela que houve diferenças significativas entre a produtividade de castanhas e pedúnculos dos clones FAGA 1, FAGA 3 e FAGA 4. Ficou demonstrado também que ocorreu efeito significativo de safras, bem como das interações entre clones e safras (Tabela 22).

Durante o período experimental, o clone FAGA 1 foi significativamente mais produtivo, para castanhas e pedúnculos, que os outros dois clones, os quais não diferiram significativamente entre si (Tabela 23).

A constatação de diferenças significativas entre as safras seria perfeitamente compreensível, uma vez que o esperado era que as produtividades tanto de frutos como de pseudofrutos aumentassem à proporção que as plantas se desenvolvessem. Porém, comparando-se as médias de produção das oito safras (Tabela 24), ficou evidenciado que a safra 1999/2000, oitavo e último ano experimental, não diferiu significativamente da safra 1996/97, sendo significativamente inferior as duas safras anteriores, 1998/1999 e 1997/1998, que não diferem entre si estatisticamente.

TABELA 22 Análise de variância da produtividade anual de castanhas e pedúnculos de três novos clones de cajueiro anão, FAGA 1, FAGA 3 e FAGA 4, propagados por alporquia, em condições de irrigação localizada, de mar/92 a mar/2000, em Caucaia, Ceará. UFLA, Lavras, MG, 2002.

Causas de variação	GL	Quadrados médios	
		kg de castanhas/ha ¹	kg de pedúnculos/ha ¹
Fator clones	02	2.435,13*	22.091,69*
Resíduo (A)	12	173,58	1.371,35
Fator safras	07	6.116,65*	47.871,78*
Clones x safras	14	89,23*	791,19*
Resíduo (B)	84	42,69	300,15
CV (A) %		33,30	34,86
CV (B) %		16,52	16,31

1) dados transformados para \sqrt{x} , antes da análise.

2) * significativos a 5% de probabilidade.

TABELA 23 Médias de produtividade de castanhas e pedúnculos de três novos clones de cajueiro anão, FAGA 1, FAGA 3 e FAGA 4, propagados por alporquia, em condições de irrigação localizada, de mar/92 a mar/2000, em Caucaia, Ceará. UFLA, Lavras, MG, 2002.

a) Comparação das médias de produtividade de castanhas: $\Delta = 11,11$		
Clone: Produtividade	FAGA 1	FAGA 3
FAGA 4: 34,59	13,95*	0,93 ^{ns}
FAGA 3: 35,52	13,02*	
FAGA 1 ^a , FAGA 3 ^b , FAGA 4 ^b		
b) Comparação das médias de produtividade de pedúnculos: $\Delta = 31,22$		
Clone: Produtividade	FAGA 1	FAGA 3
FAGA 4: 90,69	42,59*	4,06 ^{ns}
FAGA 3: 94,75	38,53*	
FAGA 1 ^a , FAGA 3 ^b , FAGA 4 ^b		

*=significativo; ns=não significativo; ^{a,b,c}=Letras distintas mostram diferenças significativas

TABELA 24 Comparação das médias de produtividade de castanhas e pedúnculos, de oito safras de três clones de cajueiro anão, FAGA 1, FAGA 3 e FAGA 4, propagados por alporquia, em condições de irrigação localizada, de mar/92 a mar/2000, em Caucaia, Ceará. UFLA, Lavras, MG, 2002.

a) Comparação das médias de produtividade das safras de castanhas: $\Delta = 10,5$							
	Safra98/99	Safra97/98	Safra99/00	Safra96/97	Safra95/96	Safra94/95	Safra93/94
	66,50	62,05	50,67	44,99	36,57	26,81	18,45
Safra92/93 10,36	56,14*	51,69*	40,31*	34,63*	26,21*	16,45*	8,09 ^{ns}
Safra93/94 18,45	48,05*	43,60*	32,22*	26,54*	18,12*	8,36 ^{ns}	
Safra94/95 26,81	39,69*	35,24*	23,86*	18,18*	9,76 ^{ns}		
Safra95/96 36,57	29,93*	25,48*	14,10*	8,42 ^{ns}			
Safra96/97 44,99	21,51*	17,06*	5,68 ^{ns}				
Safra99/00 50,67	15,83*	11,38*					
Safra97/98 62,05	4,45 ^{ns}						
Safra98/99 ^a Safra97/98 ^a Safra99/00 ^b Safra96/97 ^{bc} Safra95/96 ^{cd} Safra94/95 ^d Safra93/94 ^{de} Safra92/93 ^e							
b) Comparação das médias de produtividade das safras de pedúnculos: $\Delta = 27,83$							
	Safra98/99	Safra97/98	Safra99/00	Safra96/97	Safra95/96	Safra94/95	Safra93/94
	185,06	165,77	136,35	125,97	93,93	66,68	49,95
Safra92/93 26,22	158,84*	139,55*	110,13*	99,75*	67,71*	40,46*	23,73*
Safra93/94 49,95	135,11*	115,82*	86,40*	76,02*	43,98*	16,73 ^{ns}	
Safra94/95 66,68	118,38*	99,09*	69,67*	59,29*	27,25 ^{ns}		
Safra95/96 93,93	91,13*	71,84*	42,42*	32,04*			
Safra96/97 125,97	59,09*	39,80*	10,38 ^{ns}				
Safra99/00 136,35	48,71*	29,42*					
Safra97/98 165,77	19,29 ^{ns}						
Safra98/99 ^a Safra97/98 ^a Safra99/00 ^b Safra96/97 ^b Safra95/96 ^c Safra94/95 ^{cd} Safra93/94 ^{de} Safra92/93 ^e							
Obs.: Letras distintas mostram diferenças significativas entre as safras.							

Poder-se-ia aceitar como normal que, à medida que o desenvolvimento das plantas se aproxime da sua estabilização, a produção tenda a não diferir significativamente. Porém, o que foi revelado pelo teste é totalmente fora das expectativas. Provavelmente, a queda da produtividade deve-se principalmente ao possível esgotamento do solo, um Podzólico Vermelho Amarelo Abruptico plíntico A fraco textura arenosa, conforme Tabela 1. Trata-se de acidez elevada, de baixo teor de matéria orgânica e de nitrogênio total, pobre em fósforo extraível e potássio trocável e também de baixa capacidade de troca de cátions (T), com baixa percentagem de saturação e baixo teor de bases trocáveis (Ca, Mg, Na, e K). O alumínio trocável, em média, constitui 45% do complexo de troca, apresentando-se em teores considerados de toxidez média para as plantas (Kiehl, 1979) Cabe salientar que não se fez reposição de nutrientes ao longo de todo experimento. Para que a suposição da deficiência de solo ganhe força, deve-se ressaltar o fato de que não ocorreu no período qualquer alteração significativa dos fatores climáticos, que se mantiveram dentro da normalidade nos anos em que a referida safra foi colhida.

Quando analisada individualmente a interação de cada um dos três clones estudados com as safras (Tabelas 25 a 27), constata-se que a interação dos clones FAGA 3 e FAGA 4 em relação às safras foi semelhante ao comportamento dos três clones, quando avaliados em conjunto. Porém, no que diz respeito ao clone ao clone FAGA 1, a safra 1999/2000 também não diferiu significativamente da safra 1996/97. Contudo, foi inferior e, além disso, a produção deste clone na safra 1999/2000 também não diferiu significativamente das safras 1995/1996 e 1994/1995 (Tabelas 28 a 30). O comportamento do clone FAGA 1, que foi significativamente mais produtivo que os demais, vem corroborar a hipótese de deficiência do solo. Isso leva a supor que ele, por ter sido o que mais retirou nutrientes do solo, foi o primeiro a revelar, de maneira a ser detectada matematicamente, o efeito dessas deficiências.

Com base nesses resultados, pode-se formular as hipóteses de que o clone FAGA 1 é mais eficiente que os outros clones para a absorção dos nutrientes disponíveis no solo, levando-o a ter um melhor desempenho em solos pobres, ou que o desempenho inferior dos clones FAGA 3 e FAGA 4, em relação ao clone FAGA 1, deve-se a uma menor capacidade reprodutiva ou a uma menor eficiência na absorção de nutrientes. Ainda, que a produtividade dos clones, principalmente o FAGA 3 e o FAGA 4, supostamente menos eficiente para a absorção de nutrientes quando em baixa concentração, poderia ser melhorada com adubações adequadas ou em solos menos inóspitos, hipóteses estas que devem ser averiguadas em uma outra etapa da pesquisa.

4.2.3 Peso médio de castanhas e de pedúnculos dos diferentes clones pesquisados

A análise de variância detectou a existência de diferenças significativas entre os pesos médios de castanhas e pedúnculos dos clones FAGA 1, FAGA 3 e FAGA 4. Ocorreu efeito significativo entre safras, tanto para o peso médio de castanhas como para o de pedúnculos. No que se refere às interações entre clones e safras foram significativas somente para o peso médio dos pedúnculos (Tabela 28).

TABELA 25 Comparação das médias de produtividade de castanhas e pedúnculos, de oito safras do clone FAGA 1 de cajueiro anão, propagado por alporquia, em condições de irrigação localizada, de mar/92 a mar/2000, em Caucaia, Ceará. UFLA, Lavras, MG, 2002.

a) Comparação das médias de produtividade das safras de castanhas: $\Delta = 18,14$							
	Safra98/99	Safra97/98	Safra96/97	Safra99/00	Safra95/96	Safra94/95	Safra93/94
	70,49	69,38	58,02	56,48	48,94	40,27	30,43
Safra92/93 14,34	56,15*	55,04*	43,68*	42,14*	34,60*	25,93*	16,09 ^{ns}
Safra93/94 30,43	40,06*	38,95*	27,59*	26,05*	18,51*	9,84 ^{ns}	
Safra94/95 40,27	30,22*	29,11*	17,75*	16,21 ^{ns}	8,67 ^{ns}		
Safra95/96 48,94	21,55*	20,44*	9,08 ^{ns}				
Safra99/00 56,48	14,01 ^{ns}	12,90 ^{ns}					
Safra96/97 58,02							
Safra97/98 69,38							
Safra98/99 ^a Safra97/98 ^a Safra96/97 ^{ab} Safra99/00 ^{ab} Safra95/96 ^b Safra94/95 ^{bc} Safra93/94 ^{cd} Safra92/93 ^d							
b) Comparação das médias de produtividade das safras de pedúnculos: $\Delta = 48,21$							
	Safra98/99	Safra97/98	Safra96/97	Safra99/00	Safra95/96	Safra94/95	Safra93/94
	196,22	190,49	164,37	157,98	127,84	104,27	83,11
Safra92/93 36,86	159,36*	153,63*	132,51*	121,12*	91,01*	67,41*	46,25 ^{ns}
Safra93/94 83,11	113,11*	107,38*	86,26*	74,87*	44,76 ^{ns}		
Safra94/95 104,27	91,95*	86,22*	65,10*	53,71*			
Safra95/96 127,84	68,38*	62,65*	41,53 ^{ns}	30,14 ^{ns}			
Safra99/00 157,98	38,35 ^{ns}	32,62 ^{ns}					
Safra96/97 164,37							
Safra97/98 190,49							
Safra98/99 ^a Safra97/98 ^a Safra96/97 ^{ab} Safra99/00 ^{ab} Safra95/96 ^{bc} Safra94/95 ^c Safra93/94 ^{cd} Safra92/93 ^d							
Letras distintas mostram diferenças significativas entre as safras.							

TABELA 26 Comparação das médias de produtividade de castanhas e pedúnculos, de oito safras do clone FAGA 3 de cajueiro anão, propagado por alporquia, em condições de irrigação localizada, de mar/92 a mar/2000, em Caucaia, Ceará. UFLA, Lavras, MG, 2002.

a) Comparação das médias de produtividade das safras de castanhas: $\Delta = 18,14$							
	Safra98/99	Safra97/98	Safra99/00	Safra96/97	Safra95/96	Safra94/95	Safra93/94
	68,20	59,60	49,07	37,70	27,85	18,69	15,64
Safra92/93 10,36	60,83*	52,23*	41,70*	30,33*	20,48*	11,32 ^{ns}	
Safra93/94 18,45	52,56*	43,96*	33,43*	22,06*	12,21 ^{ns}		
Safra94/95 26,81	49,51*	40,91*	30,38*	19,01*			
Safra95/96 36,57	40,35*	31,75*	21,22*	9,85 ^{ns}			
Safra96/97 44,99	30,50*	21,90*	11,37 ^{ns}				
Safra99/00 50,67	19,13*	10,53 ^{ns}					
Safra97/98 62,05	8,60 ^{ns}						
Safra98/99 ^a Safra97/98 ^{ab} Safra99/00 ^{bc} Safra96/97 ^{cd} Safra95/96 ^{de} Safra94/95 ^{ef} Safra93/94 ^{ef} Safra92/93 ^f							
b) Comparação das médias de produtividade das safras de pedúnculos: $\Delta = 48,21$							
	Safra98/99	Safra97/98	Safra99/00	Safra96/97	Safra95/96	Safra94/95	Safra93/94
	192,87	160,97	129,22	100,76	70,04	44,60	40,58
Safra92/93 26,22	173,88*	141,98*	110,13*	81,77*	51,05*	25,61 ^{ns}	
Safra93/94 49,95	152,29*	120,39*	88,54*	60,18*	29,46 ^{ns}		
Safra94/95 66,68	148,27*	116,37*	84,52*	56,16*			
Safra95/96 93,93	122,83*	90,93*	59,08*	30,72 ^{ns}			
Safra96/97 125,97	92,11*	60,21*	28,36 ^{ns}				
Safra99/00 136,35	63,75*	31,85 ^{ns}					
Safra97/98 165,77	31,90 ^{ns}						
Safra98/99 ^a Safra97/98 ^{ab} Safra99/00 ^{bc} Safra96/97 ^c Safra95/96 ^c Safra94/95 ^{de} Safra93/94 ^{de} Safra92/93 ^e							
Letras distintas mostram diferenças significativas entre as safras.							

TABELA 27 Comparação das médias de produtividade de castanhas e pedúnculos, de oito safras do clone FAGA 4 de cajueiro anão, propagado por alporquia, em condições de irrigação localizada, de mar/92 a mar/2000, em Caucaia, Ceará, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. UFLA, Lavras, MG, 2002.

a) Comparação das médias de produtividade das safras de castanhas: $\Delta = 18,14$							
	Safra98/99	Safra97/98	Safra99/00	Safra96/97	Safra95/96	Safra94/95	Safra92/93
	60,82	57,17	46,47	39,25	32,93	21,47	9,36
Safra93/94 9,27	51,55*	47,90*	37,20*	29,98*	23,66*	12,2 ^{ns}	
Safra92/93 9,36	51,46*	47,81*	37,11*	29,85*	23,57*		
Safra94/95 21,47	39,35*	35,70*	25,00*	17,78 ^{ns}			
Safra95/96 32,93	27,89*	24,24*	13,54 ^{ns}				
Safra96/97 39,25	21,57*	17,92 ^{ns}					
Safra99/00 46,47	14,35 ^{ns}						
Safra97/98 57,17							
Safra98/99 ^a Safra97/98 ^{ab} Safra99/00 ^{abc} Safra96/97 ^{bc} Safra95/96 ^{cd} Safra94/95 ^{de} Safra92/93 ^e Safra93/94 ^f							
b) Comparação das médias de produtividade das safras de pedúnculos: $\Delta = 48,21$							
	Safra98/99	Safra97/98	Safra99/00	Safra96/97	Safra95/96	Safra94/95	Safra93/94
	166,09	145,55	121,85	107,77	83,88	51,16	26,16
Safra92/93 22,78	143,31*	122,77*	99,07*	84,99*	61,10*	28,38 ^{ns}	
Safra93/94 26,16	139,92*	119,38*	95,68*	81,60*	57,71*		
Safra94/95 51,16	114,93*	94,39*	70,69*	56,61*	32,72 ^{ns}		
Safra95/96 83,88	82,21*	61,67*	37,97 ^{ns}	19,89 ^{ns}			
Safra96/97 107,77	58,32*	37,78 ^{ns}					
Safra99/00 121,85	44,24 ^{ns}						
Safra97/98 145,55							
Safra98/99 ^a Safra97/98 ^{ab} Safra99/00 ^{abc} Safra96/97 ^{bc} Safra95/96 ^{cd} Safra94/95 ^{de} Safra93/94 ^e Safra92/93 ^f							

Letras distintas mostram diferenças significativas entre as safras.

TABELA 28 Análise de variância do peso médio de castanhas e de pedúnculos dos clones FAGA 1, FAGA 3 e FAGA 4, de cajueiro anão precoce, propagados por alporquia, em condições de irrigação localizada, de mar/92 a mar/2000, em Caucaia, Ceará. UFLA, Lavras, MG, 2002.

Causas de variação	Quadrados médios		
	GL	Peso médio de castanhas ¹	Peso médio de pedúnculos ¹
Entre clones	02	1,630*	5,101*
Resíduo (A)	12	0,018	1371,350
Entre safras	07	0,131*	5,847*
Clones x safras	14	0,023 ^{ns}	0,575*
Resíduo (B)	84	0,016	0,085
CV (A) %		3,5	4,100
CV (B) %		3,3	2,900

1) dados transformados para \sqrt{x}

2) * = significativos a 5% de probabilidade.

3) ns = não significativo a 5% de probabilidade.

O peso médio das castanhas do clone FAGA 3 foi significativamente maior que o peso médio do clone FAGA 4 que por sua vez, diferiu significativamente do peso médio do clone FAGA 1 (Tabela 29). O fato do peso médio das castanhas do clone FAGA 1 ser significativamente inferior não implica dizer que estas castanhas são pequenas ou inferiores comercialmente às demais. O peso médio das castanhas dos clones FAGA 1, FAGA 3 e FAGA 4, que variou de 12,2 a 14,3 , 14,8 a 17,9 e 13,3 a 16,16 g, respectivamente, foi superior aos pesos médios relatados por Almeida et al. (2000) e Almeida et al. (1998b) para os clones e progênies CP 076 e CP 1001, que foram 8,0 e 8,5 g ,

TABELA 29 Comparação dos pesos médios de castanhas e pedúnculos de três clones de cajueiro anão, FAGA 1, FAGA 3 e FAGA 4, propagados por alporquia, em condições de irrigação localizada, de mar/92 a mar/2000, em Caucaia, Ceará. UFLA, Lavras, MG, 2002.

a) Comparação dos pesos médios de castanhas: $\Delta = 0,11$		
	FAGA 3	FAGA 4
Clone: Produtividade	4,05	3,83
FAGA 1: 3,64	0,41*	0,19*
FAGA 4: 3,83	0,22*	
FAGA 3 ^a , FAGA 4 ^b , FAGA 1 ^c .		
b) Comparação dos pesos médios de pedúnculos: $\Delta = 0,35$		
	FAGA 3	FAGA 4
Clone: Produtividade	10,57	10,01
FAGA 1: 9,90	0,67*	0,11 ^{ns}
FAGA 4: 10,01	0,56*	
FAGA 3 ^a , FAGA 4 ^b , FAGA 1 ^b .		

1) dados transformados para.

2) * = significativos a 5% de probabilidade.

3) ns = não significativo a 5% de probabilidade.

respectivamente. Quanto à diferença entre o peso médio dos pedúnculos dos três clones, o teste de Tukey revelou que o peso médio dos pedúnculos do clone FAGA 3 foi significativamente superior ao dos dois outros clones, que não diferiram significativamente entre si (Tabela 29).

O peso médio das castanhas nas safras 1992/1993 e 1994/1995 diferiram significativamente das demais (Tabela 30). Estas diferenças podem ser atribuídas ao fato de que as plantas encontravam-se em crescimento e em produção simultaneamente, o que exigia um fluxo de grande quantidade de nutrientes para o desenvolvimento das plantas, induzindo, assim, um desbalanciamento entre fonte e dreno. Em relação às diferenças entre os pesos médios dos pedúnculos nas diferentes safras (Tabela 30), as considerações são

similares, uma vez que o comportamento foi semelhante ao apresentado pelos pesos das castanhas.

TABELA 30 Comparação dos pesos médios de castanhas e pedúnculos, em oito safras de três clones de cajuciro anão, FAGA 1, FAGA 3 e FAGA 4, propagados por alporquia, em condições de irrigação localizada, de mar/92 a mar/2000, em Caucaia, Ceará. UFLA, Lavras, MG, 2002.

a) Comparação dos pesos médios das castanhas por safras: $\Delta = 0,20$							
	Safra97/98	Safra93/94	Safra95/96	Safra99/00	Safra98/99	Safra96/97	Safra92/93
	3,96	3,92	3,89	3,88	3,85	3,81	3,72
Safra94/95	3,69	0,27*	0,23*	0,20*	0,19*		
Safra92/93	3,72	0,24*	0,20*	0,17 ^{ns}			
Safra96/97	3,81	0,15 ^{ns}	0,11 ^{ns}				
Safra98/99	3,85						
Safra99/00	3,88						
Safra95/96	3,89						
Safra93/94	3,92						
Safra97/98 ^a	Safra93/94 ^a	Safra95/96 ^{ab}	Safra99/00 ^{ab}	Safra98/99 ^{abc}	Safra96/97 ^{nbx}		
Safra92/93 ^{bc}	Safra94/95 ^c						
b) Comparação dos pesos médios das castanhas por safras: $\Delta = 0,47$							
	Safra98/99	Safra93/94	Safra96/97	Safra97/98	Safra99/00	Safra95/96	Safra92/93
	10,64	10,65	10,60	10,56	10,33	9,96	9,43
Safra94/95	9,09	1,65*	1,61*	1,56*	1,52*	1,29*	0,92*
Safra92/93	9,43	1,26*	1,22*	1,17*	1,13*	0,90*	0,53*
Safra95/96	9,96	0,73*	0,69*	0,64*	0,60*	0,37 ^{ns}	
Safra99/00	10,33	0,36 ^{ns}	0,32 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,23 ^{ns}		
Safra97/98	10,56						
Safra96/97	10,60						
Safra93/94	10,65						
Safra98/99 ^a	Safra93/94 ^a	Safra96/97 ^a	Safra97/98 ^a	Safra99/00 ^{ab}	Safra95/96 ^b	Safra92/93 ^c	
Safra94/95 ^c							

Letras distintas mostram diferenças significativas entre as safras.

O fato dos pesos médios não diferirem significativamente nos anos que antecederam a estabilização da cultura dá embasamento a hipótese sugerida.

4.3 Correlação entre as fenofases do cajueiro e os principais fatores climáticos

As correlações entre as fenofases crescimento em altura e envergadura, crescimento vegetativo qualitativo, queda de folhas, floração, frutificação, produtividade e peso médio de castanhas e pedúnculos, com os fatores do clima, precipitação, umidade relativa do ar, evapotranspiração, radiação solar, insolação, temperatura e velocidade do vento, anualmente e durante todo o período experimental são apresentadas na Tabela 31. Quando realizadas anualmente, ocorreu uma grande discrepância de resultados, tendo ocorrido anos em que as correlações aparentaram ser altamente significativas e negativas. Em outros a correlação do mesmo fator com a fenofase foi significativa e positiva e ainda anos em que a correlação não teve significância.

Na realidade, para todos os fatores climáticos, as análises sempre apontaram para um tipo de correlação que predomina em um maior número de anos que em outros, o que indica uma tendência que prevalece sobre as outras. A aparente contradição em que um determinado ano a correlação se mostra diferente e até mesmo oposta à tendência predominante para aquele fator climático, se justifica pelo fato de que o fator em avaliação não é o único elemento a determinar o comportamento da cultura. O estudo da fenologia feito neste experimento é baseado na análise de correlação que fornece o comportamento da fenofase durante o período em que um dado fator climático está incidindo sobre a cultura, sem avaliar a influência dos demais fatores que atuam sobre a cultura para que ela possa se desenvolver. Tal característica não permite avaliar o grau de influência que o fator climático avaliado tende a

exercer sobre o comportamento da fenofase estudada, mas possibilita especular sobre a tendência da influência que um certo fator climático exercerá sobre as fenofases na região onde o estudo é levado a efeito.

TABELA 31 Correlações obtidas entre as diferentes fenofases de três clones de cajueiro anão, FAGA 1, FAGA 3 e FAGA 4, propagados por alporquia, em condições de irrigação localizada, e os fatores do clima, de mar/92 a mar/2000, em Caucaia, Ceará. UFLA, Lavras, MG, 2002.

Fenofases	Fatores do Clima						
	T	UR	VV	I	RS	P	Evt
Altura	+	+	-	-	sc	+	+
Envergadura	+	+	-	-	sc	+	+
CVQ	sc	sc	sc	sc	sc	sc	sc
QF	sc	sc	sc	sc	sc	sc	sc
Floração	+	-	+	+	+	-	+
Frutificação	+	-	+	+	+	-	+
Castanhas kg /ha	+	-	+	+	+	-	+
pedúnculos kg/ha	+	-	+	+	+	-	+
PMC	+	-	+	+	+	-	+
PMP	+	-	+	+	+	-	+

CVQ = crescimento vegetativo qualitativo; QF = queda de folhas; PMC = peso médio de castanhas; PMP = peso médio de pedúnculos; T = temperatura; UR = umidade relativa; VV = velocidade do vento; I = insolação; RS = radiação solar; P = precipitação; Evt = evapotranspiração; + = tendência positiva; - = tendência negativa; sc = sem correlação; - = correlação negativa.

Ao serem avaliadas as correlações obtidas entre os fatores climáticos e as fenofases, no transcorrer de todo experimento, verificou-se que elas não foram significativas. Sabe-se que o estudo da fenologia é o mais indicado para informar a resposta imediata das plantas às variações do clima. Assim, o fato de não ter sido encontrada correlação significativa entre as diversas fenofases e os fatores climáticos estudados pode ser um indicativo de que as variações nos índices climáticos durante o experimento nunca atingiram níveis que pudessem alterar significativamente os ciclos de desenvolvimento das plantas. Além disso, é provável que o clima da região permita o desenvolvimento da cultura sem impor grandes limitações.

O fator climático que no decorrer de um ano apresenta variações significativas, capazes de influenciar o comportamento de algumas fenofases e também influenciar as variações dos demais fatores climáticos, é a precipitação pluviométrica (Tabelas 3 a 11 e 12 a 21). Este fator influencia todas as fenofases com maior ou menor intensidade, principalmente a floração, frutificação, produtividade e peso médio de castanhas e pedúnculos.

O fato das plantas terem sido irrigadas durante os períodos de estiagem, e, ainda assim, apresentarem correlação positiva entre as fenofases crescimento em altura e envergadura e a precipitação, evidencia o quanto esta cultura necessita de água para acelerar o seu crescimento até alcançar o seu máximo desenvolvimento. Por outro lado, a ausência de correlação do crescimento vegetativo quantitativo e queda de folhas com os fatores do clima, principalmente com a precipitação, pode ser um indicativo de que a irrigação nos períodos secos induz a um fluxo foliar contínuo.

Assim, as tendências de correlações positivas entre evapotranspiração, radiação solar, insolação, temperatura e velocidade do vento e as fenofases plantas em floração e frutificação, produtividade e peso médio de castanhas e pedúnculos, deve-se ao fato de que, no início da estação chuvosa, o cajueiro tende a iniciar um período de pausa em suas fenofases reprodutivas. Após o término do período chuvoso, as taxas de radiação solar, insolação, evapotranspiração e velocidade do vento aumentaram. A integração desses fatores com a água acumulada no solo induziram ao incremento das fenofases reprodutivas.

Observou-se que o fluxo foliar do cajueiro anão nas condições estudadas não se interrompeu durante a estação chuvosa, não apresentando correlação entre a precipitação e o crescimento vegetativo quantitativo e a queda de folhas. Sendo o fluxo foliar o responsável no cajueiro, pela formação de novos sítios florais, seria de se esperar que não ocorresse, como ocorreu, a interrupção das fenofases relacionadas à produção quando o cajueiro é irrigado. Uma hipótese aventada para explicar este fato é a de que os fatores climáticos observados durante o período experimental não foram diretamente limitantes para a produção do cajueiro. As causas para essa interrupção seriam a ação de patógenos que, no período chuvoso, encontrariam condições propícias para o seu desenvolvimento, atacando, com grande virulência, as flores e os frutos em formação, muito mais sensíveis do que as folhas e ramos. Outra hipótese seria um período de repouso reprodutivo endógeno com o objetivo de repor os nutrientes que foram utilizados na floração e frutificação anteriores.

Martins Júnior (1993) realizou estudos das correlações obtidas entre os fatores do clima e as fenofases vegetativas e reprodutivas de plantas enxertadas dos clones CCP 076 e 1001, também submetidos à irrigação. O autor relata que obteve resultados semelhantes aos encontrados para os clones FAGA 1, FAGA 3 e FAGA 4 avaliados nesse trabalho, no que se refere à correlação do

crescimento em altura com a temperatura e crescimento vegetativo qualitativo e queda de folhas com todos os fatores do clima. Correlações semelhantes foram encontradas para o clone CCP 1001 entre o crescimento em envergadura e precipitação, e, entre a floração e frutificação e todos os fatores climáticos. Constatou, ainda, para ambos os clones, CCP 076 e 1001, correlações com tendências opostas às encontradas para os clones FAGA 1, FAGA 3 e FAGA 4, no que diz respeito ao crescimento em altura com precipitação e umidade relativa do ar, não sendo significativas as demais correlações calculadas.

Silva (1999), pesquisando correlações entre plantas obtidas por alporquia de clones irrigados, demonstrou tendência definida de correlação negativa da floração e frutificação com a umidade relativa do ar. Essas mesmas fenofases apresentaram tendência de correlação positiva com a insolação e velocidade do vento, igualmente às encontradas com os clones estudados nesse trabalho. Nas outras correlações calculadas por Silva (1999) não ficou definida tendência, diferindo dos resultados registrados nesse experimento que, predominantemente, apontaram tendências de correlação entre as diversas fenofases pesquisadas e os fatores do clima.

5 CONCLUSÕES

Para as condições em que foi conduzido este experimento, pode-se concluir que:

- 1) A altura e envergadura dos três clones manteve-se dentro dos padrões considerados normais para o cajueiro do tipo anão, com os clones FAGA 1, FAGA 3 e FAGA 4, alcançando altura e envergadura de 4,7 e 7,3m; 4,4 e 8,9m e 5,4 e 8,7 m respectivamente, ao final do experimento.
- 2) Os clones FAGA 1 FAGA 3 e FAGA 4 apresentaram as fenofases floração e frutificação aos 3 e 4 meses, aos 3 e 4 meses e 5 e 6 meses, respectivamente, confirmando sua precocidade etária.
- 3) A precipitação foi o fator climático que apresentou variações significativas influenciando todas as fenofases com maior ou menor intensidade, principalmente a floração, frutificação, produtividade e peso médio de castanhas e pedúnculos.
- 4) O clima da região permite a exploração comercial dos clones avaliados, sem impor grandes limitações.
- 5) A irrigação nos períodos secos induziu fluxo foliar contínuo.
- 6) A produtividade de castanhas e pedúnculos do clone FAGA 1 foi superior à produtividade dos clones FAGA 3 e FAGA 4.
- 7) O peso médio das castanhas diferiu significativamente entre os três clones, sendo o peso médio das castanhas do clone FAGA 3 superior ao do clone FAGA 4 e o deste superior ao do clone FAGA 1.
- 8) O peso médio dos pedúnculos FAGA 3 foi superior ao peso médio dos pedúnculos dos clones FAGA 4 e FAGA 1 que não diferem entre si.

1 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- AGNOLONI, M.; GIULIANI, F. *Cashew cultivation*. Florence: Ist. Agronomico per L'Oltremare, 1977. 168 p.
- 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*, Manaus, v. 9, n.1, p. 163-198, mar. 1978.
- ALMEIDA, F. A. G. **Estudos fenológicos e da produtividade do cajueiro anão (*Anacardium occidentale* L. var. *nanum*) sob condições de irrigação localizada: relatório de atividades de pesquisa**. Fortaleza: UFC/CNPq, 1992. 235 p.
- ALMEIDA, F. A. G. Produtividade potencial em condições de irrigação. In: **FOPAC - Forum Permanente da Agropecuária Cearense**, Fortaleza, n. 20, Ano 1, jun. 1996.
- ALMEIDA, F. A. G. Relatório Anual de Pesquisa para o Conselho Nacional de Pesquisa - CNPq. 1982. Estudos fenológicos do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) em Fortaleza, Ceará. Relatório de Atividades de Pesquisa - 1982. UFC/CNPq. Fortaleza, 1982. 17 p.
- ALMEIDA, F. A. G. Relatório Anual de Pesquisa para o Conselho Nacional de Pesquisa - CNPq. 1986. Estudos fenológicos e de produtividade do cajueiro anão (*Anacardium occidentale* L.) sob condições de irrigação localizada. Relatório de Atividades de Pesquisa - 1986. UFC/CNPq. Fortaleza, 1986. 15 p.
- ALMEIDA, F. A. G.; ALMEIDA, F. C. G.; ALBUQUERQUE, J. J. L. de; MARTINS JÚNIOR., W.; SOARES, C. A. M. Fenologia do cajueiro anão (*Anacardium occidentale* L.) quando submetido às condições de irrigação localizada. In: REUNIÃO NORDESTINA DE BOTÂNICA, 14., 1990, Recife. **Resumos...** Recife: Sociedade Botânica do Brasil, 1991a. p. 63.

ALMEIDA, F. A. G.; ALMEIDA, F. C. G.; ALBUQUERQUE, J. J. L. de; RABELO FILHO, M. A. Influência da parte terminal da raiz adventícia de primeira ordem na produção de mudas de cajueiro anão (*Anacardium occidentale* L.) através do processo de alporquia. In: REUNIÃO NORDESTINA DE BOTÂNICA, 15., 1991, Maceió. **Resumos....** Maceió: Sociedade Brasileira de Botânica, 1991b. p. 64.

ALMEIDA, F. A. G.; ALMEIDA, F. C. G.; ALBUQUERQUE, J. J. L. de; RABELO FILHO, M. A. Influência do tempo de envelopamento por aluminização na produção de alporques de cajueiro anão (*Anacardium occidentale* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 3., 1991, Viçosa, MG. **Resumos...** Viçosa: 1991c. p. 97

ALMEIDA, F. A. G.; ALMEIDA, F. C. G.; ALBUQUERQUE, J. J. L. de; RABELO FILHO, M. A. Influência do envelopamento com papel alumínio, após a emissão de raízes, na produção de mudas de cajueiro anão (*Anacardium occidentale* L.) através da alporquia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 11., 1991, Petrolina. **Resumos...** Petrolina: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1991d. Resumo, 045

ALMEIDA, F. A. G.; ALMEIDA, F. C. G.; ALBUQUERQUE, J. J. L. de; RABELO FILHO, M. A. Influência do envelopamento com papel alumínio após a emissão de raízes na produção de mudas de cajueiro anão (*Anacardium occidentale* L.) através da alporquia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 13, n. 2, p. 89-92, out. 1991e.

ALMEIDA, F. A. G.; ALMEIDA, F. C. G.; ALBUQUERQUE, J. J. L. de; RABELO FILHO, M. A. Influência do número de folhas na percentagem de pegamento em alporques de cajueiro anão (*Anacardium occidentale* L.) quando de sua separação da planta-mãe. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 13, n. 2, p. 93-97, out. 1991f.

ALMEIDA, F. A. G.; ALMEIDA, F. C. G.; ALBUQUERQUE, J. J. L. de; RABELO FILHO, M. A. Influência do número de folhas na percentagem de pegamento em alporques de cajueiro anão (*Anacardium occidentale* L.) quando de sua separação da planta-mãe. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 11., 1991, Petrolina. **Resumos...** Petrolina: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1991g. Resumo, 046.

ALMEIDA, F. A. G.; ALMEIDA, F. C. G.; ALBUQUERQUE, J. J. L. de; RABELO FILHO, M. A. Necessidade de permanência em casa de vegetação de mudas de cajueiro anão (*Anacardium occidentale* L.) obtidas através do

processo de alporquia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FIOLOGIA VEGETAL, 3., 1991, Viçosa. Resumos... Viçosa, MG, 1991h. p. 97-98.

ALMEIDA, F. A. G.; ALMEIDA, F. C. G.; CARVALHO, P. R. de. Influência do tempo de separação da planta matriz de alporques do cajueiro anão (*Anacardium occidentale* L.). In: REUNIÃO NORDESTINA DE BOTÂNICA, 15., 1991, Maceió. Resumos.... Maceió: Sociedade Brasileira de Botânica, 1991i. p. 71.

ALMEIDA, F. A. G.; ALMEIDA, F. C. G.; CARVALHO, P. R. de. Produtividade do cajueiro anão sob condições de irrigação localizada. *Ciência Agrônômica*, Fortaleza, v. 24, n. 1/2, p. 27-34, jan./dez. 1993.

ALMEIDA, F. A. G.; ALMEIDA, F. C. G.; CARVALHO, P. R. de; MENESES JÚNIOR, J.; NEPOMUCENO, V. A. Dispersão do sistema radicular de progênies do cajueiro anão (*Anacardium occidentale* L.). In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20., 1992, Piracicaba. Anais... Piracicaba: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992a. p. 234.

ALMEIDA, F. A. G.; ALMEIDA, F. C. G.; MARTINS JÚNIOR, W.; MENESES JÚNIOR, J.; CARVALHO, P. R. de. Produtividade potencial de plantas enxertadas de cajueiro anão (*Anacardium occidentale* L.) em condições de irrigação. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas, v. 20, n. 3, p. 343-358, 1998a.

ALMEIDA, F. A. G.; ALMEIDA, F. C. G.; MENESES JÚNIOR, J. Efeito de adubação N, P e K na produção de alporques de cajueiro anão sob condições de irrigação. *Turrialba*, San José, v. 44, n. 3, p. 168-178, jul./set. 1994.

ALMEIDA, F. A. G.; ALMEIDA, F. C. G.; MENESES JÚNIOR, J.; CARVALHO, P. R. de; NEPOMUCENO, V. A. Dispersão do sistema radicular de alporques de cajueiro anão precoce (*Anacardium occidentale* L.). In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20., 1992, Piracicaba. Anais... Piracicaba: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992b. p. 232.

ALMEIDA, F. A. G.; ALMEIDA, F. C. G.; NUNES, R. de P.; CARVALHO, P. R. de; MENESES JÚNIOR, J. Estudos fenológicos de plantas enxertadas de cajueiro anão sob condições de irrigação. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas, v. 17, n. 2, p. 71-84, 1995a.

ALMEIDA, F. A. G.; ALMEIDA, F. C. G.; RABELO FILHO, M. A. Substrato ideal para a produção de alporques de cajueiro anão (*Anacardium occidentale* L.). In: REUNIÃO NORDESTINA DE BOTÂNICA, 14., 1990, Recife. Resumos... Recife: Sociedade Botânica do Brasil, 1990a. p. 128.

ALMEIDA, F. A. G.; ALMEIDA, F. C. G.; RABELO FILHO, M. A.; SOARES, C. A. M. Enraizamento de alporques de progênies de cajueiro anão (*Anacardium occidentale* L.) sob condições de irrigação localizada. In: REUNIÃO NORDESTINA DE BOTÂNICA, 14., 1990, Recife. Resumos... Recife: Sociedade Botânica do Brasil, 1990b. p. 130

ALMEIDA, F. A. G.; MARTINS JÚNIOR, W.; ALMEIDA, F. C. G.; MENESES JÚNIOR, J. Ecologia comparativa da produção de dois clones enxertados de cajueiro anão quando em condições de irrigação. *Revista de la Facultad de Agronomía, Maracay*, v. 26, n. 2, p. 91-105, jul./dic. 2000.

ALMEIDA, F. A. G.; MARTINS JÚNIOR, W. Estudos fenológicos do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) em áreas do litoral cearense. In: ENCONTRO UNIVERSITÁRIO DE INICIAÇÃO À PESQUISA, 4., 1985, Fortaleza. Anais... Fortaleza: UFC, 1985. Resumo, A-14.

ALMEIDA, F. A. G.; MENESES JÚNIOR, J.; ALMEIDA, F. C. G. Efeito da adubação química sobre o crescimento e desenvolvimento de alporques de cajueiro anão sob condições de irrigação. *Revista Brasileira de Fruticultura, Cruz das Almas*, v. 18, n. 3, p. 353-365, dez. 1996.

ALMEIDA, F. A. G.; SILVA, A. Z.; ALMEIDA, F. C. G.; ALBUQUERQUE, J. J. L. de; MENESES JÚNIOR, J. Fenologia comparativa de duas progênies de cajueiro anão sob condições de irrigação. *Revista de la Facultad de Agronomía, Maracay*, v. 21, n. 3/4, p. 157-178, dic. 1995b.

ALMEIDA, F. A. G.; SILVA, A. Z.; ALMEIDA, F. C. G.; MARTINS JÚNIOR, W.; MENESES JÚNIOR, J. Comparação dos parâmetros de produção de duas progênies de cajueiro anão sob condições de irrigação. *Revista de la Facultad de Agronomía, Maracay*, v. 24, n. 1, p. 59-77, ene./jun. 1998b.

ALMEIDA, F. C. G.; ALMEIDA, F. A. G.; ALMEIDA, F. F. G. e CARVALHO, P. R. de, Influência do estiolamento e do ácido indole-butírico na formação de raízes do alporque de cajueiro anão (*Anacardium occidentale* L.). *Acta Botânica Brasílica, São Carlos*, v. 4, n. 2, p. 9-12, maio/ago. 1990c.

ALMEIDA, F. C. G.; ALMEIDA, F. A. G.; CARVALHO, P. R. de; LEO, R. A. O.; NOGUEIRA FILHO, O. C.; VIEIRA, A. V. A. Efeito da quebra da dominância apical no sistema radicular de alporques de cajueiro anão (*Anacardium occidentale* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 11., 1991, Petrolina. Resumos... Petrolina: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1991j. Resumo, 038.

ALMEIDA, F. C. G.; ALMEIDA, F. A. G.; CARVALHO, P. R. de; LEO, R. A. O.; NOGUEIRA FILHO, G. G.; VIEIRA, A. V. A. Efeito da quebra da dominância apical no sistema radicular de alporques de cajueiro anão (*Anacardium occidentale* L.). *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas, v. 13, n. 1, p. 251-255, Out. 1991l.

ALMEIDA, F. C. G.; ALMEIDA, F. A. G.; CARVALHO, P. R. de; VIEIRA, A. V. A. e ALMEIDA, F. F. G. Indução de raízes adventícias de 2ª ordem em alporques de cajueiro anão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 10., 1990, Fortaleza. Resumos... Ceará, 1990d. p. 74.

ALVES, M. A. O.; CUSTÓDIO, A. V. de C.; GRANGEIRO, T. B.; ALMEIDA, F. A. G. Análises cromossômicas em cajueiro (*Anacardium occidentale* L.). In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 48., 1997, Crato, Ceará. Resumos... Crato, Ceará: Sociedade Botânica do Brasil, 1997. Seção Genética - Evolução... 004.

ALVIM, P. de T. Fatores que controlam os lançamentos do cajueiro. In: RE-UNION DEL COMITÉ TÉCNICO INTERAMERICANO DE CACAU, 6., 1956, Salvador. Resumos... Salvador, Bahia, 1956. p. 117-125.

ALVIM, P. de T. Factors affecting flowering of coffee. *Journal of Plantation Crops*, Kasaragod, v. 1, n. 1/2, p. 37-43, 1973.

ALVIM, P. de T. Los factores de la productividad agrícola. Lima: IICA, 1962. 20 p.

ALVIM, P. de T. Periodicidade do crescimento das árvores em climas tropicais. Itabuna: Centro de Pesquisas do Ceará, 1965. 15 p.

ARGLES, G. K. *Anacardium occidentale* - Cashew. In: FAO. The propagation of tropical fruit trees. New York: FAO/CAB, 1976. p. 184-222. E em: *Horticultural Review*, New York, v. 4, p. 184-222, 1976.

ASCENSO, J. C. Patrimônio fruteiro de Moçambique I. Cajueiro. *Agronomia Moçambicana*, Lourenço Marques, v. 4, n. 4, p. 221-226, out./dez. 1970.

ASCENSO, J. C.; MOTA, M. I. Studies on the morphology of cashew (*Anacardium occidentale* L.). *Agronomia Moçambicana*, Lourenço Marqqquwes, v. 6, n. 2, p. 107-118, jan./mar. 1972.

ASHTON, F. M. Mobilization of storage proteins of seeds. *Annual Review of Plant Physiology*, Palo Alto, v. 27, p. 95-117, 1976.

BARROS, L. de M. Biologia floral, colheita e rendimento. In: LIMA, V. P. M. L. *A cultura do cajueiro no Nordeste do Brasil*. Fortaleza: BNB/ETENE, 1988. p. 301-319.

BARROS, L. de M.; ARAÚJO, F. E.; ALMEIDA, J. I. L. de; TEIXEIRA, L. M. S. *A cultura do cajueiro anão*. Fortaleza: EPACE, 1984. 67 p. (EPACE. Documentos, 3).

BARROS, L. de M.; PIMENTEL, C. R. M.; CORRÊA, M. P. F.; MESQUITA, A. L. M. *Recomendações técnicas para a cultura do cajueiro anão*. Fortaleza: EMBRAPA - CNPAT, 1993. 65 p. (EMBRAPA-CNPAT. Circular Técnica, 1).

BERNARDES, M. S. Fotossíntese no dosseu das plantas cultivadas. In: CASTRO, P. R. C. et al. (Ed.). *Ecofisiologia da produção agrícola*. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. 249 p.

BRAGA, R. *Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará*. 3. ed. Mossoró: ESAM, 1976. 540 p.

CAMARGO, A. P. Contribuição para a determinação da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo. *Bragantia*, Campinas, v. 21, n. 12, p. 163-213, fev. 1962.

CORRÊA, M. P. *Dicionário de plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas*. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1926. v. 1, p. 339-402.

CRISÓSTOMO, L. A. *Avaliação da fertilidade em unidades de solo cultivados com cajueiro nos estados do Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte*. 1991. 67 p. Tese (Professor Titular) – Universidade Federal do Ceará. Departamento de Ciências do Solo, Fortaleza.

CRISÓSTOMO, L. A.; TEIXEIRA, L. M. S.; ARAÚJO, J. P. P. **Programa nacional de pesquisa de caju**. Fortaleza: Centro Nacional de Pesquisa de Caju, 1989. n. p. (Versão Preliminar).

CROCOMO, O. J. Biotecnologia de plantas. Agricultura. **Boletim da Fundação de Estudos Agrários Luís Queiroz**, Piracicaba, v. 4, n. 1/2, p. 6-9, 1984.

DAJOZ, R. **Ecologia geral**. Trad. F. M. Guimarães. São Paulo: Vozes, 1972. p. 335-383.

DIARIO DO NORDESTE, JORNAL. Cajucultura: BB libera recursos para produtores. Fortaleza, Ceará. Caderno Economia, p. 02, 09/05/1996.

DIETRICH, S. M. C. Mecanismo de ação dos reguladores de crescimento. In: FERRI, M. G. (Coord.). **Fisiologia vegetal**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, EDUSP, 1979. v. 2, p. 213-229.

DUQUE, G. O. **Nordeste e as lavouras xerófilas**. Mossoró: Fundação Guimarães Duque, 1980. 316 p.

EIJNATTEIN, C. L. M. V.; ABUBAKER, A. S. New cultivation techniques for cashew (*Anacardium occidentale* L.). **Netherland Journal of Agriculture Science**, Wageningen, v. 31, n. 1, p. 13-25, 1983.

EPABA. **Instruções práticas para o cultivo de frutos tropicais**. 1984. (EPABA. Circular Técnica, 09).

ESTAÇÃO DE METEOROLOGIA DA CCA/UFC. **Dados meteorológicos**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1995.

FALADE, J. A. Effects of macronutrients on the growth and dry matter accumulation of cashew (*Anacardium occidentale* L.). **Turrialba**, San José, v. 28, p. 123-127, abr./jun. 1978.

FEITOSA, J. C.; FEITOSA, D. A. **Síntese global dos trabalhos apresentados na 1ª semana do caju**. Fortaleza: Federação da Agricultura do Estado do Ceará, 1972. 105 p.

FERRAZ, E. C. A ecofisiologia vegetal e produção de alimentos no Cerrado. - ed. por In: CASTRO, P. R. C. et al. (Ed.). **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. 249 p.

FERRAZ, L. G. B. Vigor em sementes e plântulas do cajueiro anão-precoce (*Anacardium occidentale* L.) clone CP 09, sob pré-embebição e pesos de castanha. 1996. 85 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

FIEC - Federação das Indústrias do Estado do Ceará. Exportações Cearenses no Período 1980/1989. *Boletim Informativo sobre o Comércio Exterior*, Rio de Janeiro, n. 2, p. 1-18, abr. 1991.

FIEC - Federação das Indústrias do Estado do Ceará. Exportações Cearenses no Período 1990/1996. *Boletim Informativo sobre Comércio Exterior*, Rio de Janeiro, n. 2, p. 1-18, abr. 1997.

FRANÇA, F. M. C. Produção, comercialização e mercado. In: LIMA, V. P. M. L. *A cultura do cajueiro no nordeste do Brasil*. Fortaleza: BNB/ETENE, 1988. Cap. 14, p. 403-452.

FRANKIE, G. W.; BAKER, H. G.; OPLER, P. A. Comparative phenological studies of trees in tropical wet dry forests in the lowlands of Costa Rica. *Journal of Ecology*, Oxford, v. 62, n. 3, p. 881-919, 1974.

FROTA, P. C. E.; SILVA, Z. R.; MELO, V.; RODRIGUES, R. F. G. Distribuição geográfica da aptidão ecológica da cultura do caju no estado do Ceará - Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DA AGRICULTURA DO CAJÚ, 1.; SEMANA CEARENSE DO CAJÚ, 2., 1985, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza, 1985a.

FROTA, P. C. E.; SILVA, Z. R.; RODRIGUES, R. F. G. Zoneamento da aptidão climática do cajueiro no Estado do Ceará. In: ENCONTRO NACIONAL DA AGRICULTURA DO CAJÚ, 1.; SEMANA CEARENSE DO CAJÚ, 2., 1985, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza, 1985b.

FROTA, P. C. S. Clima e fenologia. In: LIMA, V. P. M. L. *A cultura do cajueiro no nordeste do Brasil*. Fortaleza: BNB/ETENE, 1988. Cap. 3, p. 65-80.

GOMES, R. P. *Fruticultura brasileira*. São Paulo: Nobel, 1976. 446 p.

GURGEL, M. Cajueiro anão em área de calamidade. *Jornal o Povo*, Fortaleza, Ceará, 15 jul. 2001. Caderno Economia, p. 1D.

- HANAMASHETTI, S. I.; HEGDE, M.; HIREMATH, T. G.; KHAN, M. M. Effect of different levels of fertilizers on yield of young cashew trees. *South Indian Horticulture*, New Delhi, v. 33, n. 3, p. 190-192, July/Sept. 1985.
- IBGE. Produção agrícola municipal - 1986: Região Norte e Nordeste cultura temporária e permanente. Rio de Janeiro, 1988.
- JOHNSON, D. O caju no nordeste do Brasil: um estudo geográfico. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 1974. 169 p.
- JOUBERT, A. S.; e THOMAS, D. S. The cashew nut. *Farming South Africa*, Pretoria, v. 40, n. 11, p. 6-7, Nov. 1965.
- KIEHL, J. E. Manual de edafologia. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. p. 216-262
- KOZLOWSKI, T. T. Extent and significance of shedding of plant parts. In: *Shedding of plant parts*. New York: Academic Press. 1973. p. 1-14.
- LATIS, T.; CHIBILITI, G. Foliar diagnosis of nutrient deficiencies in cashew: a study conducted in the Western province of Zambia. *Rivista de Agricoltura Subtropical e Tropical*, Firenze, v. 82, n. 4, p. 677-689, Apr. 1988.
- LEFEBVRE, A. Indications preliminaires sur la fertilisation de l'anacardier. *Fruits*, Paris, v. 25, n. 9, p. 621-629, Nov. 1970.
- LEITE, L. A. de. A agroindústria do caju no Brasil: políticas públicas e transformações econômicas. Fortaleza: EMBRAPA/CNPAT, 1994. 195 p.
- LIMA, V. de P. M. S. Botânica. In: _____. *A cultura do cajueiro no Nordeste do Brasil*. Fortaleza: BNB, 1988a. Cap. 2, p. 15-61.
- LIMA, V. de P. M. S. Modelos de exploração. In: _____. *A cultura do cajueiro no Nordeste do Brasil*. Fortaleza: BNB, 1988b. Cap. 5, p. 107-116.
- LIMA, V. de P. M. S. Origem e distribuição geográfica. In: LIMA, V. de P. M. S. *A cultura do cajueiro no Nordeste do Brasil*. Fortaleza: BNB, 1988c. Cap. 1, p. 1-12.

- LONGMAN, K. A. The dormancy and survival of plants in the humid tropics. Dormancy and survival. In: SYMPOSIUM SOCIETY EXPERIMENTAL BIOLOGY, 23., 1969. **Proceedings...** 1969. p. 471-488.
- LUCHESI, A. A. Fatores da produção vegetal. In: Castro, P. R. C. et al. (Ed.). **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. 249 p.
- MACHADO, O. X. de B. Três novas espécies de *Anacardium* no Brasil central. **Arquivo do Jardim Botânico**, Rio de Janeiro, v. 9, p. 87-93, 1949.
- MARTINS JÚNIOR, W. Fenologia e ecologia comparativa da produtividade de dois clones de cajueiro anão (*Anacardium occidentale* L. var. *nanum*) sob condição de irrigação localizada. 1993. 117 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- MEDINA, J. C. Cultura In: MEDINA et al. **Caju: da cultura ao processamento e comercialização**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1978. 4: 05-66.
- MENDES, A. Indústria do caju cresce, mas enfrenta dificuldades nas relações de trabalho. **Jornal o Povo**, Fortaleza, Ceará, 2 ago. 2000. Caderno Economia.
- MENEZES JÚNIOR., J. Efeito da adubação com NPK no crescimento e produção do cajueiro anão (*Anacardium occidentale* L. var *nanum*). 1991. 60 p. Dissertação (Mestrado em Solos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza..
- MENEZES JÚNIOR., J.; ALMEIDA F. A. G.; HERNANDEZ, F. F. F.; ALMEIDA, F. C. Influência da adubação sobre o crescimento do cajueiro anão (*Anacardium occidentale* L. var *nanum*). In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20, 1992, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo e Nutrição de Plantas, 1992. Res... 106.
- MILHEIRO, A. V.; EVARISTO, F. N. **Manual do cajueiro**. Porto: UNIARTE GRÁFICA, 1994. 204 p.
- MITCHELL, J. D.; MORIS, S. A. The cashew and its relative (*Anacardium occidentale* L.). **Memoirs of the New York Botanical Garden**, New York, v. 42, p. 1-76, June 1987.

- MORADA, E. K. Cashew culture. *Phillippine Journal of Agriculture*, Manila, v. 12, n. 1, p. 89-106, 1941.
- 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. 180 p.
- NAMBIAR, M. C. Cashew. In: KOZLOWSKI, T. T. *Ecophysiology of tropical crops*. London: Academic Press, 1977.
- NAMBIAR, M. C. Ecophysiology of cashew (*Anacardium occidentale L.*) In: ALVIM P. de T. *Ecophysiology of tropical crops*. Ilhéus: CAPLAC, 1975. p. 1-26.
- NASYROV, Y. S. Genetic control of photosynthesis and improving of crop productivity. *Annual Review of Plant Physiology*, Palo Alto, v. 29, p. 215-237, 1978.
- NJOKU, E. An analysis of plant growth in some West African species. *Journal Growth in Tull Sunligh of West African Science Associaation*, Bouake, v. 5, n. 1, p. 37-56, 1959.
- NJOKU, E. Seasonal periodicity in the growth and development of some forest trees in Nigeria. I. Observation on seedlings. *Journal of Ecology*, Oxford, v. 52, p. 19-26, 1964.
- NORTHWOOD, P. J. Some observation on flowering and fruit-setting in the cashew, *Anacardium occidentale L.* *Tropical Agriculture*, Sunney, v. 43, n. 1, p. 35-42, Jan. 1966.
- OHLER, J. G. *Cashew*. Amsterdam: Department of Agricultural Research, 1979. 260 p.
- OMM. ORGANISATION METEOROLOGIQUE MONDIALE. Groupe de travail sur les aspects meteorologiques de l'agriculte de les zones tropicales humides et sub-humides. Genève, 1982. 122 p. (Final Report OMM-CMAG, 7).
- ORTOLANI, A. A. Agroclimatologia e o cultivo da seringueira. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DA SERINGUEIRA NO ESTADO DE SÃO PAULO, 1., 1986, Piracicaba. *Anais...* Campinas: Fundação Cargill, 1986. p. 11-32.

ORTOLANI, A. A.; CAMARGO, M. B. P. Influência dos fatores climáticos na produção. In: CASTRO, P. R. C. et al. (Ed.). **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. 249 p.

PARENTE, J. I. G. Estudos fenológicos do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) no litoral do Ceará. 1981. 48 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

PARENTE, J. I. G.; BUENO, D. M.; CORRÊA, M. P. F. **Rejuvenescimento de cajueiro adulto pela substituição de copa via enxertia**. Fortaleza: EMBRAPA/CNPAT, 1993. 4 p (EMBRAPA-CNPAT. Comunicado Técnico, 05).

PARENTE, J. I. G.; MACIEL, R. F. P.; VALE, E. C. **Cajueiro: aspectos econômicos e agrônômicos**. 2. ed. Recife: IPEANE, 1972. 52 p. (IPEANE. Circular, 19).

PARENTE J. I. G.; PESSOA, P. F. A. de; NAMERATA, Y. **Diretrizes para a recuperação da cajucultura do Nordeste**. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 1991. 38 p (EMBRAPA-CNPAT. Documentos, 04).

PEIXOTO, A. **Caju**: Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura. Serviço de Informação Agrícola, 1960. 61 p (Produtos Rurais, 13).

PESSOA, P. F. A. de; PARENTE, J. I. G. **Evolução e perspectiva para a cajucultura nordestina**. Fortaleza: EMBRAPA/CNPAT, 1991. 11 p. (EMBRAPA-CNPAT. Boletim de Pesquisa, 04).

PIMENTEL, C. R. M.; PESSOA, P. F. A. P.; LIMA, L. A. A. **Análise estrutural e disponibilidade de tecnologia para a cajucultura brasileira**. Fortaleza: EMBRAPA/CNPAT, 1993. 31 p. (EMBRAPA-CNPAT. Documento, 08).

PINHEIRO, F. F. M.; PARENTE, J. I. G. Estudos preliminares sobre a biologia floral do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) no Ceará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 4., 1977, Salvador. **Resumos...** Salvador: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1977. p. 17.

PRISCO, T. Irrigar é a saída da agricultura no Ceará. **Jornal o Povo**, Fortaleza, Ceará, 01 out. 1995. Caderno Ciência e Saúde. p. 3F.

RAMOS, A. D. Solos. In: LIMA, V. P. M. S. (Org.). **A cultura do cajueiro no Nordeste do Brasil**. Fortaleza: BNB/ETENE, 1988. p. 81-105. (BNB. Estudos Econômicos e Sociais, 35).

RAMOS, A. D. **Solos cultivados com cajueiro no Ceará e áreas potenciais para a cultura**. Fortaleza: EMBRAPA/CNPAT, 1992. 33 p. (Boletim de Pesquisa, 5)

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkaline soil**. Washington: United States Department of Agriculture, 1954. 172 p. (Handbook, 60).

SANTOS FILHO, B. G. **Parâmetros biofísicos e fisiológicos associados à economia de água em plantas de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp) submetidas a estresse hídrico**. 1984. 158 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de Campinas, Campinas, SP.

SAWKE, D. P.; GUNJATE, R. T.; LIMAYE, V. P. Effect of nitrogen, phosphorus, potash fertilization on growth and production of cashewnut. *Acta Horticulture*, Wageningen, v. 108, p. 95-99, 1985.

SILVA, A. Z. **Fenologia e ecologia comparativa da produtividade de duas progênies de cajueiro anão (*Anacardium occidentale* L. var. *nanum*) sob condições de irrigação localizada**. 1993. 82 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

SILVA, K. M. B. **Fenologia e ecologia comparativa da produtividade de clones de cajueiro anão**. 1999. 117 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

SILVA, M. R. M. **Comportamento de mudas de cajueiro cultivadas em diferentes níveis de alumínio no solo**. 1995. 75 p. Dissertação (Mestrado em Solos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

SILVA FILHO, E. A. da. **Influência da adubação localizada com nitrogênio sobre o crescimento e produção do cajueiro anão**. 1999. 55 p. Dissertação (Mestrado em Solos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

SINDICAJU - Sindicato das Indústrias de Castanha de Caju do Estado do Ceará. **Produção de castanha no Brasil**. Fortaleza, Ceará, 1995. (Documento Impresso, 1995).

SOARES, J. B. O caju: aspectos técnicos. Fortaleza: BNB, 1986. 256 p. (Monografia, 24).

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIAS DO SOLO. Manual de métodos de trabalho de campo. Campinas, São Paulo, 1976. 36 p.

SUDENE. Divisão de Agrologia. Levantamento exploratório - reconhecimento de solos do estado do Ceará. Recife, Convênio MA/DNPEA/DRN, 1973. 2 v.

VARELA, A. M. Caju: grande manual globo de agricultura, pecuária e receiptamento industrial. Porto Alegre: Globo, 19978. p. 82-87.

WAIT, A. J.; JAMIESON, A. I. The cashew: its botany and cultivation. Queensland Agricultural Journal, Brisbane v. 12, n. 5, p. 253-257, Sept./Oct. 1986.

XIMENES, C. H. M. Adubação mineral de mudas de cajueiro anão-precoce cultivadas em diferentes substratos. Fortaleza: UFC, 1995. 102 p. Dissertação (Mestrado em Solos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

YOSHIDA, S. Physiological aspects of grain yield. Annual Review of Plant Physiology, Palo Alto, v. 23, p. 437-464, 1972.