

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

ANTÔNIO HENRIQUE CARDOSO DO NASCIMENTO

ASPECTOS FISIOLÓGICOS E PRODUTIVOS DE CLONES DE CAJUEIRO
ANÃO PRECOCE CULTIVADO SOB DOIS REGIMES HÍDRICOS

FORTALEZA-CE

2010

ANTÔNIO HENRIQUE CARDOSO DO NASCIMENTO

ASPECTOS FISIOLÓGICOS E PRODUTIVOS DE CLONES DE CAJUEIRO ANÃO
PRECOCE CULTIVADO SOB DOIS REGIMES HÍDRICOS

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Agrícola.

Área de concentração: Irrigação e Drenagem

Orientador: Prof. Dr. Marlos Alves Bezerra

FORTALEZA-CE

2010

N193a Nascimento, Antonio Henrique Cardoso do
Aspectos fisiológicos e produtivos de clones de cajueiro anão precoce
cultivado sob dois regimes hídricos / Antonio Henrique Cardoso do
Nascimento. -- Fortaleza, 2010.
96 f. ;il., color.; enc.

Orientador: Prof. Dr. Marlos Alves Bezerra
Área de Concentração: Irrigação e Drenagem
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de
Ciências Agrárias, Depto. de Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2010.

1. Cajueiro anão. 2. Fisiologia vegetal. 3. Irrigação. I. Bezerra, Marlos
Alves (Orient.). II. Universidade Federal do Ceará – Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Agrícola. III. Título.

CDD 630

ANTÔNIO HENRIQUE CARDOSO DO NASCIMENTO

ASPECTOS FISIOLÓGICOS E PRODUTIVOS DE CLONES DE CAJUEIRO ANÃO
PRECOCE CULTIVADO SOB DOIS REGIMES HÍDRICOS

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Irrigação e Drenagem

Aprovada em: 03 de Agosto de 2010.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marlos Alves Bezerra (Orientador)

Universidade Federal do Ceará - UFC

Prof. Dr. Claudivan Feitosa de Lacerda (Conselheiro)

Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof. Dr. Luís de França Camboim Neto

Universidade Federal do Ceará – UFC

DEDICO

À ciência.

A DEUS pela vida, por iluminar e guiar o meu caminho.

Aos meus pais Gerson e Maria Assunção, pela constante dedicação e amizade.

OFEREÇO

A Minha esposa e filha, pela constante dedicação, amizade pelas palavras de incentivo e gesto de compreensão e amor quando era preciso.

AGRADECIMENTOS

Aos Meus pais, aos meus irmãos e demais familiares, que foram fundamentais de toda esta obra.

A minha esposa Aline Luz de Oliveira e filha Íris Luz Cardoso do Nascimento por terem suportado minha ausência em momentos importantes, pelas palavras de incentivo e gesto de compreensão quando era preciso.

À Universidade Federal do Ceará, pela oportunidade oferecida para realização do curso.

À Embrapa Agroindústria Tropical, pela oportunidade oferecida para realização do experimento.

Ao CNPq e à FUNCAP, pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Prof. Dr. Marlos Alves Bezerra, pela orientação, ensinando-me a reconhecer limitações e como superá-las. Pelo exemplo de vida, comprometimento, disciplina e como alcançar objetivos. Por todas as oportunidades concedidas e apoio em momentos importantes.

À Prof^a. Dr Albanise Barbosa Marinho, ao Prof. Dr. Luís de França Camboim Neto, ao Prof. Dr. Claudivan Feitosa de Lacerda e ao Prof. Dr. Thales Viana, pelo apoio incondicional prestado, pela amizade e pelo exemplo de competência e comprometimento com a pesquisa.

Aos colegas de Laboratório Reivany Teixeira, Amanda Soraya, Fabio Costa e Alan Bernard, ao Dr. Carlos Farley, ao Dr. Lindbergue Araújo Crisóstomo, ao Prof. Dr. Marcus Bezerra, à Márcia Régia, Virginia Pires pelas contribuições em momentos oportunos e pelo apoio nas atividades laboratoriais.

Aos colaboradores do Campo experimental de Curu-Paraipaba, Leto Saraiva Rocha, Mauro Teixeira Dantas, Antônio Lima do Vale, Damião Alves Lima, José da Conceição, Leila Maite de Sousa Gomes, Mário Freitas Honório, Enoc Pereira da Mota pelo profissionalismo, dedicação ao trabalho árduo de campo, pelos ensinamentos e principalmente pela amizade.

A Antônia Gislaíne e André Henrique, Renata e Gabriel, Alexandre e Danielly Paula, Olga Rubênia, Adriana Oliveira Araújo, Clayton Moura de Carvalho, Hernandes, Cley Anderson pelo incentivo, companheirismo, pelo ombro amigo que nunca me deixaram faltar.

Muito Obrigado!

“Deus nos fez perfeitos e não escolhe os capacitados,
capacita os escolhidos.”

Albert Einstein

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar as respostas fisiológicas e bioquímicas dos clones CCP 76 e BRS 189 de cajueiro anão precoce (*Anacardium occidentale L.*), submetidos a dois regimes hídricos: irrigado e sequeiro. O experimento foi conduzido no Campo Experimental do Curu, da Embrapa Agroindústria tropical, em Paraipaba - Ceará, de janeiro a dezembro de 2009. As plantas do experimento estavam em plena idade produtiva (5 anos). Mensalmente, foram investigados o teor de umidade foliar, a condutância estomática ao vapor d'água, a taxa transpiratória, a taxa fotossintética, os teores foliares de íons inorgânicos e os teores de carboidratos solúveis totais. Além disso, foram analisadas a produtividade das castanhas e a qualidade pós-colheita dos pedúnculos. Em geral, não foram encontradas diferenças significativas entre as plantas dos dois regimes hídricos para a maioria das variáveis, com exceção dos teores foliares de alguns íons. Essa pequena variação provavelmente se deveu ao excesso de precipitação ocorrida no ano do estudo. Dessa forma, nas condições estudadas, a prática da irrigação praticamente não influenciou os dois clones de cajueiro avaliados e em termos globais também não foram encontradas diferenças significativas entre os dois clones avaliados: BRS 189 e CCP 76, com exceção dos teores foliares dos íons K e Ca, em que o clone CCP 76, quando cultivado sob condições de sequeiro apresentou maiores teor desses nutrientes nas folhas durante os meses setembro à dezembro e para a coloração do pedúnculo, em que o clone CCP 76 apresentou maior luminosidade e coloração menos avermelhada do que as plantas do clone BRS 189.

Palavras-chave: Cajueiro anão. Genótipos. Irrigação.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the physiological and biochemical responses of the clones CCP 76 and BRS 189 of dwarf cashew (*Anacardium occidentale* L.) that were subjected to two water regimes: irrigated and rainfed conditions. The experiment was conducted in the Experimental Field Curu, Embrapa Tropical in Paraipaba - Ceará, from January to December 2009. Plants of the experiment were in full productive age (5 years). Monthly, we investigated the leaf water content, stomatal conductance to water vapor, transpiration rate, photosynthetic rate, foliar concentrations of inorganic ions and the concentrations of total soluble carbohydrates. In addition, we analyzed the nut productivity and postharvest quality of peduncle. In general, there were no significant differences between plants of the two water regimes for most variables, except foliar concentrations of some ions. This small change was probably due to excess precipitation occurred in the year of the study. Thus, under the conditions studied, the practice of irrigation did not influence the two clones of cashew evaluated. Regarding the two clones: BRS 189 and CCP 76, overall, no significant differences were found, except foliar concentrations of ions K and Ca in the clone CCP 76 when grown under rainfed conditions showed higher content these nutrients in the leaves during the months September to December and staining in the clone CCP 76 showed higher brightness and less red color than plants of the clone BRS 189.

Keywords: Dwarf cashew. Genotypes. Irrigation.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Croqui da área experimental.....	35
FIGURA 2	Poço de observação	37
FIGURA 3	Bateria de tensiômetros	38
FIGURA 4	Construção da curva característica de água no solo	39
FIGURA 5	Curvas características da água em neossolo quartzarênico, na área do experimento, nas profundidades 0,10; 0,30; 0,50 e 0,70 m	39
FIGURA 6	Teor de umidade foliar de plantas dos clones BRS 189 e CCP 76 de cajueiro anão precoce, cultivadas sob regime de sequeiro e irrigado.....	47
FIGURA 7	Radiação fotossinteticamente ativa em uma área com clones BRS 189 e CCP 76 de cajueiro anão precoce, cultivadas sob regime de sequeiro e irrigado	48
FIGURA 8	Fotossíntese líquida de plantas dos clones BRS 189 e CCP 76 de cajueiro anão precoce, cultivadas sob regime de sequeiro e irrigado.....	49
FIGURA 9	Transpiração de plantas dos clones BRS 189 e CCP 76 de cajueiro anão precoce, cultivadas sob regime de sequeiro e irrigado.....	51
FIGURA 10	Condutância estomática de plantas dos clones BRS 189 e CCP 76 de cajueiro anão precoce, cultivadas sob regime de sequeiro e irrigado.....	52
FIGURA 11	Teores de nitrogênio foliar de plantas dos clones BRS 189 e CCP 76 de cajueiro anão precoce, cultivadas sob regime de sequeiro e irrigado.....	54
FIGURA 12	Teores de fósforo foliar de plantas dos clones BRS 189 e CCP 76 de cajueiro anão precoce, cultivadas sob regime de sequeiro e irrigado.....	55
FIGURA 13	Teores de potássio foliar de plantas dos clones BRS 189 e CCP 76 de cajueiro anão precoce, cultivadas sob regime de sequeiro e irrigado.....	57

FIGURA 14	Teores de cálcio foliar de plantas dos clones BRS 189 e CCP 76 de cajueiro anão precoce, cultivadas sob regime de sequeiro e irrigado.....	58
FIGURA 15	Teores de magnésio foliar de plantas dos clones BRS 189 e CCP 76 de cajueiro anão precoce, cultivadas sob regime de sequeiro e irrigado.....	60
FIGURA 16	Teores de sódio foliar de plantas dos clones BRS 189 e CCP 76 de cajueiro anão precoce, cultivadas sob regime de sequeiro e irrigado.....	61
FIGURA 17	Teores de carboidratos foliares de plantas dos clones BRS 189 e CCP 76 de cajueiro anão precoce, cultivadas sob regime de sequeiro e irrigado	65
FIGURA 18	Análise da produtividade e número de castanhas por hectare de plantas dos clones BRS 189 e CCP 76 de cajueiro anão precoce, cultivadas sob regime de sequeiro e irrigado	66

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Médias mensais e anuais de temperatura, umidade relativa, precipitação, evaporação do tanque “Classe A” e insolação de Paraipaba de 1975 – 2003 e no ano de 2009	31
TABELA 2	Características físicas do solo da estação experimental Curu-Paraipaba, Paraipaba, CE, 2008.....	32
TABELA 3	Características químicas do solo da estação experimental Curu-Paraipaba, Paraipaba, CE, 2008.....	32
TABELA 4	Classificação da água de irrigação da estação experimental Curu-Paraipaba, Paraipaba, CE, nos anos de 2008 à 2010.....	33
TABELA 5	Recomendação de adubação mineral para cajueiro anão precoce sob irrigação	34
TABELA 6	Teor médio mensal de umidade no solo ($m^3 m^{-3}$) em neossolo quartzarênico, na área do experimento, nas profundidades 0,10; 0,30; 0,50 e 0,70 m	45
TABELA 7	Profundidade média mensal do lençol freático do neossolo quartzarênico, na área do experimento	45
TABELA 8	Teores de micronutrientes foliares de plantas dos clones BRS 189 e CCP 76 de cajueiro anão precoce, cultivadas sob regime de sequeiro e irrigado	62
TABELA 9	Peso do pedúnculo, comprimento do pseudofruto, diâmetro apical, diâmetro basal, luminosidade (L), cromaticidade (C) e ângulo Hue de frutos dos clones BRS 189 e CCP 76 de cajueiro anão precoce, cultivados sob regime de sequeiro e irrigado	67
TABELA 10	Teor de sólidos solúveis totais (°Brix), potencial hidrogeniônico (pH) e teor de vitamina C dos clones BRS 189 e CCP 76 de cajueiro anão precoce cultivados sob regime de sequeiro e irrigado	71

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1	O cajueiro: aspectos gerais	16
2.2	Importância econômica da cajucultura	17
2.3	Clones	17
2.3.1	Clone BRS 189	17
2.3.2	Clone CCP 76	18
2.4	Regimes hídricos para o cultivo do cajueiro	19
2.5	Aspectos fisiológicos	21
2.5.1	Fotossíntese	21
2.5.2	Transpiração e condutância estomática	22
2.6	Metabolismo dos carboidratos	23
2.7	Metabolismo mineral	24
2.8	Produtividade das plantas	25
2.9	Caracterização dos frutos	25
2.9.1	Peso e tamanho	26
2.9.2	Cor da película	27
2.9.3	Sólidos solúveis	27
2.9.4	Acidez e pH	28
2.9.5	Vitamina C	28
3	MATERIAL E MÉTODOS	30
3.1	Localização	30
3.2	Clima	30
3.3	Solo	31
3.4	Água	33
3.5	Condução do experimento e delineamento experimental	34
3.6	Água no solo	37
3.7	Teor de umidade foliar	40
3.8	Trocas Gasosas	40
3.9	Teores foliares de íons	40
3.10	Teores de carboidratos	41
3.11	Caracterização dos pseudofrutos	42
3.11.1	Produtividade das castanhas	42
3.11.2	Peso do pedúnculo	42
3.11.3	Diâmetro e comprimento	43
3.11.4	Coloração	43
3.11.5	pH	43
3.11.6	Teor de sólidos solúveis (°Brix)	44
3.11.7	Vitamina C	44
3.12	Análise estatística	44
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
4.1	Água no solo	45
4.2	Umidade foliar	46
4.3	Radiação fotossinteticamente ativa	48

4.4	Fotossíntese (A)	49
4.5	Transpiração (E)	50
4.6	Condutância estomática ao vapor d'água (g_s)	52
4.7	Teores de íons	53
4.7.1	Nitrogênio	53
4.7.2	Fósforo.....	54
4.7.3	Potássio.....	55
4.7.4	Cálcio.....	57
4.6.5	Magnésio	58
4.7.6	Sódio.....	60
4.7.7	Teores de micronutrientes (Cu, Fe, Zn, Mn)	61
4.8	Teores de carboidratos solúveis totais	64
4.9	Produção de castanha	65
4.10	Caracterização do pseudofruto	67
4.10.1	Peso do pedúnculo	67
4.10.2	Comprimento e diâmetros do pedúnculo.....	69
4.10.3	Cor dos frutos (luminosidade, cromaticidade, ângulo Hue).....	69
4.10.4	Teor de sólidos solúveis (°Brix)	70
4.10.5	Potencial hidrogênico (pH).....	71
4.10.6	Vitamina C.....	71
5	CONCLUSÃO	73
	REFERÊNCIAS	74
	APÊNDICES	85

1 INTRODUÇÃO

A região nordeste é caracterizada pela disponibilidade de água irregular ao longo dos meses do ano, bem como uma elevada evaporação, onde a sobrevivência, a permanência da população e o desenvolvimento agrícola dependem essencialmente da oferta de água.

Nessa região, o cajueiro, que é considerado uma planta tolerante a seca, é cultivado em larga escala, constituindo-se numa das culturas mais expressivas economicamente em alguns estados.

Devido à necessidade de se modernizar o segmento da produção agrícola, para obtenção de resultados promissores tem-se estimulado o uso de clones superiores de cajueiro anão precoce, aliado ao uso da irrigação, uma vez que os pomares da região, em sua grande maioria são cultivados sob condição de sequeiro.

Porém, para a implementação dessa prática, deve ser considerado o alto custo de aquisição dos sistemas, o alto custo energético e, principalmente em lugares onde o sistema de drenagem é deficiente e as águas subsuperficiais são ricas em sais solúveis, deve-se analisar com cuidado o risco de salinização e conseqüentemente a perda das áreas produtivas.

Dessa forma, a implantação de cajueirais irrigados deve ser acompanhada por pesquisas que visem o esclarecimento dos mecanismos fisiológicos e bioquímicos responsáveis pela tolerância ou sensibilidade ao estresse hídrico e o desenvolvimento de materiais com menor exigência hídrica, possibilitando uma redução da quantidade de água aplicada, além, dos custos de produção.

Esses estudos poderão contribuir não só para o desenvolvimento de novas técnicas de manejo da cultura sob condições de estresse hídrico como também auxiliar os biólogos moleculares e geneticistas que trabalham no desenvolvimento de novos cultivares de cajueiro anão precoce que sejam mais tolerantes a falta de água.

Nesse sentido, a pesquisa objetiva avaliar as respostas fisiológicas e produtivas dos clones CCP 76 e BRS 189 de cajueiro anão precoce, submetidos aos regimes hídricos de irrigação e de sequeiro.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O cajueiro: aspectos gerais

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é uma árvore frutífera originária do Brasil, pertencente à família *Anacardiaceae*. Esta família é composta por árvores e arbustos de regiões tropicais e subtropicais que apresentam ramos sempre providos de canais resiníferos com folhas alternadas, coriáceas e sem estípulas (LIMA, 1998).

Dentro da família *Anacardiaceae* estão incluídos mais de 60 gêneros e 400 espécies (BAILEY, 1964). A *Anacardium occidentale* L. é a espécie de maior dispersão do mundo, distribuindo-se em diferentes ecossistemas, especialmente nas zonas costeiras (CRISÓSTOMO et al., 2001). O Cajueiro é a única espécie desse gênero que é domesticada e cultivada em escala comercial (LIMA, 1998).

Dentre as variedades existentes, se destacam o tipo comum, também conhecido como gigante e o tipo anão (CRISÓSTOMO et al., 2001). O tipo anão caracterizado pelo porte baixo, apresenta precocidade e elevada produtividade, iniciando o florescimento entre 6 e 18 meses. Botanicamente, ainda não possui uma classificação definida (PIZARRO, 2006), pois tanto é citado como *Anacardium occidentale* var. *nanum* (BRAGA, 1976), como *Anacardium nanum* (PEIXOTO, 1960), ou simplesmente como um ecotipo ou forma botânica do cajueiro comum (BARROS et al., 1993). Algumas características morfológicas como a cor, o formato e a consistência de pedúnculo, dentre outras, tem sido utilizadas para caracterizar varietalmente o cajueiro (FERRÃO, 1995). Porém, o elevado grau de polinização cruzada existentes nessa espécie, dificulta a manutenção das características das variedades que conduz a geração de indivíduos com alto grau de heterozigose (LIMA, 1998).

O fruto do cajueiro é a castanha, um aquênio reniforme pendente de pedúnculo floral hipertrofiado (pseudofruto), o qual se mostra carnosos e suculento, geralmente de excelente qualidade gustativa e alto valor nutritivo. A castanha se compõe de pericarpo (casca) e da amêndoa, de formato rinóide, constituída de tegumento e do embrião, o qual possui dois cotilédones brancos, carnosos e oleosos, sendo de alto valor energético (LIMA, 1998).

2.2 Importância econômica da cajucultura

O Brasil reduziu as exportações totais para US\$ 153 bilhões, uma diminuição de -22,7% em 2009 com relação a 2008. Da mesma forma a região nordeste reduziu as exportações em -24,8%, interrompendo uma sequência de crescimento constante nas exportações, em função da crise financeira global iniciada no final de 2008, no entanto o Ceará volta a ter um bom desempenho nas exportações de castanha de caju, continuando a ser o maior exportador nacional e o 2º produto em participação nas exportações cearenses (ADECE, 2010).

A região nordeste em 2008 foi responsável por 100% da produção nacional, de castanha de caju produzindo 239.702 toneladas. O estado do CE teve uma participação de 50,5% com 397.449 e 386.757 mil hectares, que representam respectivamente 52,7 e 52,2 das áreas plantadas e colhidas totais, com uma produção de 121.045 toneladas e um rendimento de 313 kg ha⁻¹, apesar da maioria da produção de castanha ainda ser proveniente de plantios feitos por semente e sob condições de sequeiro (IBGE, 2009).

No Ceará, a cajucultura tem relevância, a agroindústria do caju é uma das principais atividades econômicas, participando decisivamente na geração de emprego e renda e respondendo por centenas de milhares de postos de trabalho em todas as regiões. Segundo a ADECE (2010) o Ceará em 2009 exportou R\$ 187 milhões em castanha de caju representando 17,3% das exportações. O preço médio da castanha de caju in natura no período de abril de 2009 a janeiro de 2010 foi de 0,95 R\$ kg⁻¹ (CONAB, 2010).

2.3 Clones

2.3.1 Clone BRS 189

O Clone BRS 189 teve sua origem do cruzamento entre os clones de cajueiro anão precoce CCP 1001 E CCP 76, sendo lançado no Ceará em 2000, destinando-se ao plantio comercial, em cultivo irrigado (LIMA, 2008).

A planta apresenta porte baixo, com altura média de 3,16 m no terceiro ano de idade das plantas em cultivo irrigado, diâmetro médio da copa de 5,9 m no espaçamento de 8 x 6 m , com 208 plantas ha⁻¹. A massa média da castanha é de 7,9 g, enquanto a da amêndoa é de 2,1 g e a relação amêndoa/casca é cerca de 26,6%. A produção média de castanha no terceiro ano em cultivo irrigado pode chegar a 1.960 kg ha⁻¹ (PAIVA; BARROS, 2004).

A Coloração do pseudofruto é vermelho-claro, com formato piriforme, os sólidos totais são da ordem de 13,3° Brix, a acidez total titulável de 0,40%, em média apresenta 251,86 mg de vitamina C para cada 100g de polpa e o teor de tanino oligomérico é de aproximadamente 0,30%. Por essas características, esse clone, segundo Paiva e Barros (2004), tem sido recomendado para o mercado de mesa.

2.3.2 Clone CCP 76

O clone CCP 76 foi obtido no ano de 1979, a partir da planta matriz de cajueiro CP 76. Lançado para o plantio comercial no ano de 1983 apresenta como características altura média de 2,68 m e diâmetro médio da copa de 4,98 m no sexto ano de idade. A massa média da castanha é de 8,60 g e a relação amêndoa/casca é cerca de 20,1%. A produtividade média esperada para o cultivo de sequeiro no sexto ano de produção é de 338 kg ha⁻¹, em espaçamento de 7 x 7 m (PAIVA; BARROS, 2004; LIMA, 2008).

Como indicadores agroindustriais, o pedúnculo do CCP 76 possui peso médio de 135g e coloração laranja. A exploração comercial desse clone vem sendo feita tanto em cultivo de sequeiro como irrigado, com aproveitamento do pedúnculo, para o mercado de mesa, e da castanha, para o mercado de amêndoa (PAIVA; BARROS, 2004; LIMA, 2008).

2.4 Regimes hídricos para o cultivo do cajueiro

As condições ambientais para produção de caju no nordeste brasileiro são tipicamente tropicais, sendo o seu cultivo recomendado na época chuvosa. Entretanto, a sua frutificação ocorre no período seco, o que pode comprometer a qualidade e quantidade dos frutos caso a quantidade de chuvas não seja adequada (OLIVEIRA et al., 2006). Para Lima (2008), esse comportamento do cajueiro sugere um investimento energético alto dessas plantas, podendo haver uma mobilização de reservas nesse período.

O cajueiro tem sido considerado uma planta resistente e adaptada à seca, sendo muitas vezes o único cultivo a produzir em condições extremamente adversas. Em decorrência disso, a maioria das áreas cultivadas com o cajueiro existentes no Brasil foi implantada sob-regime de sequeiro, com base na premissa de que a planta pode ser cultivada sob extrema adversidade hídrica (OLIVEIRA et al., 1995).

Por sua vez, o mesmo autor afirma que o desenvolvimento da irrigação na cultura do cajueiro está assentado no emprego de clones melhorados de cajueiro anão precoce, em sistemas de cultivos adensados, no controle fitossanitário eficiente e na utilização de fertilizantes de forma equilibrada.

Em plantios irrigados, a exploração do cajueiro anão precoce está voltada, além da produção de castanha, para o consumo do pedúnculo *in natura* (caju de mesa) em mercados de maior poder aquisitivo, ou no aproveitamento total do pedúnculo na indústria de sucos, doces, cajuínas e outros derivados (OLIVEIRA, 2002).

Segundo o mesmo autor a produtividade (kg/ha) esperada para o cajueiro anão precoce sob condições de sequeiro (condições normais de pluviosidade) é de cerca de 1.200 kg de castanha e 9.000 kg de pedúnculo e sob regime de irrigação de 3.800 kg de castanha e 34.200 kg de pedúnculo.

Dentre os métodos de irrigação atualmente em uso, a microirrigação (irrigação localizada) é o mais recomendável para o cajueiro anão, em função das seguintes vantagens: economia de água (maior eficiência de irrigação e redução de perdas de água por evaporação), economia de energia (trabalha com vazões e pressões menores), possibilidade de aplicação de fertilizantes via água de irrigação fertirrigação, redução da ocorrência de plantas daninhas e doenças foliares, não interferência nas pulverizações, capinas e colheitas. (OLIVEIRA, 2002).

Recomenda-se, que na localização de emissores de irrigação e fertirrigação para cajueiro anão precoce, privilegie-se o raio molhado de aproximadamente 1,0 m. No caso de sensores de umidade deve-se considerar a profundidade máxima do sistema radicular de 0,6 m (BONI et. al., 2008).

Segundo o mesmo autor, para fins de irrigação, a profundidade efetiva das raízes é um dos parâmetros básicos para projetos e manejo da água na cultura. A profundidade efetiva representa a camada desde a superfície do solo até onde se concentra a maior parte das raízes absorventes, sendo a camada ideal para o monitoramento da água do solo visando ao manejo de irrigação.

Os resultados do estudo do sistema radicular sob cultivo irrigado, mostram que 80% das raízes do cajueiro se situam em um raio de 1 m do tronco, distribuídas até a profundidade de 0,6 m (BONI et. al., 2008). Já Oliveira, Barros e Lima, (2003), utilizando o método do trado (BOHM, 1979), definiram a profundidade de 0,4 m e a distância de 1,2 m do caule como zona de maior concentração de raízes para clones de cajueiros anões em outra região.

Já para as plantas cultivadas em sequeiro, tanto o desenvolvimento lateral das raízes quanto o vertical são maiores do que aquelas encontradas nas plantas irrigadas, fato que se explica pela busca de água por parte das raízes, que é mais intensa nas plantas cultivadas em regime de sequeiro. Com a redução do potencial hídrico do solo, as plantas aumentam a capacidade de absorção de água e diminuem a taxa de transpiração ocasionando um maior desenvolvimento do sistema radicular (MAAS; NIEMAN, 1978; FAGERIA, 1989; SHALHEVET; HUCK; SCHOROEDER, 1995).

Em muitas áreas dos perímetros de irrigação do nordeste, há a necessidade de instalação de sistemas de drenagem para a manutenção do lençol freático a uma profundidade que permita o desenvolvimento da cultura. A eficiência desses sistemas depende do conhecimento da profundidade efetiva do sistema radicular e da quantidade de água necessária para o desenvolvimento da cultura em questão (FERREIRA, 2004; BONI et. al., 2008).

2.5 Aspectos fisiológicos

Segundo Lima (2008), a produtividade das plantas está limitada pela água e depende da quantidade disponível desse recurso e da eficiência de seu uso pelo vegetal. O déficit hídrico é uma das limitações ambientais mais comuns que afetam o crescimento e a produtividade das plantas, causando muitas mudanças metabólicas mecânicas e oxidativas. Na medida em que o déficit hídrico se desenvolve, vários processos fisiológicos podem ser alterados, tais como: fotossíntese, abertura estomática, abscisão foliar e ajuste osmótico (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Diferentes materiais de uma mesma espécie podem responder de maneiras distintas ao estresse causado pela deficiência hídrica. Essas mudanças dependem da severidade e da duração do estresse, do genótipo, do estágio de desenvolvimento e da natureza do estresse (KRAMER, 1983; LIMA 2008).

2.5.1 Fotossíntese

A fotossíntese é um processo complexo pelo qual plantas e certos tipos de bactérias sintetizam compostos orgânicos na presença de luz. Constitui o principal mecanismo de entrada de energia no mundo dos seres vivos (MARENCO et al., 2009).

O termo fotossíntese significa, literalmente, “síntese usando a luz”. Os organismos fotossintéticos captam e utilizam a energia solar para oxidar H_2O , liberando O_2 , e para reduzir CO_2 , produzindo compostos orgânicos, primariamente açúcares. Esta energia estocada nas moléculas orgânicas é utilizada nos processos celulares da planta e serve como fonte de energia para todas as formas de vida (TAIZ; ZEIGER, 2009).

O mesmo autor salienta que o mesófilo é o tecido mais ativo em termos de fotossíntese. As células deste tecido foliar contêm muitos cloroplastos, organelas circundadas por uma dupla membrana, os quais possui um pigmento verde especializado, a clorofila. Nos cloroplastos, a luz é absorvida pelas moléculas de clorofila e a energia é colhida por duas diferentes unidades funcionais, conhecidas como fotosistemas. A energia da luz absorvida é utilizada para impulsionar a transferência de

elétrons através de uma série de compostos que agem como doadores e aceptores de elétrons.

A maioria dos elétrons é utilizada para reduzir NADP⁺ para NADPH. A energia da luz é utilizada, também, para gerar um gradiente de prótons entre o estroma e o lúmen dos tilacóides, o qual é usado para síntese da ATP. Os produtos destas reações (ATP e NADPH) são usados para a síntese de açúcares nas reações de fixação e redução de CO₂ (TAIZ; ZEIGER, 2009).

2.5.2 Transpiração e condutância estomática

A transpiração é a evaporação da água a partir da superfície da planta. Ocorre em qualquer órgão ou parte da planta exposta ao ar, contudo, o principal órgão envolvido é a folha. Da água absorvida pela planta menos de 1% é utilizada na fixação do carbono, sendo a maior parte perdida na transpiração (MARENCO et al., 2009).

Na planta, a perda de água ocorre principalmente através dos estômatos, ou transpiração estomática, pelos quais passam mais de 90% do CO₂ e da água transpirada. A outra parte da água pode ser perdida diretamente através da cutícula da epiderme, ou periderme. A taxa de transpiração é uma função da condutância total e da diferença de pressão de vapor (MARENCO et al., 2009).

Nas folhas, a resistência do vapor de água à difusão é dada pela resistência da camada limítrofe (r_{ar}) e pelas resistências cuticular (r_c) e estomática. A camada limítrofe é uma fina camada de moléculas de ar e vapor de água situada justamente acima da superfície evaporante. Portanto, quanto maior sua espessura, maior (r_{ar}) e menor a taxa de evaporação dessa superfície. Nas áreas desprovidas de estômatos, a difusão do vapor de água é limitada pela resistência da camada limítrofe e pelas resistências a difusão cuticular ou epidérmica. (MARENCO et al., 2009).

A condutância estomática (g_s) em geral diminui durante o dia conforme aumenta a diferença de pressão de vapor (DPV) entre a folha e a atmosfera (SCHULZE; HALL, 1982), havendo, contudo, diferenças significativas entre espécies. Na maioria das plantas herbáceas, g_s oscila entre 300 e 500 mmol (H₂O) m⁻² s⁻¹, enquanto nas plantas lenhosas de folhas largas, variam entre 160 e 250 mmol (H₂O) m⁻² s⁻¹ (LARCHER, 1995).

2.6 Metabolismo dos carboidratos

O acúmulo de carboidratos é muito variável entre as espécies e quando em larga escala, provoca inibição da fotossíntese (GOLDSCHMIDT; HUBER, 1992). Pode ser regulado pelos níveis dos metabólitos fotossintéticos e não necessariamente pela ação dos produtos finais propriamente ditos (FOYER, 1988). Segundo Sheen (1990), a hexose formada quando em elevadas concentrações nas folhas, podendo iniciar uma retroinibição de enzimas do ciclo de Calvin.

A fotossíntese que nas fases iniciais do déficit hídrico é quase sempre associada à redução da abertura estomática posteriormente pode ser inibida por limitações bioquímicas. Um sintoma fisiológico que pode ocorrer durante o déficit hídrico é o acúmulo de açúcares totais, que tem sido relatado como fenômeno associado à inibição da fotossíntese em várias culturas (CHAVES, 1991; LAWLOR; CORNIC, 2002). Dessa forma, o consumo e a produção de fotoassimilados são restritos, levando as alterações na partição do carbono na folha e na planta como um todo (LAWLOR; CORNIC, 2002). Segundo DaMatta (1997) e Praxedes (2003) nessas alterações predominam modificações nos níveis foliares de açúcares totais e de amido.

Com a redução do conteúdo relativo de água, ocorre uma redução substancial, se não total, na expansão dos órgãos (LAWLOR; CORNIC, 2002), resultando em limitação no consumo de carboidratos pelos drenos. Assim, o acúmulo de carboidratos pode sugerir que a fotossíntese, de forma geral, é menos afetada que a demanda total por assimilados (LAWLOR; CORNIC, 2002), indicando, mais uma vez, que o acúmulo de açúcares total não resultaria em inibição da fotossíntese. A capacidade de exportação de carboidratos das folhas provavelmente não é afetada pela redução no conteúdo de água (TAIZ; ZEIGER, 2009), mas pode diminuir quando a síntese de sacarose é muito limitada (LAWLOR; FOCK, 1977).

A participação de açúcares solúveis na tolerância a seca nas plantas tem sido documentada. Tal acúmulo de carboidratos também pode ser uma forma da planta se adaptar as condições hídricas desfavoráveis do solo, por meio de osmorregulação (LAWLOR; CORNIC, 2002).

2.7 Metabolismo mineral

A aquisição de compostos químicos por um organismo para suprir o seu metabolismo é chamada de nutrição. O metabolismo compreende os processos pelos quais os compostos químicos (nutrientes) são utilizados para o crescimento e manutenção do ser. Os nutrientes podem, principalmente, ser convertidos em material celular ou ser usados como fonte de energia (EPSTEIN, 1999).

Segundo o mesmo autor uma separação didática tradicional organiza a nutrição das plantas em orgânica e inorgânica. A primeira se refere à aquisição de carbono, oxigênio e hidrogênio, proveniente da atmosfera e da água via fotossíntese e a nutrição inorgânica, também chamada mineral, se refere aos demais elementos que geralmente são absorvidos do solo (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Embora os nutrientes circulem de forma contínua por todos os organismos, eles entram na biosfera na maioria das vezes pelo sistema de raízes das plantas; assim, as plantas, de certa forma, agem como “mineradoras” da crosta terrestre (EPSTEIN; BLOOM, 2006). A grande área da superfície das raízes e a sua capacidade em absorver, da solução do solo, íons orgânicos em baixas concentrações, fazem da absorção mineral das plantas um processo muito eficaz. Após terem sido absorvidos pelas raízes, tais elementos são translocados para diversas partes da planta, nas quais são utilizados em numerosas funções biológicas (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Altas produtividades agrícolas dependem fortemente da fertilização com nutrientes minerais. Na verdade, a produtividade da maioria das culturas agrícolas aumenta linearmente com a quantidade de fertilizantes que elas absorvem. As plantas cultivadas em geral utilizam menos da metade do fertilizante aplicado (LOOMIS; CONNOR, 1992). Estes autores afirmam que os minerais restantes podem lixiviar para águas superficiais ou subterrâneas, aderir às partículas de solo ou contribuir para a poluição atmosférica. Dessa forma torna-se de grande importância aumentar a eficiência de absorção e de utilização de nutrientes, reduzindo os custos de produção e contribuindo para evitar prejuízos ao meio ambiente.

2.8 Produtividade das plantas

Apesar da importância sócio-econômica, a cajucultura nordestina apresentou um período crítico, motivado pelos constantes decréscimos de produtividade, causado pelo modelo exploratório extrativista, tipo reflorestamento. A heterogeneidade dos plantios comerciais existentes, a não adoção de uma tecnologia agrônoma orientadora mínima, vem comprometendo todo o processo de produção com produtividades muito baixas, em torno de 220 kg/ha. Com o advento do cajueiro anão precoce e da irrigação localizada, esta realidade começa a mudar, sendo obtidas produtividades superiores a 3.000 kg de castanha por hectare, com os pomares recebendo tratamento dado à moderna fruticultura, possibilitando o aproveitamento de até 50% do caju de mesa (pedúnculo para consumo in natura), cujo mercado está se consolidando na região Sudeste do país (OLIVEIRA; 2002).

O mesmo autor afirma ainda que, a produtividade (kg/ha) esperada para o cajueiro anão precoce sob condições de sequeiro, em condições normais de pluviosidade, é em torno de 1.000 kg de castanha e 9.000 kg de pedúnculo, e sob regime de irrigação de 3.800 kg de castanha e 34.200 kg de pedúnculo.

2.9 Caracterização dos frutos

As características físicas, como coloração, peso, forma, dentre outras, e as químicas como: Acidez, pH, Teor de Sólidos Solúveis e vitamina C. São de fundamental importância para uma boa aceitação do produto por parte do consumidor. Com grande variabilidade genética existente, faz-se necessário selecionar pedúnculos de clones de cajueiro que atendam às exigências de comercialização e industrialização, já que neste caso os atributos qualitativos são mais importantes do que os quantitativos (PAIVA; BARROS, 1998).

2.9.1 Peso e tamanho

Em função da preferência do consumidor para determinados tamanhos de matéria-prima (frutas e/ou hortaliças) para o consumo in natura, o peso e o tamanho se constituem como parâmetro sensorial de grande importância. Conforme Chitarra e Chitarra (2005), o peso se correlaciona bem com o tamanho do produto e constitui uma característica varietal. Ao atingirem o pleno desenvolvimento, as frutas devem apresentar peso variável dentro dos limites típicos da cultivar, os quais são bastante flexíveis. O tamanho do fruto constitui um parâmetro de destacada importância, em função da preferência do consumidor para determinados tamanhos de matéria-prima para consumo in natura (FIGUEIREDO, 2000).

Moura et al. (2001), obtiveram pesos médios para os cajus, em estudo com nove clones variando de 91,72 a 150,82 g. Gomes et al. (2009) trabalhando com sete clones encontraram os maiores valores de peso de caju para os clones CCP 76, BRS 189 e Embrapa 51, 155,23; 143,12 e 134,69 g, respectivamente.

Em estudos realizados com diferentes clones de cajueiro anão precoce por Moura (1998), Pinto (1999) e Gomes et al. (2009), o peso do pedúnculo variou de 65,01 a 145,74 g; 80,27 a 145,68 g e 74,97 a 154,21 g, respectivamente.

Para o pedúnculo do cajueiro o tamanho se relaciona a três medidas: diâmetro basal (próximo a castanha), diâmetro apical e comprimento. Conforme Pinto (1999), o diâmetro basal variou de 48,7 a 59,6 mm. Gomes et. al. (2009) encontraram os maiores valores para os clones CCP76, BRS 189, Embrapa 50 e Embrapa 51, respectivamente, 58,1; 57,6; 54,7 e 54,7 mm.

Para o diâmetro apical, Moura (1998) obteve como média geral 70,47 mm, onde o clone que apresentou maior valor foi o END 157 (atual BRS 189), com comprimento de 84,04 mm. De acordo com a literatura a faixa de comprimento para o pedúnculo do cajueiro está entre 30 e 200 mm (PAIVA; BARROS, 1998).

2.9.2 Cor da película

A cor é um dos mais importantes atributos do alimento, sendo a seleção ou julgamento da qualidade extremamente difícil se esta for removida, pois é o atributo de qualidade mais atrativo para o consumidor. Os produtos de cor forte e brilhante são mais preferidos devido às essas qualidades. (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

De acordo com Wait e Jamielson (1986) a cor dos pedúnculos de cajueiro pode variar de vermelho claro ao amarelo claro, ocorrendo muitas gradações entre essas cores.

A avaliação da coloração de pedúnculos de clones de cajueiro anão precoce demonstrou que apenas o CCP 09 de cor alaranjado clara, apresentou cor inferior à testemunha, e os clones P 47 e END 183 (laranja-escuro) apresentaram coloração idêntica a este (CCP 76), enquanto os demais tiveram coloração mais intensa (MOURA, 2001). Estes resultados estão de acordo com o apresentado por Pinto et al., (1997) que também encontraram uma coloração do CCP 09 inferior ao do CCP 76 e foram confirmados pela avaliação da película (antocianina).

2.9.3 Sólidos Solúveis

A determinação do teor de sólidos solúveis totais normalmente é feita com o auxílio de refratômetro e inclui principalmente açúcares solúveis, além das pectinas, sais e ácidos. É expresso em °Brix (COCOZZA, 2003).

Figueiredo (2000), trabalhando com pedúnculos de clones de cajueiro anão precoce observou um aumento no teor de SST com o avanço da maturação, chegando ao valor final 12,44 °Brix no estágio ótimo para consumo.

Os açúcares chegam a constituir de 85 a 90% dos sólidos solúveis, sendo variáveis com a espécie, a cultivar, o estágio de maturação e o clima. As matérias-primas serão tanto melhores para a industrialização quanto maiores forem os teores de SST (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

2.9.4 Acidez e pH

A acidez total titulável (ATT) e o pH são os principais métodos usados para medir a acidez de frutos. Enquanto que o primeiro determina o percentual de ácidos orgânicos, o pH mede a concentração hidrogeniônica da solução (KRAMER, 1973).

Com o amadurecimento do fruto, a acidez diminui até atingir um conteúdo tal que, varia entre um máximo de 0,40% no início do desenvolvimento, para um mínimo de 0,27% em ácido málico, para pedúnculos completamente maduros. Esta diminuição também foi observada por Alves et al. (1999), em estudo realizado com o clone CCP 76, cujos teores variaram de 0,40 a 0,21% de ácido málico para pedúnculos verdes e maduros, respectivamente.

Para o pH praticamente não há variação no suco de caju. Mesmo durante a maturação esse valor é pouco modificado, conforme Figueiredo (2000). Maia et al. (1971) encontraram valor de 4,37 para pedúnculos em início de desenvolvimento e 4,13 para os completamente maduros. Alves et al. (1999) trabalhando com o clone CCP 76, em sete estádios de desenvolvimento, não encontraram mudanças significativas no pH durante a maturação.

2.9.5 Vitamina C

Os ácidos orgânicos possuem grande importância para os frutos, sendo o ácido ascórbico um dos mais importantes para os vegetais. Alguns fatores, tais como, solo, clima, regime pluvial, o grau de maturação e a temperatura de armazenamento influem na composição vitamínica do alimento (CHATTOPADHYAY; GHOSH, 1993).

Os valores mais altos de vitamina C no caju são alcançados no final do amadurecimento onde a elevação do nível do ácido ascórbico se deve a uma queda na atividade da enzima ácido ascórbico oxidase (MOURA, 2004). Um mesmo volume de suco do caju contém de 4 a 5 vezes mais vitamina C do que o suco de laranja, fruta considerada padrão nessa vitamina (SOARES, 1986).

Maia et al. (2004) para os clones CCP76, CCP 1001 e CCP 06, relataram valores de 158,26; 157,64 e 153,20 mg/100g. Simões et al. (2001), determinaram para o

clone CCP 76 o valor de 240,44 mg/100g. Aguiar (2001), determinou teor de vitamina C de 176,89 mg/100g no clone CCP 76. Conforme literatura citadas acima, nota-se que o pedúnculo do cajueiro apresenta grande variabilidade no teor de vitamina C.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização

O experimento foi conduzido no Campo Experimental do Curu, pertencente à Embrapa Agroindústria Tropical, em uma área de 0,56 ha, cujas coordenadas geográficas são: latitude 3° 28' 47'' W e altitude de 31 m. O campo experimental faz parte do projeto de irrigação Curu-Paraipaba, situado na região norte do estado do Ceará, município de Paraipaba, no trecho final da bacia do rio Curu.

3.2 Clima

De acordo com KÖPPEN (1948), reforçado pelo algoritmo de classificação de Köppen (VIANA et al. 1997), Paraipaba apresenta clima do tipo Aw', classificado como tropical chuvoso, clima de savana e se caracteriza por apresentar o máximo de chuvas no outono e período seco no inverno.

Segundo Aguiar et al. (2004), baseados na média histórica de 1975 a 2003, o município de Paraipaba apresenta precipitação média anual de 1.031,9 mm, evaporação tanque classe A de 2.683,0 mm, umidade relativa de 84% e temperatura média anual de 27,1 °C, sendo estes dois últimos bastante semelhantes aos dados do ano de 2009 (Tabela 1).

Tabela 1 – Médias mensais e anuais de temperatura, umidade relativa, precipitação, evaporação do tanque “Classe A” e insolação de Paraipaba de 1975 – 2003 e no ano de 2009

Mês	Temperatura do ar (°C)				UR (%)		PPT (mm)		Evap. do tanque Classe A (mm)		Insolação (H mês)
	1975-2003		2009		1975-2003	2009	1975-2003	2009	1975-2003	2009	1975-2003
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima							
Jan	22,9	32	24,1	33,2	86	73	98,8	227,3	227,2	166,24	236,9
Fev	23	31,8	22,6	30,5	86	83	145,1	239	194,7	77,76	200,4
Mar	22,9	31,1	22,8	29,8	88	86	265,4	452,1	189,6	25,84	180,2
Abr	22,7	30,8	22,4	30,2	90	87	243,1	427,6	186,6	31,92	182,5
Mai	22,5	31	22,6	30,1	88	82	134,9	210,6	188,1	34,32	226,2
Jun	21,7	31,1	21,9	30,2	85	77	74,7	166,1	190,3	93,60	245,6
Jul	21,2	31,4	20,8	30	83	75	33,3	193,4	208,7	102,9	280,5
Ago	21,5	32,1	21,1	30,9	81	69	8,8	21	245	186,78	300,3
Set	22,5	32,4	22,2	32,4	77	66	6,2	1,5	263,2	211,5	290,9
Out	22,6	32,6	20,9	32	79	64	2,5	Zero	277,9	284,22	304,6
Nov	22,7	32,7	22,3	32,7	79	60	6,4	1,8	260	289,44	290,1
Dez	22,9	32,6	23,2	32,7	81	63	12,7	15,2	251,7	223,84	281,3
Ano	22,4	31,8	22,2	31,2	83,6	73,8	1031,9	1955,6	2683	1298,7	3019,5

Fonte: Dados de 1975 a 2003 (AGUIAR; BARRETO JÚNIOR; BADU, 2004), dados 2009 Estação Agrometeorológica de Paraipaba (2009).

3.3 Solo

O Solo onde se realizou o experimento está classificado como areia quartzosa distrófica, que segundo o novo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, passa a ser denominado Neossolo Quartzarênico (EMBRAPA, 1999). Na tabela 2 são apresentados os resultados da análise granulométricos e hídricos do solo, antes da implantação do experimento, realizada no laboratório de água e solos da Embrapa Agroindústria Tropical. A tabela 3 mostra as principais características químicas do solo antes do início do experimento.

Tabela 2 - Características físicas e hídricas do solo da Estação Experimental Curu-Paraipaba, Paraipaba, CE, 2008

Característica	Profundidade	
	0 a 0,25 m	0,26 a 0,70 m
Areia (%)	89,5	85,0
Silte (%)	2,7	5,0
Argila (%)	7,8	10,0
Densidade Aparente (g.cm ⁻³)	1,54	1,58
Capacidade de Campo (% em peso)	10,2	12,4
Ponto de Murcha (% em peso)	5,5	6,3
Lâmina d'água disponível (mm)	18,1	43,4

Tabela 3 - Características químicas do solo da Estação Experimental Curu-Paraipaba, Paraipaba, CE, 2008

ANÁLISE	UNIDADE	METODOLOGIA	RESULTADOS	
			PROFUNDIDADE	
			0 - 20	20 - 40
pH	g/kg	Água	6,02	6,18
Ca	mmolc/kg	Kcl	12,1	7,7
Mg	mmolc/kg	Kcl	3,3	2,4
K	mmolc/kg	Mehlich	0,7	0,2
Na	mmolc/kg	Mehlich	0,3	ND
S.B	mmolc/kg	-	16,3	10,3
Al	mmolc/kg	Kcl	ND	ND
H+Al	mmolc/kg	Ac. Cálcio	6,6	5
C.T.C	mmolc/kg	-	22,9	15,2
V %	%	-	71,2	67,5
P2O5	mg/kg	Mehlich	2,5	2
S	mg/kg	Fosf. Cálcio icromato	-	-
M.O	mg/kg		18,7	7,9
Cu	mg/kg	Mehlich	0,2	ND
Fe	mg/kg	Mehlich	5,6	5,7

Resultado analítico de amostra de solo. Metodologia Embrapa-Massa. Data: 15/09/2008.

3.4 Água

A fonte hídrica do experimento foi o rio Curu, perenizado pelas águas dos açudes General Sampaio, Pereira de Miranda, Caxitoré, Frios e Tejussuoca. Na Tabela 4 são apresentados os resultados da análise da água, antes (dezembro de 2008), durante (setembro de 2009) e depois (janeiro de 2010) do experimento, realizado no laboratório de água e solos da Embrapa Agroindústria Tropical.

Tabela 4 - Classificação da água de irrigação utilizada durante o experimento nos anos de 2008 à 2010

ANÁLISE	UNIDADE	ANO		
		2008	2009	2010
Cálcio	mmolc/L	1,14	0,30	2,75
Carbonato em água (CARBON)	mmolc/L	-	-	-
Condutividade elétrica (C.E.)	dS/m	0,93	0,52	0,55
Cloreto em água (CLORAGUA)	mmolc/L	4,90	3,25	3,50
Bircarbonato (HCO ₃)	mmolc/L	2,40	1,70	11,00
Potássio (K)	mmolc/L	0,35	0,12	0,12
Magnésio (Mg)	mmolc/L	1,82	0,35	4,26
Sódio (Na)	mmolc/L	4,77	2,52	2,82
Potencial hidrogeniônico (pH)	-	6,72	7,50	7,47
Relações abs sódio (RAS)	-	3,92	4,41	1,51
Soma ânios (SOMAA)	mmolc/L	7,28	4,95	14,50
Soma cátions (SOMAC)	mmolc/L	8,08	3,29	9,95
Sulfato em água (SULFAT)	mmolc/L	-	-	-
Classificação	-	C3S1*	C2S1**	C2S1**

*C3S1 – água de alta salinidade. Não pode ser utilizada em solos com drenagem deficiente e deve ser aplicada somente em culturas com alta tolerância ao sal. Água com baixo conteúdo de sódio. Pode ser usada para irrigação em quase todos os tipos de solos. Entretanto, certas culturas que são altamente sensíveis podem ser afetadas.

** C2S1 – água com salinidade média. Não pode ser utilizada se uma quantidade moderada de lixiviação ocorrer. Na maioria dos casos, plantas com uma tolerância ao sal podem ser cultivadas sem considerações especiais. Água com baixo conteúdo de sódio. Pode ser usada para irrigação em quase todos os tipos de solos. Entretanto, certas culturas que são altamente sensíveis podem ser afetadas.

3.5 Condução do experimento e delineamento experimental

O experimento foi realizado no período de janeiro à Dezembro de 2009, utilizando plantas de cajueiro anão precoce (*Anacardium occidentale* L.) dos clones CCP 76 e BRS 189, em um pomar instalado em janeiro de 2002, no espaçamento de 8 m x 6 m. Este pomar recebeu poda drástica em outubro de 2005, de maneira que durante a realização do experimento, as plantas se encontravam em estágio adulto e na capacidade plena de produção.

As adubações foram realizadas segundo as quantidades apresentadas na Tabela 5 para uma produtividade esperada de 1.200 kg ha⁻¹ levando-se em conta a análise do solo. O fósforo e os micronutrientes foram incorporados ao solo em uma só aplicação. O nitrogênio e o potássio foram aplicados a cada quinze dias, via fertirrigação. Para o controle de plantas daninhas se utilizou roço mecanizado nas entrelinhas complementado por capina manual (coroamento), mantendo o solo permanentemente limpo em um raio de 1,5 metros em torno das plantas durante o ensaio.

Tabela 5 - Recomendação de adubação mineral para cajueiro anão precoce sob irrigação

Adubação	P resina (mg dm ⁻³)			K solo (mmol dm ⁻³)			
	0 a 12	13 a 30	> 30	0 a 1.5	1.6 a 3.0	> 3.0	
Produtividade esperada (kg ha ⁻¹) de castanha	(N kg ha ⁻¹)	(P ₂ O ₅ g planta ⁻¹)			(K ₂ O g planta ⁻¹)		
< 1.200	100	40	20	20	30	20	20
1.200-3.000	150	60	40	20	60	40	20
>3.000	200	80	60	40	90	60	40

Obs. Adicionar como fonte fósforo super fosfato simples, com o objetivo de se fornecer enxofre às plantas.

Fonte: (OLIVEIRA, 2002).

O controle fitossanitário foi realizado através do monitoramento baseado em um sistema de amostragem e frequência de observações específicas para cada praga e para cada doença, que preconiza o uso de uma escala de notas, que variam em função da severidade dos sintomas ou injúrias (MESQUITA et al., 2006; CARDOSO et al., 2006). Com relação às pragas, tentou-se prevenir ao máximo o aparecimento de lagartas,

principais vetores da Broca das Pontas (*Anthistarcha binocularis*) e de dípteros, principais vetores da Verruga das folhas (*Stenodiplosis sp. = Contarinia sp.*). Dessa forma, quando necessário utilizou-se inseticida para o controle das mesmas. Com relação às doenças, tentou-se prevenir ao máximo o aparecimento da Antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*), utilizando fungicida quando necessário.

O delineamento experimental estabelecido foi cultivo em faixas, em um sistema fatorial 2 x 2, em que, o primeiro fator foi representado pelos tratamentos hídricos: irrigado e sequeiro, o segundo fator foi os clones de cajueiro anão precoce: CCP 76 e BRS 189. No intuito de evitar a influência de fatores que viessem provocar aumento do erro experimental, foram plantados clones de cajueiro anão precoce CCP 09 nas bordaduras na área do ensaio. O croqui de distribuição das plantas e da área pode ser observado na figura 1.

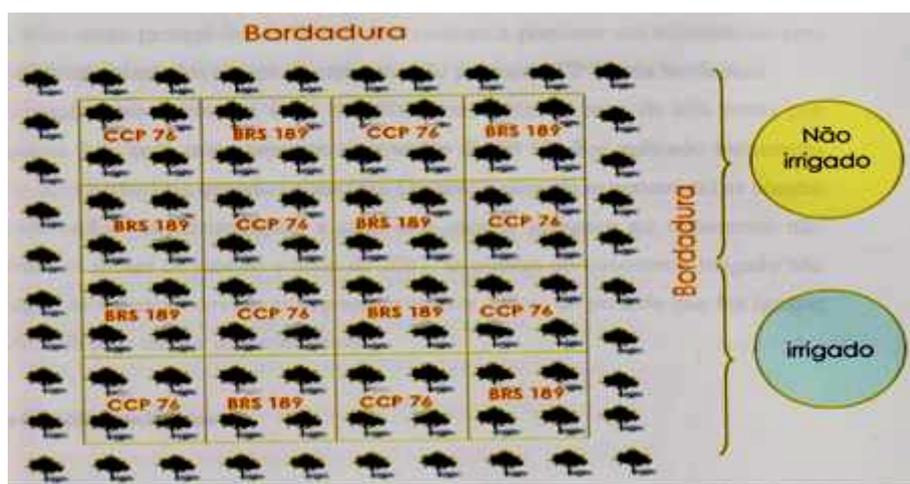


Figura 1 – Croqui da área experimental.

No tratamento irrigado, a água foi aplicada via um sistema de irrigação localizado, tipo microaspersão. Cada planta foi irrigada por um emissor rotativo, autocompensante, com vazão média especificada pelo fabricante de 45 L h⁻¹. Os emissores funcionavam cerca de 0,6 m das plantas, proporcionando um diâmetro molhado médio de 3,8 m, ou seja, uma área molhada de 11,3 m², para uma pressão de serviço de 20 mca. As irrigações foram sempre realizadas pela manhã, imediatamente após a leitura do tanque classe A e o monitoramento dos tensiômetros.

No cálculo da lâmina empregada foram utilizadas as seguintes expressões:

$$ET_c = ECA \times K_t \times K_c \quad (01)$$

Em que:

ET_c – Evapotranspiração de cultivo diário (mm);

ECA – Evaporação diária do tanque classe A padrão (mm)

K_t – Coeficiente do tanque (0,65), obtido a partir dos dados climáticos da região, segundo Doorenbos e Pruitt (1984);

K_c – Coeficiente de cultivo, variável de acordo com a idade da planta, segundo Saunders et al. (1995).

$$V = (A \times Fc \times ET_c) / E_I \quad (02)$$

Em que:

V – É o volume aplicado por planta dia^{-1} , em litros;

A – É a área ocupada pela cultura (m^2);

Fc – É o fator de cobertura (relação entre a área molhada e a área ocupada pela cultura);

E_I – É a eficiência de irrigação (decimal);

Antes da realização do ensaio, determinou-se a área ocupada pela cultura e o fator de cobertura, além da eficiência do sistema. Com uma fita métrica mediu-se o diâmetro médio da copa e o diâmetro médio da área molhada de todas as plantas do experimento. Os valores obtidos foram: diâmetro médio da copa da planta 4,61 m, diâmetros molhado médio do microaspersor 3,8 m, coeficiente do tanque 0,65, coeficiente da cultura 0,65 (constante), vazão média do microaspersor $45,0 \text{ L h}^{-1}$ e eficiência do sistema de 84%.

Antes (Dezembro de 2008), durante (Julho de 2009) e no final (Dezembro de 2009) da realização do ensaio foram avaliadas as condições de pressão, vazão e lâminas de água aplicada, a fim de garantir a uniformidade de distribuição da água, obtendo-se uma vazão média das três leituras de aproximadamente 45 L h^{-1} , CUC de 94%, CUD de 91% e uma eficiência de 84% através da metodologia de Keller & Karmeli (1974). Para tanto, foram coletadas as vazões de todos os emissores do experimento.

No cálculo do coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) e de distribuição (CUD), utilizaram-se as seguintes equações:

$$CUC = 100 \left(1 - \frac{\sum |q_i - \bar{q}|}{n \cdot \bar{q}} \right) \quad (03)$$

$$CUD = 100 \frac{q_{25\%}}{q} \quad (04)$$

Em que:

q_i = Vazão de cada gotejador (L h^{-1}),

\bar{q} = Vazão média dos gotejadores ($L h^{-1}$),

n = Número de gotejadores,

q25% = Média de 25% dos menores valores de vazões observadas ($L h^{-1}$).

A eficiência do sistema de irrigação por gotejamento (E_f) foi obtida através da Equação 3:

$$E_f = Tr \cdot CUC \quad (05)$$

Em que:

Tr = Coeficiente de transmissividade ou coeficiente de transpiração

CUC = Coeficiente de uniformidade de Christiansen.

3.6 Água no solo

Foram perfurados dois poços de observação do lençol freático com 6 metros de profundidade cada, os quais permitiram avaliar o comportamento do lençol freático ao longo do ano (Figura 2).



Figura 2 – Poço de Observação.

Foram instalados ainda 16 tensiômetros de mercúrio, distribuídos em quatro baterias, nas profundidades de 0,10, 0,30, 0,50 e 0,70 m (Figura 3). Cada bateria foi instalada ao lado de uma planta, escolhida aleatoriamente dentro da parcela de cada tratamento. A altura do mercúrio nas cubas, utilizada no cálculo do potencial matricial da água no solo, foi de 0,20 m em relação à superfície do solo. As leituras da altura da

coluna de mercúrio foram realizadas diariamente, no período da manhã, no período de julho à Dezembro de 2009.



Figura 3 – Bateria de tensiômetros.

Utilizando a altura da coluna de mercúrio, altura do nível de mercúrio na cuba e a profundidade dos tensiômetros, foi calculado o potencial matricial (ψ_m) em cada uma das quatro profundidades, através da equação:

$$\psi_m = -12.6 h_z + h_c + z \quad (06)$$

Em que:

ψ_m – potencial matricial da água no solo (cm H₂O);

h_z – altura da coluna de mercúrio (cm Hg);

h_c – altura do nível de mercúrio na cuba em relação ao solo (cm);

z – profundidade de instalação do tensiômetro (cm).

As curvas de retenção de água no solo foram obtidas no Laboratório de Física de solos, do Departamento de Solos da Universidade Federal do Ceará. Para isso foram coletadas 12 amostras de solo indeformada, três por profundidade, utilizando-se o cilindro de Uhland, nas profundidades de 0,10, 0,30, 0,50 e 0,70 m (Figura 4).



Figura 4 – Construção da curva característica de água no solo.

No laboratório, utilizando - se a câmara de pressão de Richards, as amostras foram submetidas às tensões de 0, 100, 300, 600, 900, 3000, 5000, 10000, 15000 cm H₂O. Para a confecção da curva de retenção da água no solo utilizou-se o modelo de Van Genuchten (1980).

Finalmente, a partir dos parâmetros empíricos da equação de Van Genuchten, utilizou-se o software ORIGIN 6.0 para traçar as curvas características da água no solo, nas profundidades 0,10, 0,30, 0,50 e 0,70 m (Figura 5).

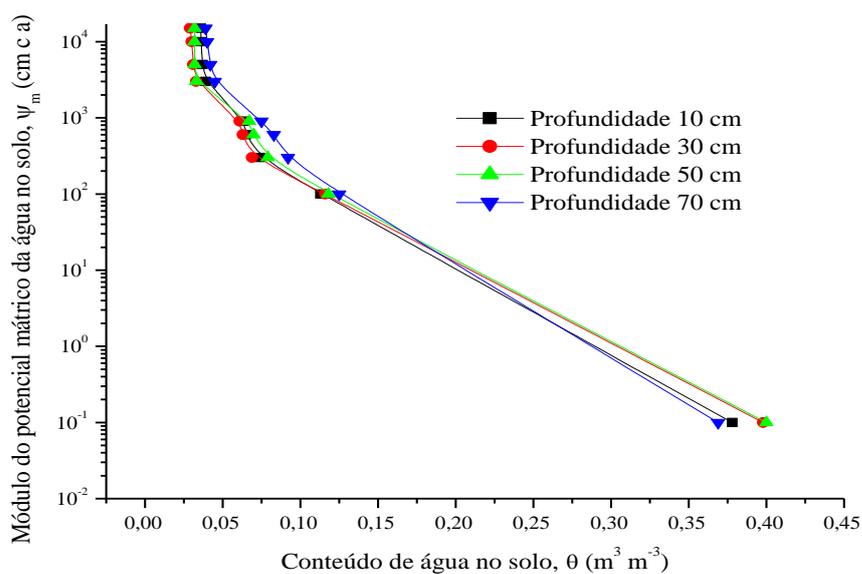


Figura 5 – Curvas Características da Água em Neosolo Quartzarênico, na área do Experimento, nas profundidades 0,10; 0,30; 0,50 e 0,70 m.

3.7 Teor de umidade foliar

Para análise dos teores de umidade foliar foram coletadas três folhas maduras por planta em cada ponto cardeal, totalizando 12 folhas por parcela.

Os teores de umidade foliar nas folhas foram determinados empregando-se a fórmula: $TA = [(MF - MS)/MF] \times 100$, conforme Barrs (1968), em que MF corresponde a massa fresca das folhas e MS a sua massa seca. Os valores foram expressos em porcentagens (%).

3.8 Trocas gasosas

Para avaliar as taxas de fotossíntese (A), de transpiração (E), condutância estomática ao vapor d água (g_s), foi utilizado um analisador portátil de gás no infravermelho - IRGA (modelo LCI, ADC BioScientific, Inglaterra), trabalhando em sistema aberto, em condições ambientes de temperatura e concentração de CO_2 . As medições ocorreram mensalmente, entre os meses de Janeiro à Dezembro de 2009, (a diferenciação dos tratamentos iniciou-se a partir de julho de 2009), entre 9 e 12 horas da manhã, visto que, em geral, as plantas apresentam maiores taxas fotossintéticas nesse horário. Foram avaliadas 4 folhas maduras por parcela irrigada e de sequeiro, sendo uma folha por planta em cada ponto cardeal. As folhas analisadas estavam em estágio adulto e totalmente expandidas e mantidas em suas posições naturais, conforme descrito por DaMatta et al.(1997). Adicionalmente, também foi registrada a radiação fotossinteticamente ativa do período de leitura.

3.9 Teores de íons

Para análise dos minerais foram coletadas mensalmente, três folhas maduras por planta em cada ponto cardeal, totalizando 12 folhas por parcela de janeiro até dezembro de 2009, as quais foram armazenadas em sacos de papel e enviadas para o laboratório de água e solos da Embrapa Agroindústria Tropical, onde foram avaliados os teores de macro e micronutrientes.

Os minerais foram determinados a partir da maceração em almofariz do material vegetal utilizado na análise da matéria seca. Homogeneizou-se 1 g do material em 50 mL de água desionizada, passada através de filtros miliporos (mili-Q). Em seguida, essa mistura foi submetida à agitação por 2 horas e filtrada em papel de filtro do tipo lento. O extrato obtido foi mantido sob-refrigeração até a realização das análises (MIYAZAWA; PAVAN; BLOCH, 1984).

Os teores de Na e K no extrato obtido foram determinados por fotometria de chama, sendo expressos em g Kg^{-1} (SILVA, 1999).

O teor de P foi determinado por colorimetria obtido em espectrofotômetro a 660nm. O fósforo foi expresso em g Kg^{-1} (SILVA, 1999).

Os teores de Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn foram determinados por espectrometria de absorção atômica. O Cálcio e o Magnésio foram expressos em g Kg^{-1} e o Cu, Fe, Mn e Zn em mg kg^{-1} (SILVA, 1999).

Já para o teor de N a determinação foi realizada por titulometria após digestão sulfúrica da amostra e destilação do extrato obtido. Coletou-se o volume destilado em erlenmeyers de 125 mL contendo 10 mL da solução de ácido bórico com indicadores e titulou-se a mistura com H_2SO_4 0,02 N até o ponto de viragem. O nitrogênio foi expresso em g Kg^{-1} (SILVA, 1999).

3.10 Teores de carboidratos

Para análise dos teores de carboidratos foram coletadas mensalmente, três folhas maduras por planta em cada ponto cardeal, totalizando doze folhas por parcela de janeiro até dezembro de 2009, entre 9 e 12 horas da manhã.

Para a determinação dos carboidratos, as doze folhas de cada parcela foram coletadas e armazenadas em sacos plásticos vedados hermeticamente e colocadas em isopor com gelo e enviadas para o Laboratório de Fisiologia Vegetal da Embrapa Agroindústria Tropical, onde foram pesadas e armazenadas em um freezer.

Para as análises dos teores de carboidratos foi seguida a metodologia descrita por Hodge e Hofreiter (1962), a seguir:

Na extração dos carboidratos, amostras de folhas (1g matéria fresca) foram homogeneizadas em almofariz, com 25 ml de etanol a 80% fervente. Em seguida, o

extrato etanólico foi colocado em tubos de centrifuga, submetendo-os a duas centrifugações de 3000 x g por 10 min. Os sobrenadantes (fração solúvel em etanol) foram recolhidos e misturados. O volume do sobrenadante foi então completado até o volume final de 25 mL, guardando em frascos devidamente identificados e armazenados em freezer.

Na determinação dos carboidratos, uma alíquota do extrato foi transferido para tubos de ensaio com tampa, completando-se o volume para 1 ml com água destilada. Os tubos de ensaio foram colocados em banho de gelo por 5 minutos, sendo em seguida adicionados 5 ml do reativo de antrona em cada tubo de ensaio, seguido de agitação em vortex e aquecimento em banho Maria (fervente) durante 10 minutos. Após, os tubos foram colocados em banho de gelo, seguido de leitura em espectrofotômetro no comprimento de onda de 620 nm. Os carboidratos foram expressos em $\mu\text{g gms}^{-1}$.

3.11 Caracterização dos pseudofrutos

3.11.1 Produtividade das castanhas

A produtividade das castanhas foi determinada pelo somatório das coletas semanais em cada parcela no período de agosto de 2009 a março de 2010, sendo estimada posteriormente para kg ha^{-1} .

3.11.2 Peso do pedúnculo

Por meio de balança semi-analítica foi determinado o peso médio de doze pedúnculos maduros, sendo três pedúnculos por planta em cada ponto cardeal. Os pesos foram expressos em gramas (g).

3.11.3 Diâmetro e comprimento

Com o uso de um paquímetro digital foram feitas as médias do diâmetro basal (próximo à castanha), do diâmetro apical (lado oposto à castanha) e do comprimento de doze pedúnculos maduros, sendo três pedúnculos por planta em cada ponto cardeal por parcela, sendo os diâmetros e os comprimentos mesmos expressos em milímetros (mm).

3.11.4 Coloração

A cor da película foi avaliada pela média de três leituras consecutivas dos dozes frutos maduros, sendo três pedúnculos por planta em cada ponto cardeal por parcela, efetuados na porção basal (próxima à castanha) do pedúnculo em pontos aproximadamente equidistantes, através de refletômetro modelo CR-300. As leituras foram definidas a partir de três parâmetros: Luminosidade (L), cromaticidade (croma) e ângulo Hue ($^{\circ}$ Hue), parâmetros esses que definem a cor de acordo com a CIE (Commission Internationale de L'Eclairage), conforme metodologia descrita por McGuire (1992).

3.11.5 pH

O pH foi determinado utilizando-se um potenciômetro (Mettler modelo DL 12) com membrana de vidro, diretamente da polpa dos doze pedúnculos por parcela, extraída com auxílio de um homogenizador doméstico (AOAC, 1992).

3.11.6 Teor de sólidos solúveis (°Brix)

Após a filtração com papel filtro da polpa dos doze frutos de cada parcela com papel filtro, determinou-se o valor de sólidos solúveis, obtido por refratômetro digital da marca ATAGO PR-101 com escala de variação de 0 a 45 °Brix, de acordo com metodologia recomendada por Brasil (2005), sendo o resultado expresso em °Brix.

3.11.7 Vitamina C

A vitamina C foi obtida por titulometria com solução de DFI (2,6 dicloro-feno-indofenol 0,02%) até coloração rósea clara permanente, utilizando 1 grama da polpa média dos doze frutos por parcela diluída em 100 ml de ácido oxálico 0,5% de acordo com Strohecker e Henning (1967). Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico/100g de polpa.

3.12 Análise estatística

Os dados para cada variável foram submetidos à análise de variância (Anova). Posteriormente, quando significativos pelo teste F, foram submetidos à análise de teste de média, utilizando o teste de Tukey nos níveis 5% de significância.

Esses estudos foram realizados com o auxílio de planilhas do Excel e utilizando o software “SAEG/UFV 9.0”.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Água no solo

Em termos gerais, ocorreu uma redução do teor de umidade no solo a partir do mês de julho de 2009, sendo mais acentuado a partir de setembro (Tabela 6), coincidindo com as reduções das precipitações a partir do período citado (Tabela 1).

Tabela 6 - Teor médio mensal de umidade no solo ($m^3 m^{-3}$) em Neossolo Quartzarênico, na área do Experimento, nas profundidades 0,10; 0,30; 0,50 e 0,70 m

Profundidade do tensiômetro (m)	Regime Hídrico	Teor de umidade no solo ($m^3 m^{-3}$)					
		Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
0,1	Sequeiro	0,126	0,096	0,107	0,065	0,059	-*
	Irrigado	0,123	0,120	0,103	0,097	0,084	0,090
0,3	Sequeiro	0,137	0,108	0,100	0,091	0,073	0,055
	Irrigado	0,134	0,122	0,120	0,105	0,098	0,104
0,5	Sequeiro	0,169	0,159	0,145	0,108	0,090	0,066
	Irrigado	0,165	0,135	0,137	0,090	0,093	0,082
0,7	Sequeiro	0,147	0,152	0,142	0,101	0,078	0,072
	Irrigado	0,142	0,127	0,107	0,089	0,072	0,078

*Quebra da coluna de água.

Por sua vez, o lençol freático foi se tornando mais profundo ao longo do ano, coincidindo com a redução do teor umidade do solo, embora a profundidade não tenha ultrapassado a 5 m (Tabela 7).

Tabela 7 - Profundidade média mensal do lençol freático em Neossolo Quartzarênico, na área do Experimento

Regime Hídrico	Profundidade média mensal do lençol freático (m)					
	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Sequeiro	2,59	3,26	3,59	3,76	4,20	4,71
Irrigado	2,57	3,03	3,30	3,62	3,71	4,40

4.2 Umidade foliar

De maneira geral, o teor de água nas folhas não diferiu entre os clones, em ambos os regimes de irrigação (Figuras 6A e 6B). As plantas do clone BRS 189 quando cultivadas sob condições de sequeiro apresentaram menor teor de água nas folhas durante os meses de setembro e outubro (Figura 6C), meses com menores precipitações durante o ensaio (Tabela 1).

Lima (2008), estudando o efeito dos regimes irrigado e sequeiro em folhas sombreadas e a pleno sol de clones de cajueiro anão precoce, verificou que o teor de água nas folhas de ambos os clones não foi alterado significativamente, independente do tipo de folha.

O teor de água da folha é uma variável conservada, variando pouco em função de estresses. Da mesma forma, Amorim (2007) em estudos com cajueiro anão precoce sob condições de salinidade, observou que os teores de água das folhas não diferiram estatisticamente em relação àquelas das plantas controle.

Vale ressaltar as diferenças entre os teores de água nas folhas ao longo do ano. No tratamento irrigado se observa uma redução do teor de água nos meses de maio e junho (Figura 6B). Esta redução coincide com o estágio de desenvolvimento do cajueiro, pois nesses meses as folhas estavam sendo substituídas por folhas novas, de forma que muitas se apresentavam em fase de senescência.

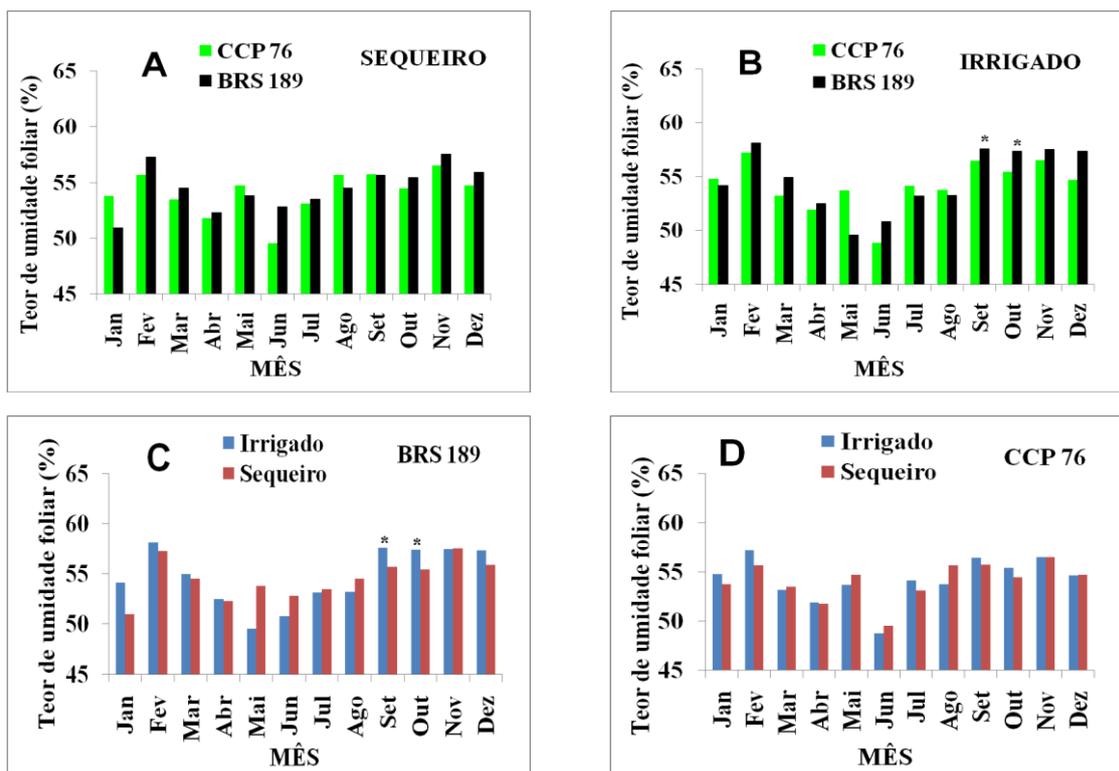


Figura 6 – Teor de umidade foliar de plantas dos clones BRS 189 e CCP 76 de cajueiro ano precoce, cultivadas sob regime de sequeiro e irrigado. *Estatisticamente diferente ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de tukey.

4.3 Radiação fotossinteticamente ativa

Durante o período em que foram realizadas as avaliações, com exceção dos meses de janeiro, maio e julho, a radiação fotossinteticamente ativa sempre esteve acima do ponto de saturação para a fotossíntese do cajueiro. Nesses três meses citados, a média foi de $440 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$, enquanto nos demais meses a média foi de $1130 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$. A radiação fotossinteticamente ativa média anual das leituras foi de $942 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Figura 7).

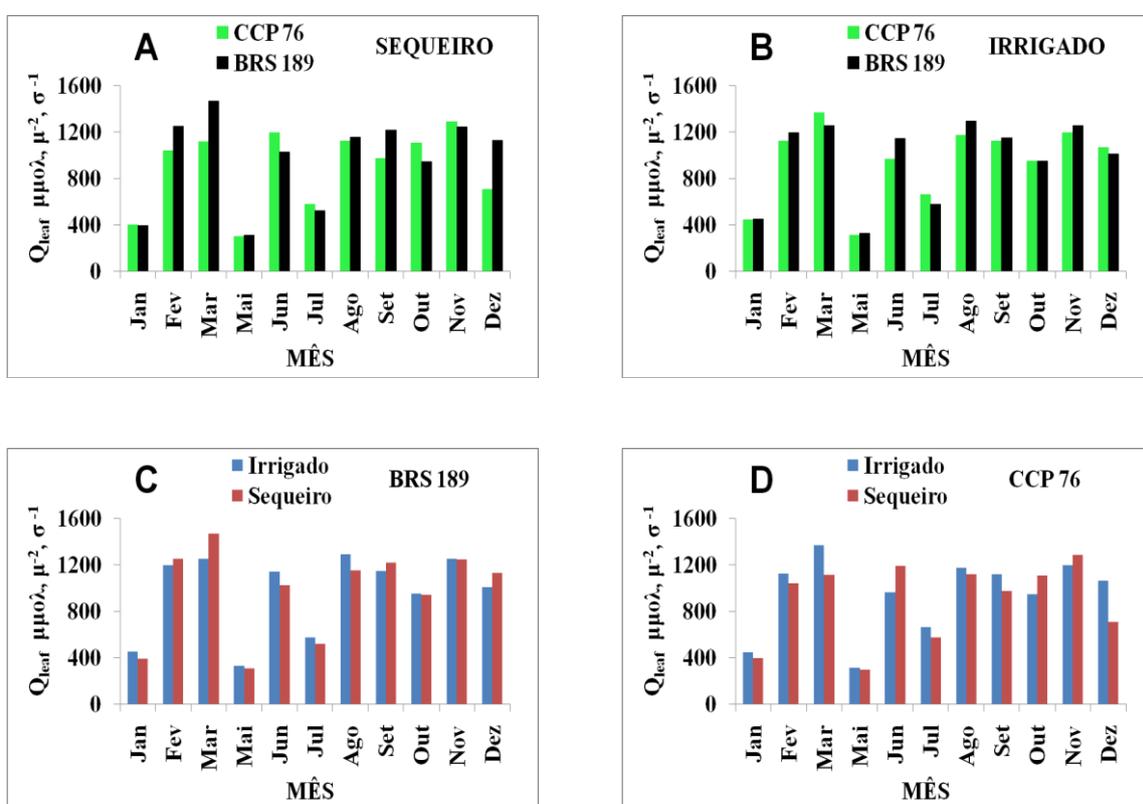


Figura 7 – Radiação fotossinteticamente ativa em uma área com clones BRS 189 e CCP 76 de cajueiro ano precoce, cultivadas sob regime de sequeiro e irrigado.

A energia solar é a fonte primária para a atividade fotossintética. Além disso, a qualidade dos frutos é influenciada pela disponibilidade de energia solar e pelo suprimento de água no solo, como também o rendimento final da cultura (PEREIRA, 2009).

4.4 Fotossíntese (A)

Os valores de A foram estatisticamente semelhantes entre os clones, independente do regime hídrico utilizado (Figuras 8A e 8B). Em ambos os clones, a fotossíntese não diferiu em função do regime hídrico utilizado (Figuras 8C e 8D), apresentando uma média anual de $14,97 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$. Valores dessa ordem de grandeza para fotossíntese líquida também foram observados por outros autores em plântulas e plantas adultas de cajueiro anão precoce (SOUZA et al., 2005, PIZZARRO, 2006, AMORIM, 2007, LIMA 2008).

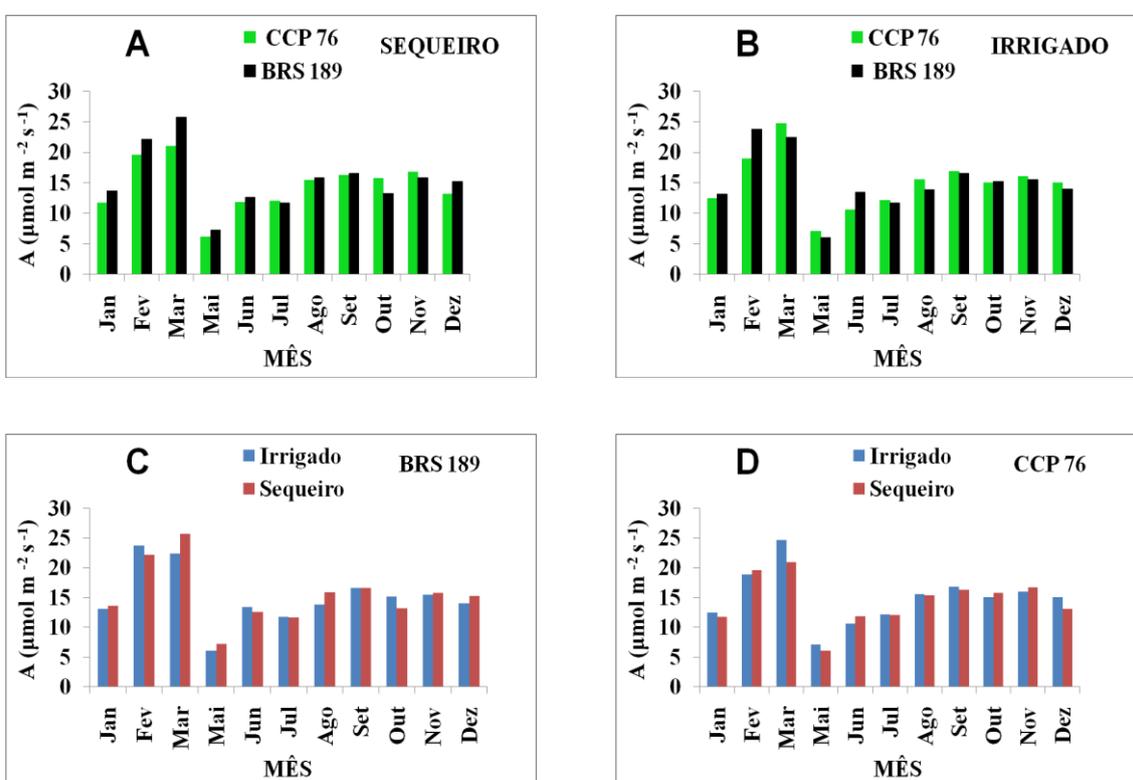


Figura 8 – Fotossíntese líquida de plantas dos clones BRS 189 e CCP 76 de cajueiro anão precoce, cultivadas sob regime de sequeiro e irrigado. *Estatisticamente diferente ao nível de 5% de probabilidade.

Provavelmente a ausência de diferença dos tratamentos, pode ser explicado pelo excesso de chuvas atípicas ocorridas ao longo de quase todo o ano de estudo, com precipitações acima das médias históricas (Tabela 1), proporcionando desta forma, um bom teor de umidade no solo durante o período do ensaio experimental (Tabela 6).

Em termos globais, a disponibilidade de água é o fator mais limitante da fotossíntese, pois as regiões áridas e semiáridas totalizam 35 a 40% da área do planeta (LARCHER, 1995). O estresse hídrico reduz a fotossíntese principalmente por causar fechamento dos estômatos, restringindo a entrada de CO₂ na folha (MARENCO; LOPES, 2009).

Embora não tenha sido observada diferença estatística significativa nos valores de fotossíntese, nota-se um comportamento que pode estar relacionado com o estágio de desenvolvimento da planta e o teor de água. Em geral a fotossíntese entre os meses de agosto e janeiro para ambos os tratamentos seguiram um mesmo padrão. A partir de fevereiro *A* teve uma tendência de aumento, que se justifica uma vez que neste período os cajueiros se encontravam com intensa produção de frutos e de fotoassimilados. Ressalve-se que em janeiro, devido à elevada quantidade de nuvens no dia da leitura, a radiação fotossinteticamente ativa foi baixa (Figura 7), o que limitou a taxa fotossintética, provável motivo pelo qual a mesma diferiu dos meses de fevereiro e março.

Nos meses seguintes maio a julho nota-se uma queda brusca de *A*, provavelmente pelo excesso de brotações e pela redução das folhas maduras devido ao envelhecimento e queda das mesmas, que foram posteriormente substituídas por folhas novas. Aqui se ressalve também a baixa radiação do mês de maio (Figura 7), fato preponderante para a marcadamente pequena taxa fotossintética do mês de maio.

4.5 Transpiração (*E*)

Os valores de *E* foram estatisticamente semelhantes entre os clones, independentes do regime hídrico (Figuras 9A e 9B). Comparando-se os tratamentos hídricos independentes dos clones, observa-se que não houve diferença para os clones. (Figuras 9C e 9D). A transpiração média de 6 mmol m⁻²s⁻¹ (Figura 8), valores semelhantes aos observados por outros autores em plantas adultas de cajueiro anão precoce (AMORIM, 2007; LIMA 2008).

Pelos resultados pode se inferir que não houve necessidade das plantas reduzirem suas taxas transpiratórias para diminuir a perda e economizar a água, em virtude do solo estar com bons teores de umidade (Tabelas 6 e 7).

Entretanto, quando se observa a transpiração ao longo do ano, verifica-se que de maio a julho ocorreu uma redução acentuada da transpiração em função do

envelhecimento, queda e substituição das folhas, uma vez que as condições climáticas como precipitação e umidade relativa, além do teor de umidade do solo estavam favoráveis (Tabela 1 e Tabela 6).

O controle da transpiração é feito pelo fechamento estomático, que é o único processo no sistema solo-planta-atmosfera que possui essa resposta instantânea. Porém, como tal controle está diretamente associado ao suprimento de CO₂ à folha, a condutância estomática deve variar ao longo do tempo, de forma a haver um mínimo de perdas de água para uma máxima assimilação de CO₂ (KRAMER; BOYER, 1995).

Verifica-se que o aumento de A e gs nos meses de fevereiro e março não foram acompanhados em aumento proporcional de E, provavelmente pelas condições climáticas que proporcionaram baixo valor do déficit de pressão de vapor (DPV), ocasionado pelo aumento mensal das precipitações (Tabela 1) e boas condições hídricas do solo, o que gerou aumento da abertura estomática, das trocas gasosas sem aumentar a transpiração.

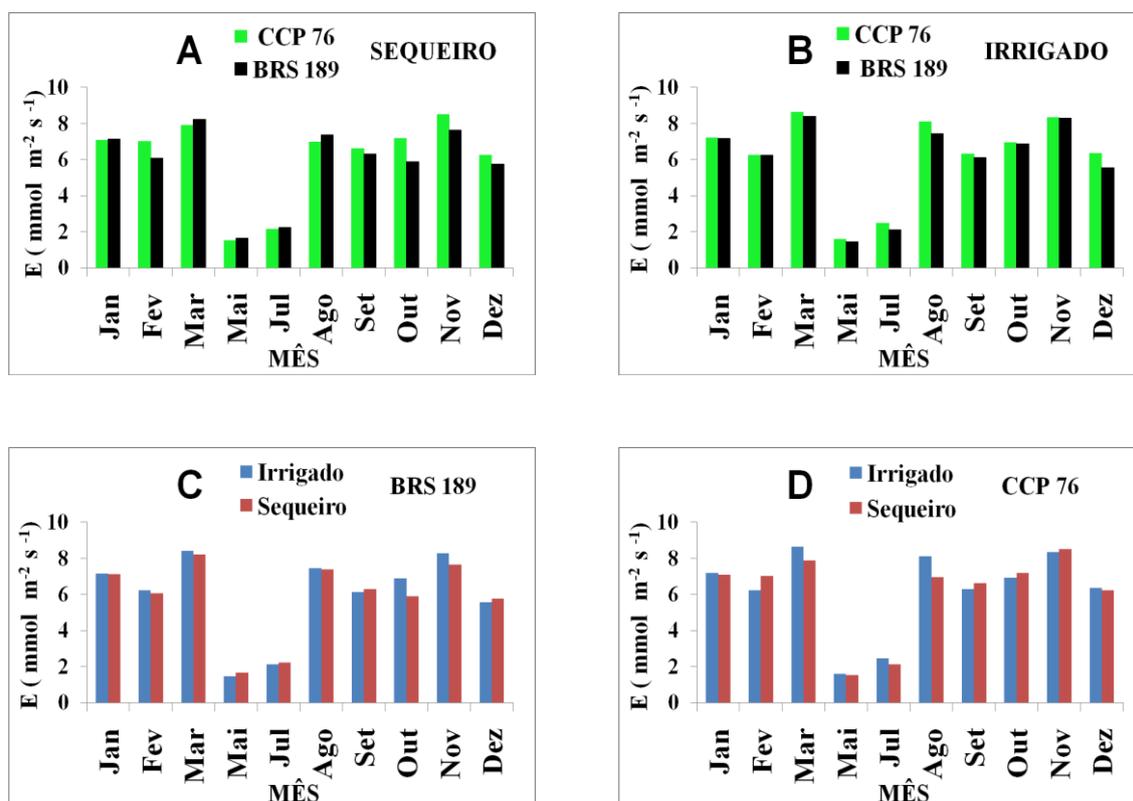


Figura 9 – Transpiração de plantas dos clones BRS 189 e CCP 76 de cajueiro ano precoce, cultivadas sob regime de sequeiro e irrigado. *Estatisticamente diferente ao nível de 5% de probabilidade.

4.6 Condutância estomática ao vapor d'água (g_s)

Em relação aos valores de g_s , não foram verificadas diferenças estatísticas entre os clones, com exceção das plantas irrigadas no mês de fevereiro, em que o clone BRS 189 apresentou maior valor (Figuras 10A e 10B). Em relação aos tratamentos hídricos, a maior diferença ocorreu no BRS 189, em que as plantas irrigadas apresentaram em novembro uma superioridade de 40,5% quando comparadas com o regime de sequeiro (Figuras 10C e 10D).

Os valores encontrados ($0,64 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) foram em média superiores aos encontrados por Amorim (2007) e por Lima (2009), respectivamente.

Segundo Marengo e Lopes (2009), O potencial hídrico foliar é o fator preponderante no controle do movimento estomático. Quando o Ψ foliar diminui até certo limite crítico, os estômatos fecham-se, sendo este efeito predominante sobre os demais fatores do meio, mesmo em condições ótimas de luz, CO_2 e temperatura, o que reforça a ideia de não ter ocorrido falta de água para as plantas, mesmo no tratamento de sequeiro.

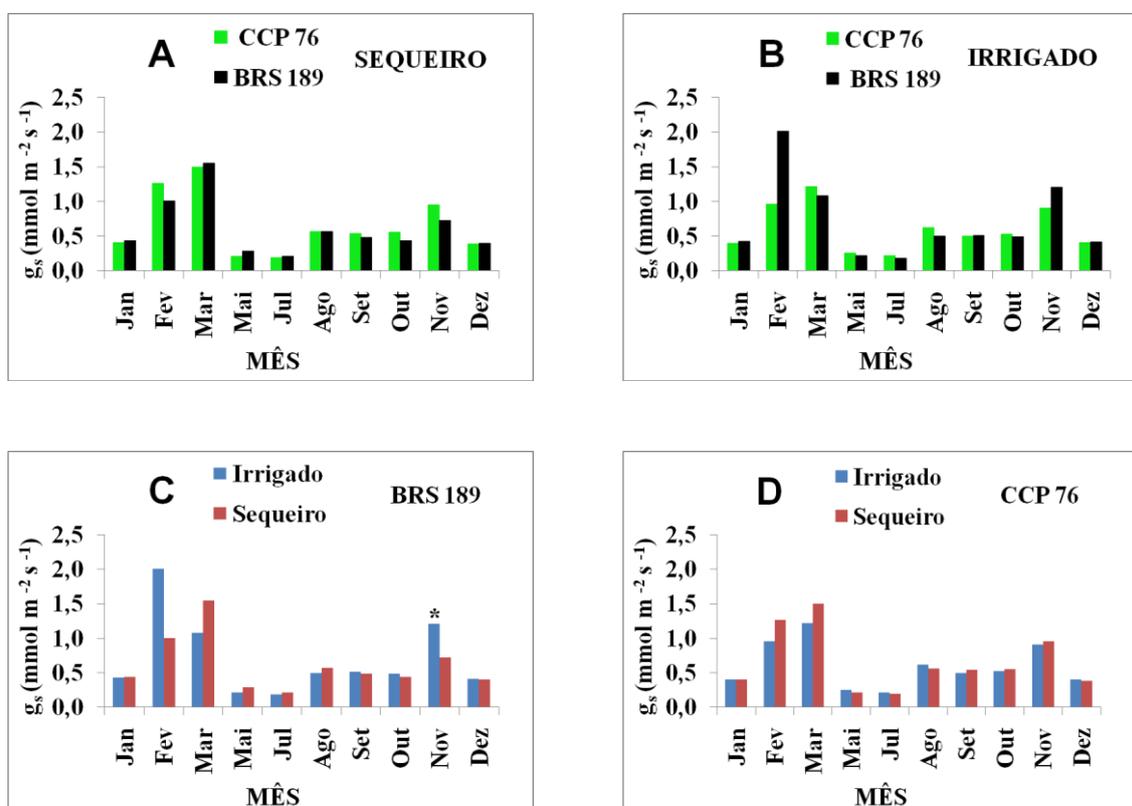


Figura 10 – Condutância estomática de plantas dos clones BRS 189 e CCP 76 de cajueiro ano precoce, cultivadas sob regime de sequeiro e irrigado. *Estatisticamente diferente ao nível de 5% de probabilidade.

4.7 Teores foliares de íons

4.7.1 Nitrogênio (N)

O teor de N não diferiu estatisticamente entre regimes de irrigação, independentemente do tipos de clones utilizados (Figuras 11A e 11B). Por outro lado, tanto para o clone BRS 189 quanto para o clone CCP 76 de maneira geral não foram encontradas diferenças entre as plantas dos dois regimes hídricos (Figuras 10C e 10D).

Haag et al. (1975), consideram que os níveis de N adequados nas folhas situam-se entre 24,0 a 25,8 g kg⁻¹ de matéria seca. Por outro lado, Kernot (1998), considerou o intervalo ideal entre 14,0 a 18,0 g kg⁻¹ de matéria foliar. Tais diferenças podem ser atribuídas ao material genético pesquisado por cada autor. Latis e Chibiliti (1988) na Zâmbia e Richards (1993) na Austrália encontraram os teores de N de 17,2 e 15,0 g kg⁻¹ respectivamente. Os teores de N observados neste ensaio foram em média inferiores aos encontrados por esses autores.

Observa-se que a concentração foliar de N decresceu nos meses de abril e maio, período este que apresentou precipitações acima da média histórica (Tabela 1), o que pode ter proporcionado à lixiviação desse nutriente, já que o mesmo possui boa mobilidade no solo. Outro fator poderia ser a queda das folhas neste período. Os valores de N na planta podem variar consideravelmente de acordo com a parte da planta analisada, metodologia, idade da planta, fertilização, entre outros (MARSCHNER, 1995).

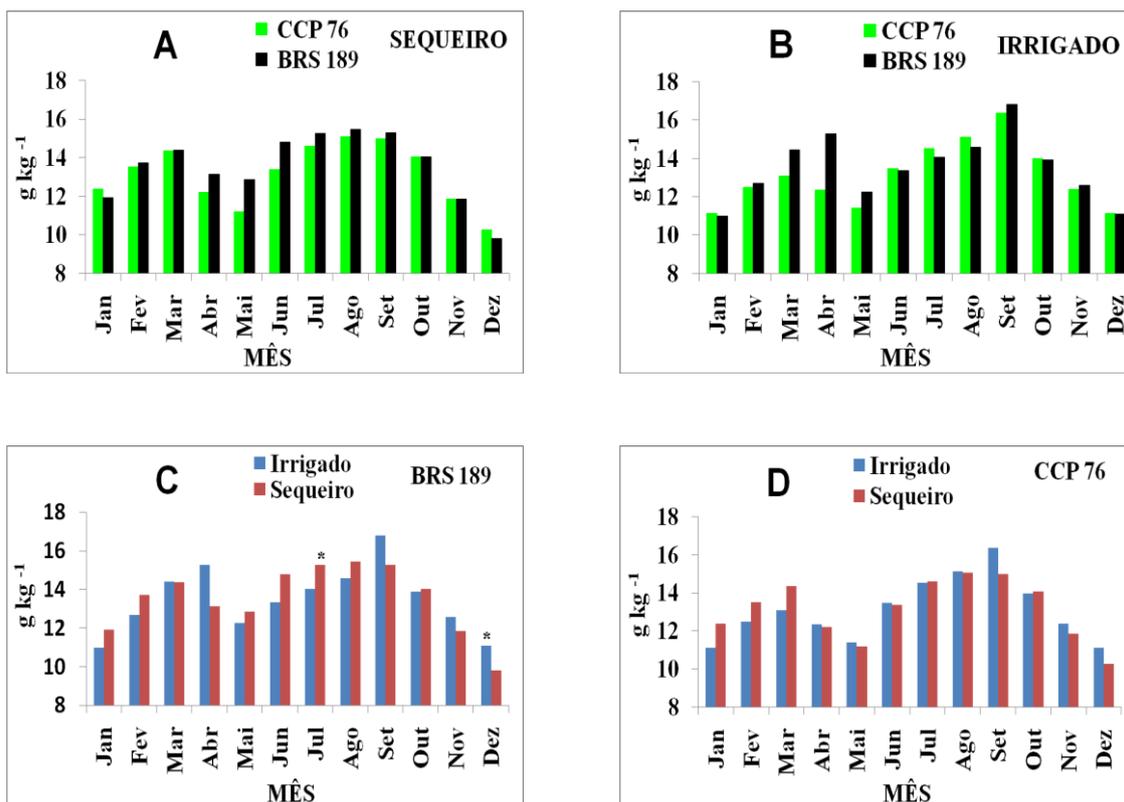


Figura 11 – Teores de nitrogênio foliar de plantas dos clones BRS 189 e CCP 76 de cajueiro ano precoce, cultivadas sob regime de sequeiro e irrigado. *Estatisticamente diferente ao nível de 5% de probabilidade.

4.7.2 Fósforo (P)

Os valores de P foram em geral estatisticamente semelhantes entre os clones, independente do regime hídrico utilizado (Figuras 12A e 12B). Em ambos os clones, o teor de fósforo praticamente não diferiu em função do regime hídrico utilizado (Figuras 12C e 12D). Mas as plantas do clone CCP 76 quando irrigadas apresentaram maior teor de água nas folhas durante o mês de julho (Figura 12D).

Verifica-se que os teores foliares de P oscilou assim como ocorre com o N, variando nas diversas épocas do ano. A Redução nos meses de março a junho, provavelmente foi devido ao período de queda das folhas e pelo excesso de precipitação ocorrida, propiciando a não absorção deste elemento bem como a sua lixiviação para as camadas mais profundas do solo. Constatou outra queda a partir de agosto a novembro, também referente ao florescimento e a frutificação.

Segundo Raghothama (1995) mais de 80% do P aplicado para melhorar a produtividade das culturas torna-se indisponível à planta, devido à adsorção às partículas do solo, precipitação ou transformação em fósforo orgânico.

Os teores foliares de P observados neste trabalho foram em média inferiores aos valores químicos foliares encontrados por Richards (1993) ($1,08 \text{ g kg}^{-1}$) e Haag et al. (1975) ($1,04 \text{ g kg}^{-1}$) e superiores aos valores foliares encontrados por Latis e Chibiliti (1988) ($0,02 \text{ g kg}^{-1}$).

Os valores referentes aos meses de setembro, outubro e dezembro não foram incluídos devido a falhas nos equipamentos durante a análise laboratorial.

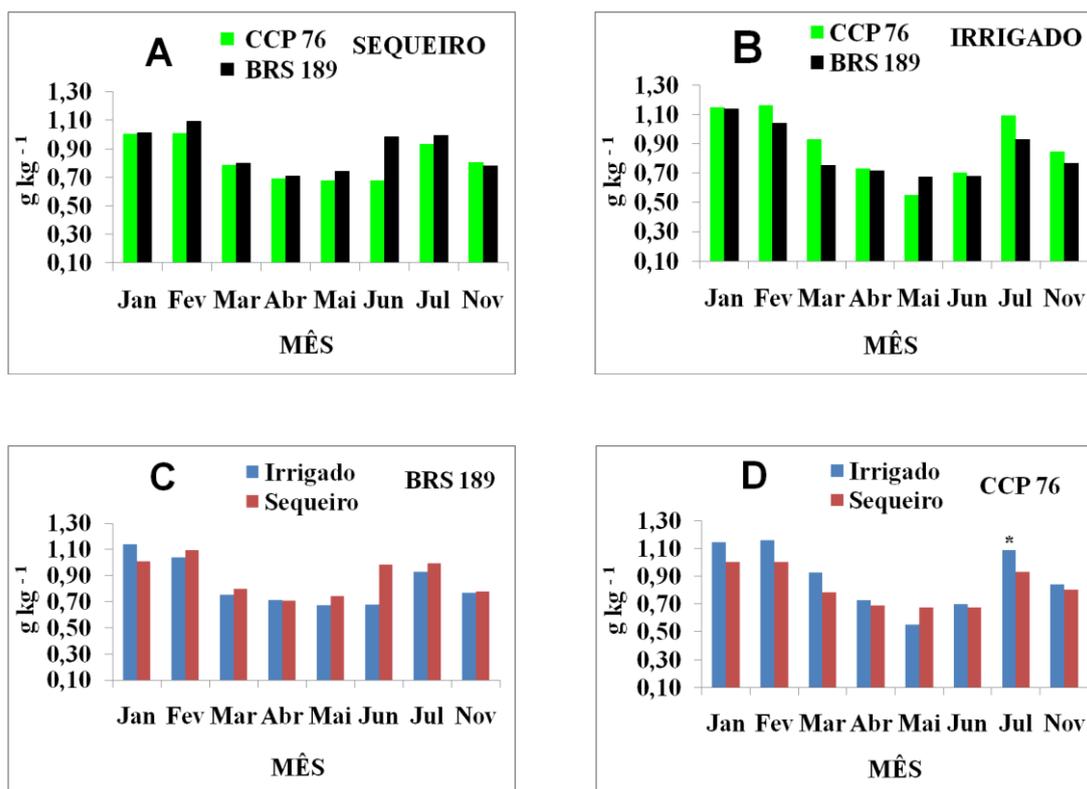


Figura 12 – Teores de fósforo foliar de plantas dos clones BRS 189 e CCP 76 de cajueiro ano precoce, cultivadas sob regime de sequeiro e irrigado. *Estatisticamente diferente ao nível de 5% de probabilidade.

4.7.3 Potássio (K)

De uma maneira geral, o teor de K diferiu entre os clones, em ambos os regimes de irrigação (Figuras 13A e 13B). As plantas do clone CCP 76 quando cultivadas sob condições de sequeiro apresentaram maiores teores de K nas folhas durante os meses setembro à dezembro do que as plantas do clone BRS 189 (Figura 13A). As plantas do clone CCP 76 quando cultivadas sob irrigação também mantiveram

teores de K superiores os das plantas do clone BRS 189 nos meses de novembro e dezembro (Figura 13B). Por outro lado, não foram encontradas diferenças entre os dois regimes hídricos para ambos os clones com excessão do clone CCP 76 em setembro em que o tratamento sequeiro foi superior ao tratamento irrigado (Figuras 13C e 13D).

Ao analisar os teores foliares de K em planta adulta, Kernot (1998) considerou como adequado o valor entre 7,2 e 11,0 g kg⁻¹. Já Haag et al. (1975) estudando plantas adultas, verificou que os valores são mais elevados e variaram de 11,0 a 20,0 g kg⁻¹. Essa diferença, possivelmente, poderá ser atribuída ao material genético utilizado, tendo em vista que o último autor trabalhou com cajueiro gigante.

Para os teores foliares de K, à semelhança do que ocorre com o N e P, variam nas diversas épocas do ano. Redução nos meses de março a junho, provavelmente pelo período de queda das folhas e pelo excesso de precipitação ocorrida, propiciando a não absorção deste elemento bem como a sua lixiviação para as camadas mais profundas do solo.

Na Índia, Yaacob, Ngah e Kamal (1984) observaram que as concentrações foliares de N, P e K no cajueiro eram maiores na estação chuvosa, a qual coincidia com o período de frutificação. Já Almeida et al. (1992) no Ceará verificaram que os teores de N, P e K nas folhas do cajueiro foram mais altos no período antecedente à floração (maio e junho), diminuíram durante a floração (julho, agosto e setembro) e atingiram valores mínimos no período de maior produção (novembro e dezembro).

Os valores de K nas folhas dos cajueiros variaram ao longo do ano, com os maiores valores sendo encontrados nos meses de agosto (8,5 g kg⁻¹), correspondendo ao valor adequado para o cajueiro segundo Kernot (1988) e próximo ao ideal para Haag et al (1975).

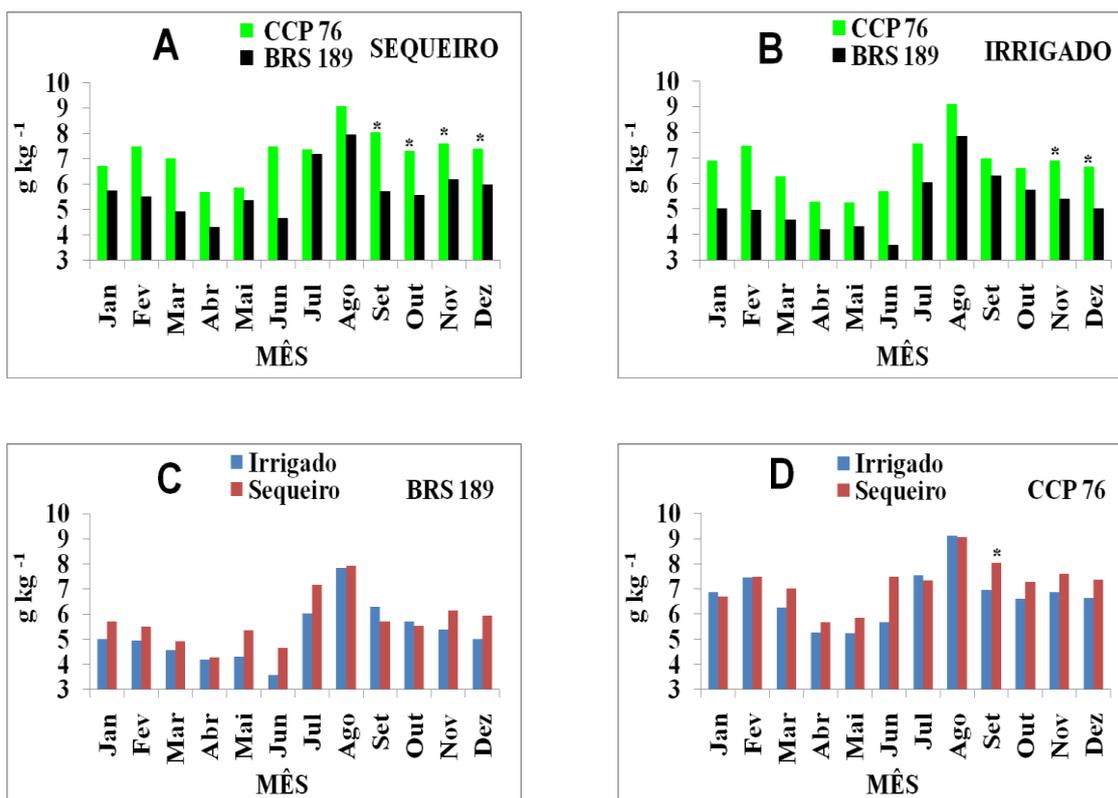


Figura 13 – Teores de potássio foliar de plantas dos clones BRS 189 e CCP 76 de cajueiro ano precoce, cultivadas sob regime de sequeiro e irrigado. *Estatisticamente diferente ao nível de 5% de probabilidade, pelos teste de tukey.

4.7.4 Cálcio (Ca)

De uma maneira geral, o teor de Ca não diferiu entre os clones, em ambos os regimes de irrigação (Figuras 14A e 14B). Entretanto, algumas diferenças podem ser visualizadas. As plantas do clone BRS 189 quando cultivadas sob irrigação apresentaram maiores teor de Ca nas folhas durante o meses de julho e dezembro, quando comparadas com as plantas do clone CCP 76 (Figura 13B).

Da mesma forma, não foram encontradas grandes diferenças entre os regimes hídricos para as plantas de ambos os clones (Figuras 14C e 14D). As plantas do clone BRS 189, quando cultivadas sob condições de sequeiro, apresentaram menor teor de Ca nas folhas durante o mês de dezembro (Figura 14C).

Os teores de Ca neste trabalho foram em média $8,07 \text{ g kg}^{-1}$, sendo superiores aos observados por Haag et al. (1975) ($2,1 \text{ g kg}^{-1}$), Latis e Chibilibi (1988) ($1,2 \text{ g kg}^{-1}$) e

Richards (1993) ($3,8 \text{ g kg}^{-1}$). Por ser elemento de baixa mobilidade no floema dos tecidos, o Ca apresenta tendência de acúmulo, aumentando a concentração com o tempo (MARSCHENER, 1995). O que provavelmente explique o alto valor desse elemento nas plantas do presente estudo, é a relação entre a sua absorção e a pluviosidade, principalmente no primeiro semestre com chuvas acima da média histórica, fato ratificado por Corrêa, Nascimento e Neves (1991) estudando as variações dos teores foliares dos macronutrientes em tres tipos de cajueiro durante o ano.

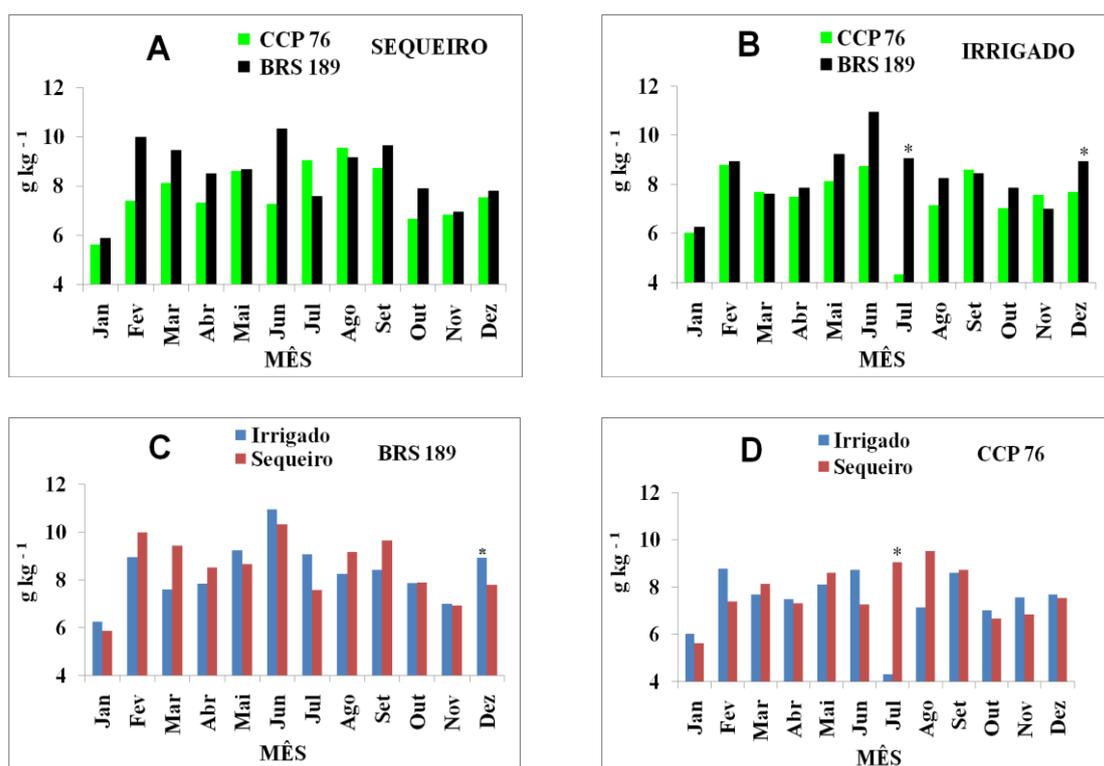


Figura 14 – Teores de cálcio foliar de plantas dos clones BRS 189 e CCP 76 de cajueiro ano precoce, cultivadas sob regime de sequeiro e irrigado. *Estatisticamente diferente ao nível de 5% de probabilidade

4.7.5 Magnésio (Mg)

Com relação ao teor de Mg, não houve diferença estatística entre os clones, em ambos os regimes de irrigação, com exceção do mês de agosto nas plantas de sequeiro, em que o CCP 76 foi superior (Figuras 15A e 15B). De forma geral também não foram encontradas diferenças entre os regimes hídricos, nas plantas de ambos os clones (Figuras 15C e 15D). Entretanto, aqui se observaram várias diferenças. As

plantas do clone BRS 189 quando cultivadas sob irrigação apresentaram maiores teores de Mg nas folhas durante o mês de dezembro, quando comparadas às plantas do clone CCP 76 (Figura 15B). Já o clone CCP 76 apresentou em agosto maior teor de Mg quando as plantas foram cultivadas sob condições de sequeiro (Figura 15D).

Quanto ao Mg, o presente estudo mostrou que o seu teor não variou estatisticamente durante o ano, com o menor valor ocorrendo no mês de outubro, período de baixa precipitação e período de florescimento e frutificação da planta. Tal fato pode ser atribuído à baixa absorção do Mg, bem como a sua translocação para as partes novas da planta.

Os teores de Mg foliares foram em média de $3,56 \text{ g kg}^{-1}$, valores semelhantes aos observados por Haag et al. (1975) ($3,4 \text{ g kg}^{-1}$) e superiores aos valores de Latis e Chibiliti (1988) ($0,7 \text{ g kg}^{-1}$) e Richards (1993) ($2,6 \text{ g kg}^{-1}$). Haag et al. (1975) citam que as diferenças entre os teores de nutrientes nas plantas justificam-se em função de os mesmos variarem com o porte, idade e ambiente onde a planta se desenvolve. Ademais, assim como o cálcio o magnésio também é um elemento de baixa mobilidade no floema dos tecidos, apresentando dessa forma, tendências de acúmulo, aumentando a sua concentração com o tempo (MARSCHENER, 1995).

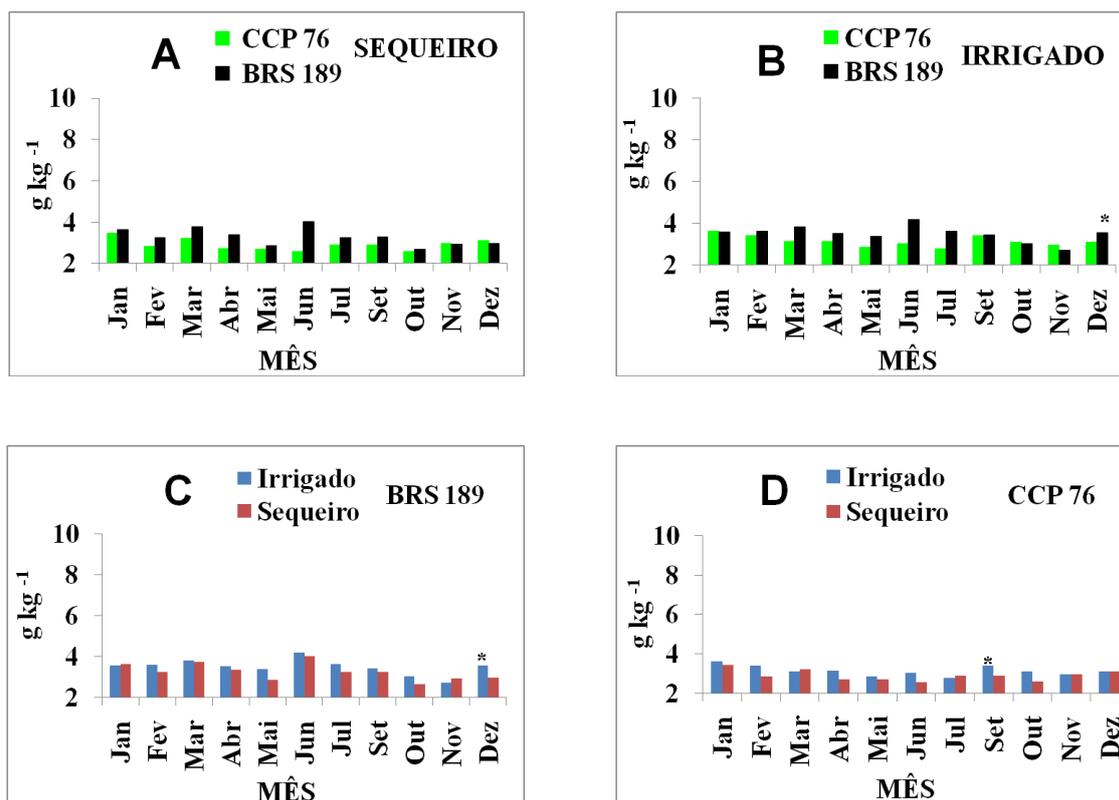


Figura 15 – Teores de magnésio foliar de plantas dos clones BRS 189 e CCP 76 de cajueiro ano precoce, cultivadas sob regime de sequeiro e irrigado. *Estatisticamente diferente ao nível de 5% de probabilidade.

4.7.6 Sódio (Na)

De uma maneira geral, o teor de Na não diferiu entre os clones, em ambos os regimes de irrigação (Figuras 16A e 16B). Da mesma forma, não foram encontradas grandes diferenças entre as plantas dos clone BRS 189 e do clone CCP 76 nos dois regimes hídricos (Figuras 16C e 16D).

Comparando-se os regimes hídricos se observa na maioria dos meses estudados que as plantas cultivadas sob condições de irrigação apresentaram valores maiores de Na (Figuras 16C e 16D), o que pode ser explicado pela quantidade de sais encontrada na água de irrigação (Tabelas 4).

Os teores de Na foram em média de 2,35 g kg⁻¹, valores inferiores aos observados nos mesmos meses por Amorim (2007). Convém lembrar que o Na⁺ pode também substituir o K em algumas funções (TAIZ; ZEIGER, 2009; LACERDA, 2005) e que os teores foliares dos íons no presente trabalho se apresentaram, distantes do limite de toxicidade dos cajueiros estudados, visto também que não se observou influencia negativa dos mesmos no desenvolvimento da planta.

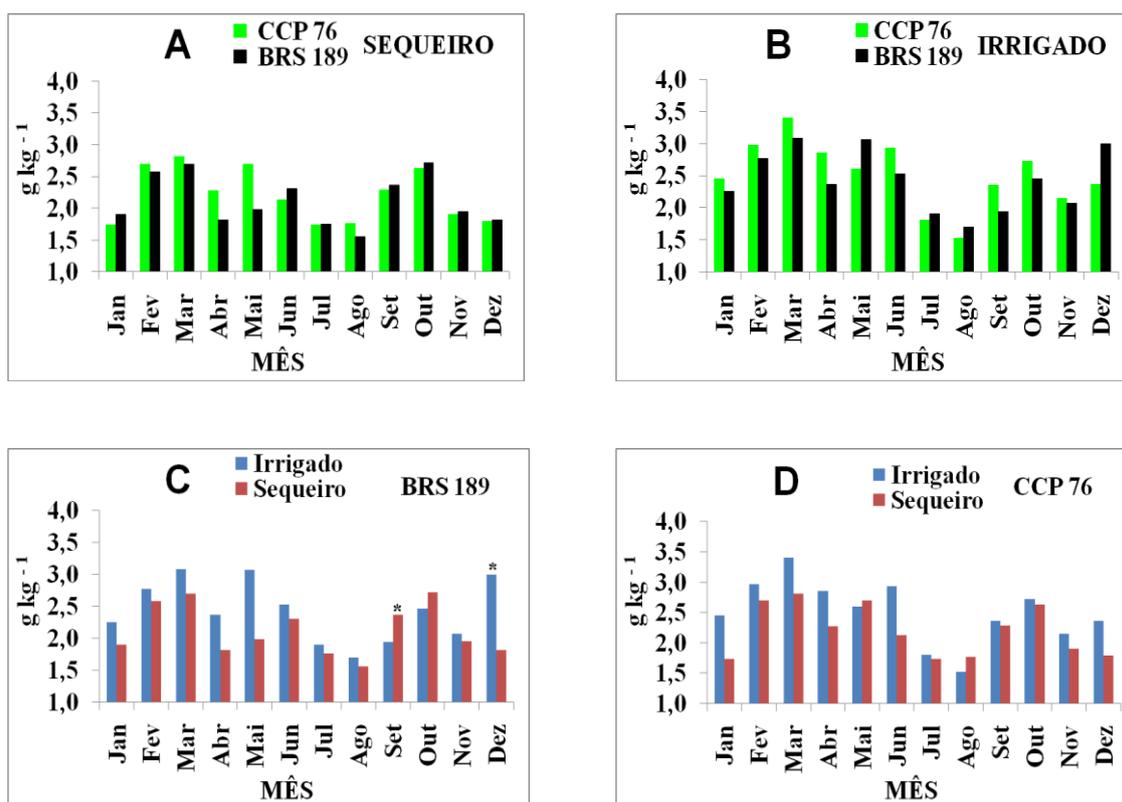


Figura 16 – Teores de sódio foliar de plantas dos clones BRS 189 e CCP 76 de cajueiro ano precoce, cultivadas sob regime de sequeiro e irrigado. *Estatisticamente diferente ao nível de 5% de probabilidade.

4.7.7 Teores de micronutrientes (Cu, Fe, Zn e Mn)

De uma maneira geral, os micronutrientes não diferiram entre os clones, em ambos os regimes de irrigação (Tabela 8). Da mesma forma, não foram encontradas diferenças entre os regimes hídricos para as plantas de ambos os clones (Tabela 8).

Em média os valores de Cu neste trabalho foram de $19,93 \text{ mg kg}^{-1}$, valores superiores ao encontrados por Haag et al. (1975) ($12,7 \text{ mg kg}^{-1}$). O Cu é um micronutriente que, em suas formas iônicas, é altamente tóxico em elevadas concentrações, uma afirmação que se aplica a todos os íons de elementos metais pesados (EPSTEIN et.al., 2006). Os elevados valores verificados nos meses de abril a junho são justificados pela aplicação de oxicleto de cobre, fungicidas à base de cobre objetivando o controle de doenças, como o controle da antracnose.

Os valores médios de Fe foram de $56,08 \text{ mg kg}^{-1}$, sendo estes inferiores ao encontrados por Haag et al. (1975) Latis e Chibiliti (1988). Segundo Crisóstomo et al.

(2009) o crescimento do cajueiro é seriamente comprometido na ausência de ferro e em apenas um mês, os sintomas visuais de deficiência tornam-se visíveis, fato não observado no presente experimento.

Com relação ao zinco, o teor foliar médio encontrado nesta pesquisa foi de 29,08 mg kg⁻¹. Os níveis críticos de deficiência de Zn estão na faixa de 15 a 20 mg kg⁻¹ MS, enquanto as concentrações consideradas tóxicas variam de 100 a 400 mg kg⁻¹ MS (GALRÃO, 1995; MARSCHNER, 1995; ROSOLEM; FRANCO, 2000).

Por fim, em média os valores de Mn foram de 83,83 mg kg⁻¹, valores inferiores ao encontrados por Haag et al. (1975) (139 mg kg⁻¹) e superiores aos de Latis e Chibiliti (1988) (73,2 mg kg⁻¹). O Nível crítico de deficiência de Mn nas folhas oscila entre 10 e 20 mg kg⁻¹ MS, com pouca variação entre as espécies. Ao contrário, o nível crítico de toxidez varia entre espécies e cultivares, entre 200 e 500 mg kg⁻¹ MS para o milho e a soja e mais de 1000 mg kg⁻¹ MS para batata e girassol (MARSCHNER, 1995). Segundo Marenco (2009), esse elemento compete e reduz a absorção de outros, particularmente Ca²⁺, Mg²⁺, Fe²⁺ e, em menor grau, K⁺. Em altas concentrações, Mn inibe a Rubisco, enzima chave do processo fotossintético (MARSCHNER, 1995)

Segundo Mukhopadhyay e Sharma (1991), com deficiência de Mn, a produção de matéria seca e a fotossíntese diminuem rapidamente, ocorre reflexo da escassez de compostos redutores e carboidratos, bem como redução nos teores de carboidrato solúveis e de clorofilas e queda na síntese de ácidos graxos.

Tabela 8 - Teores de micronutrientes foliares de plantas dos clones BRS 189 e CCP 76 de cajueiro anão precoce, cultivadas sob regime de sequeiro e irrigado

	Clone	Regime Hídrico	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Cu	BRS 189	Sequeiro		5,30	3,90	102,93	52,03	39,90	7,20 Aa	6,12 Aa	9,05 Aa	7,62 Aa	4,30 Aa	0,87 Aa
		Irrigado		3,95	5,03	63,65	46,10	36,03	14,82 Aa	10,90 Aa	8,82 Aa	4,40 Aa	3,57 Aa	0,80 Aa
	CCP 76	Sequeiro		3,10	5,58	100,25	57,15	29,25	7,97 Aa	10,55 Aa	10,82 Aa	7,42 Aa	4,45 Aa	0,97 Aa
		Irrigado		3,30	4,63	103,03	54,20	31,00	8,02 Aa	6,87 Aa	4,65 Ba	4,30 Aa	4,20 Aa	0,80 Aa
Fe	BRS 189	Sequeiro	57,63	69,63	58,10	68,93	55,05	72,08	65,06 Aa	54,72 Aa	59,22 Aa	27,00 Aa	84,17 Aa	26,00 Aa
		Irrigado	61,40	74,23	60,83	76,08	70,53	60,58	51,03 Aa	51,46 Aa	41,52 Ba	24,50 Aa	82,05 Aa	29,45 Aa
	CCP 76	Sequeiro	62,80	72,33	47,95	86,33	68,63	43,55	51,50 Aa	52,80 Aa	40,62 Ab	47,00 Aa	79,37 Aa	25,00 Aa
		Irrigado	53,61	71,35	47,38	73,27	75,40	49,70	37,55 Aa	44,30 Aa	33,52 Aa	18,25 Ba	76,97 Aa	22,22 Aa
Zn	BRS 189	Sequeiro	10,63	11,85	13,68	10,28	23,98	29,33	45,75 Aa	26,32 Aa	35,90 Aa	66,20 Aa	77,30 Aa	12,82 Aa
		Irrigado	13,13	13,43	17,70	12,28	27,03	32,28	45,15 Aa	23,67 Aa	36,62 Aa	70,00 Aa	71,07 Aa	13,27 Aa
	CCP 76	Sequeiro	11,78	9,70	14,63	8,95	24,78	29,70	44,82 Aa	26,57 Aa	35,77 Aa	67,92 Aa	77,12 Aa	12,15 Aa
		Irrigado	13,53	12,35	18,03	11,10	24,40	30,80	43,35 Aa	23,80 Aa	38,15 Aa	69,90 Aa	75,55 Aa	13,07 Aa
Mn	BRS 189	Sequeiro	26,70	79,03	86,63	167,90	110,65	145,48	68,12 Ba	69,77 Aa	123,42 Aa	116,45 Aa	60,82 Aa	44,32 Ba
		Irrigado	38,28	100,08	91,60	156,35	141,15	151,00	131,05 Aa	82,50 Aa	77,97 Ba	71,60 Ba	54,57 Aa	61,60 Aa
	CCP 76	Sequeiro	24,45	54,40	70,43	135,40	119,80	96,95	68,45 Aa	67,85 Aa	86,57 Aa	107,95 Aa	63,97 Aa	36,75 Ba
		Irrigado	38,75	61,98	82,48	138,40	121,95	123,88	63,45 Ab	44,95 Ab	69,75 Aa	69,70 Ba	64,02 Aa	54,40 Aa

Médias seguidas por letras maiúsculas iguais não diferem para o regime hídrico dentro de um mesmo clone e por letras minúsculas iguais não diferem entre o clone para o mesmo regime hídrico, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

4.8 Teores de carboidratos solúveis totais

Os teores de carboidratos solúveis nas folhas não diferiram entre os clones, em ambos os regimes de irrigação (Figuras 17A e 17B). De forma geral também não foram encontradas diferenças entre as plantas dos dois regimes hídricos, em ambos os clones (Figuras 17C e 17D).

Talvez, devido às elevadas precipitações ocorridas no primeiro semestre de 2009, a retirada da irrigação não afetou a fotossíntese, não interferindo, portanto na produção dos fotoassimilados. Segundo Lawlor e Cornic (2002) o déficit hídrico afeta a fotossíntese das plantas direta ou indiretamente, interferindo nas suas relações hídricas e na qualidade dos frutos e pode reduzir drasticamente o crescimento das plantas.

Por sua vez, os teores de carboidratos nas folhas ao longo do ano são variados, em resposta ao estágio fenofisiológico da cultura. Pode-se observar maiores valores de carboidratos nos meses de janeiro e fevereiro (Figura 17), período após a colheita e em que a planta se encontra em uma espécie de latência, portanto sem drenos fortes por fotoassimilados. Em seguida, com o lançamento de novas brotações e o subsequente lançamento de floração e frutificação esses drenos se manifestam e os teores de carboidratos foliares apresentam valores semelhantes e abaixo dos meses citados (Figura 17).

O acúmulo de carboidratos é muito variável entre as espécies e entre as variedades, quando ocorre inibição da fotossíntese (GOLDSCHMIDT; HUBER, 1992), e pode ser regulado pelos níveis dos metabólitos fotossintéticos e não necessariamente pela ação dos produtos finais propriamente ditos (FOYER, 1988).

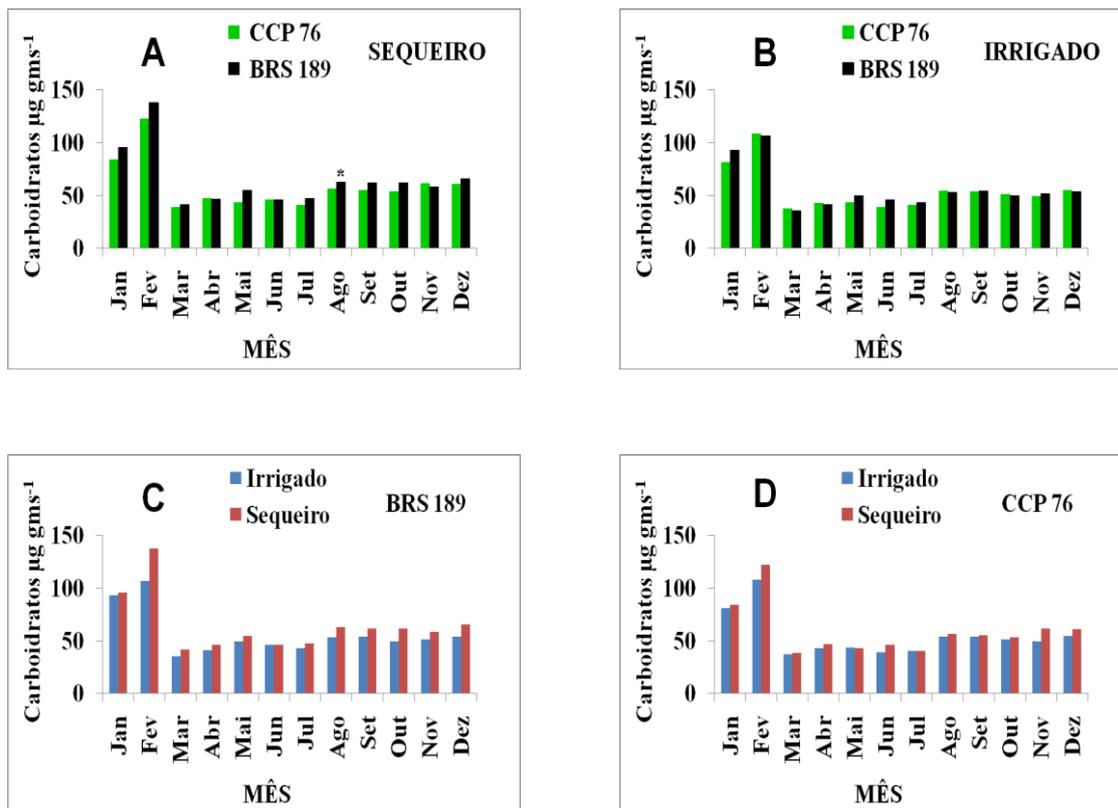


Figura 17 – Teores de carboidratos foliares de plantas dos clones BRS 189 e CCP 76 de cajueiro anão precoce, cultivadas sob regime de sequeiro e irrigado. *Estatisticamente diferente ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de tukey.

4.9 Produtividade da castanha

Em relação à produtividade não se verificou diferença estatística entre os clones, em ambos os regimes de irrigação. Também não foram encontradas diferenças entre os regimes hídricos para os dois clones (Figura 18). A média geral para produtividade foi de 622,55 kg ha⁻¹ e a variação entre os tratamentos foram de 557,32 a 696,27 kg ha⁻¹. Já para o número de castanha por hectare, a média geral foi de 83.050, com variação entre os tratamentos de 70.356 a 87.906 (Figura 18).

Convém salientar que essa não significância já era esperada, uma vez que a quantidade de adubo aplicado para os diferentes tratamentos foi o mesmo, com cálculos para uma produtividade esperada de 1,2 t ha⁻¹ (Tabela 5). Os valores de produtividade bem como o número de castanha por hectare foram baixos quando comparados aos encontrados em plantios de sequeiro e irrigados de cajueiro anão precoce (SILVA, 1993; SAUNDERS et al. 1995; OLIVEIRA, 2002 e 2003; OLIVEIRA et al., 2006).

Pode-se inferir que esses valores abaixo do esperado sejam reflexos dos fatores climáticos apresentados nesse ano atípico, com precipitações acima da média histórica (Tabela 1), contribuindo para uma possível lixiviação dos nutrientes, principalmente o fósforo e dos micronutrientes que foram aplicados em única parcela, bem como reduzindo o DPV e a radiação solar incidente sobre as plantas. Ademais, as precipitações proporcionaram que o lençol freático se mantivesse em um nível elevado ao longo de todo o ano (Tabela 7) para as plantas de ambos os regimes hídricos, o que pode ter contribuído para limitar o teor de oxigênio no solo, fator limitante para a respiração das raízes (MARENCO; LOPES, 2009).

Amorim (2007), estudando a produtividade de plantas de cajueiro anão precoce clone CCP 76 irrigadas com águas salinas e utilizando a mesma lâmina de irrigação do presente experimento obteve uma amplitude de 550,8 a 734,5 kg ha⁻¹.

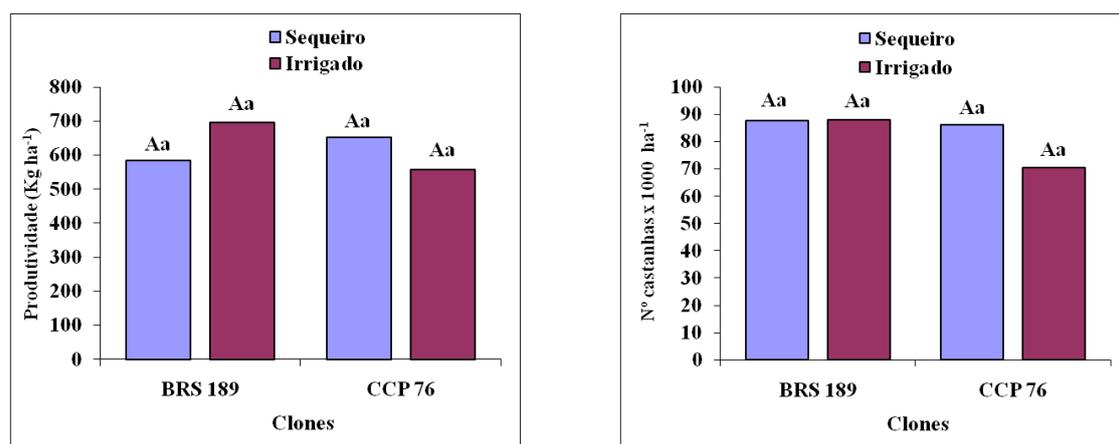


Figura 18 – Análise da produtividade e número de castanhas por hectare de plantas dos clones BRS 189 e CCP 76 de cajueiro anão precoce, cultivadas sob regime de sequeiro e irrigado.

4.10 Caracterização do pseudofruto

4.10.1 Peso do pedúnculo

Em relação ao peso do pedúnculo não se verificou diferença estatística entre os clones, em ambos os regimes de irrigação. Também não foram encontradas diferenças entre os dois regimes hídricos (Tabela 9). Os valores obtidos ficaram entre 158,10 e 167,04 g, sendo a média geral de 162,30 g.

De acordo com Figueiras et al. (2002), para o pedúnculo ser considerado excelente para mesa, o peso ideal está entre 100 e 140 g. Entretanto, valores um pouco superiores são bem aceitos. Com isso, os clones avaliados nesse estudo, estão incluídos nesta classificação de excelência para produção de caju de mesa e também para a industrialização, pois conforme Chitarra e Chitarra (2005) frutas de tamanho pequeno são antieconômicas para a extração de suco, uma vez que é necessário um maior número de unidades/ caixas.

Os resultados para a massa do pedúnculo para o clone CCP 76 (163,32 g) e para o clone 189 (161,28 g) foram superiores, quando comparados aos obtidos por Abreu (2007), que obteve média de 145,80g e 129,76 g para os mesmos clones respectivamente, resultado provavelmente das médias pluviométricas superiores no ano em questão.

Em estudo realizado por Gomes et al. (2009) os maiores valores obtidos de peso do pedúnculo foram para os clones CCP 76, BRS 189 e Embrapa 51, cujos resultados foram de 145,74; 134,63 e 124,41g, respectivamente. Pinto (1999) obteve para os clones CCP 76 e CCP 09 os valores de 136,58 e 79,08 g. Moura (1998) obteve 141,80 g (CCP 76), 100,61 g (Embrapa 51) e 86,15 g (CCP 09).

Os resultados obtidos neste estudo, de uma forma geral, foram bem superiores aos obtidos nos estudos acima, sendo identificado também a obtenção de clones comerciais com características de peso mais apreciadas e adequadas à necessidade e interesse do consumidor.

Tabela 9 – Peso do pedúnculo, comprimento do pseudofruto, diâmetro apical, diâmetro basal, luminosidade (L), cromaticidade (C) e ângulo Hue de frutos dos clones BRS 189 e CCP 76 de cajueiro anão precoce cultivados sob regime de sequeiro e irrigado

Clone	Regime hídrico	Peso do pedúnculo (g)	Comprimento (cm)	Diâmetro apical (cm)	Diâmetro basal (cm)	L	Cor	
							C	H
BRS 189	Sequeiro	164,46 Aa	7,34 Aa	4,71 Aa	6,06 Aa	57,78 Ab	49,74 Aa	51,55 Ab
	Irigado	158,10 Aa	7,55 Aa	4,50 Aa	6,05 Aa	56,42 Ab	48,85 Aa	49,24 Ab
CCP 76	Sequeiro	167,04 Aa	7,66 Aa	4,50 Aa	5,95 Aa	63,08 Aa	53,58 Aa	66,54 Aa
	Irigado	159,61 Aa	7,55 Aa	4,50 Aa	6,01 Aa	62,91 Aa	52,72 Aa	66,65 Aa
Média		162,3	7,52	4,55	6,02	60,04	51,3	58,48
CV(%)		9,42	4,03	6,34	2,15	4,14	4,97	6,2

Médias seguidas por letras maiúsculas iguais não diferem para o regime hídrico dentro de um mesmo clone e por letras minúsculas iguais não diferem entre o clone para o mesmo regime hídrico, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

4.10.2 Comprimento e diâmetro do pedúnculo

As variáveis comprimento e diâmetro do pedúnculo seguiram o padrão observado para o peso dos frutos, sem diferença estatística entre os clones e entre os regimes de irrigação (Tabela 9). O comprimento médio foi de 7,52 cm e a variação entre os tratamentos foi de 7,34 a 7,66 cm.

Abreu (2007) encontrou comprimentos para os clones BRS 189 e CCP 76 de, respectivamente 7,33 e 7,92 cm. Por outro lado, os resultados obtidos nesse experimento foram superiores aos determinados por Pinto (1999) e Moura (1998) e inferiores aos verificados por Gomes et al. (2009) e Figueiredo (2001).

A média geral obtida para o diâmetro apical entre os pedúnculos dos clones analisados foi de 4,55 cm, sendo a amplitude de variação de 4,50 a 4,71 cm, estando de acordo com os dados obtidos pelos autores citados acima. Para o diâmetro basal, a média geral obtida foi de 6,02 cm, cuja variação foi de 5,95 a 6,06 cm. Para essa variável, de forma geral, os valores obtidos nesse experimento foram superiores aos encontrados por Moura (1998), Pinto (1999), Gomes et al. (2009) e inferiores aos de Abreu (2007).

4.10.3 Cor dos frutos (luminosidade, cromaticidade e ângulo Hue)

Para a variável luminosidade, não houve diferença significativa entre os regimes hídricos avaliados, havendo variação entre os pedúnculos dos dois clones (Tabela 9). Os pedúnculos dos clones CCP 76 apresentaram maior valor de luminosidade.

Em relação à cromaticidade, não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos e entre os clones (Tabela 9). A amplitude de variação foi de 48,85 a 53,58, sendo a média geral de 51,30, semelhante ao encontrado por Moura et al. (2005) em estudo com quatro clones de cajueiro e por Abreu (2007), que estudando 10 clones obteve para a cromaticidade do clone CCP 76 e BRS 189 os valores 45,98 e 47,44 respectivamente.

Por fim, para o parâmetro Ângulo Hue (H), não houve diferença entre os regimes hídricos mas houve diferença significativa entre os clones avaliados, com o CCP 76 sendo superior (Tabela 9).

Como para o caju os valores mais próximos de 0° apresentam coloração tendendo ao vermelho, os menores valores de ângulo Hue obtidos no clone BRS 189 correspondem à coloração mais avermelhada. A coloração é considerada como o atributo de qualidade mais atrativo para o consumidor, pois este prefere produtos de cores fortes e brilhantes, embora a cor, na maioria das vezes, não contribua para um aumento efetivo do valor nutritivo ou da qualidade comestível do produto. Estes pedúnculos também são mais apreciados pelos industriais, pois, a coloração é um dos importantes atributos de qualidade nos produtos destinados ao processamento. Na indústria, a intensidade da cor dos sucos é de fundamental importância, assim como, a obtenção de um produto com coloração uniforme e constante ao longo do processamento (ABREU, 2007).

Os valores obtidos variaram de 49,24 a 66,65, sendo a média geral de 58,48, superiores aos encontrados por Moura et al. (2005).

4.10.4 Teor de sólidos solúveis totais (°Brix)

Para o teor de sólidos solúveis totais não se verificou diferença estatística para os regimes hídricos, comportamento semelhante aos encontrados para a comparação entre os clones (Tabela 10). Os resultados foram semelhantes àqueles obtidos por Moura (1998) e Damasceno Júnior e Bezerra. (2002) para o clone CCP 76.

A variação entre os tratamentos com relação ao teor de SST foi de 12,30 a 14,10 °Brix, Valores idênticos os de Gomes et al. (2006), Damasceno Jr. e Bezerra (2002).

Conforme Soares (1986), todos os pedúnculos obtidos nos atuais sistemas de plantio chegam à indústria apresentando um valor médio de 10,70 °Brix. Desta forma, todos os tratamentos aqui testados mostraram valores superiores ao citado por este autor e dentro da faixa ótima de doçura descrita por Filgueiras et al. (2002).

4.10.5 Potencial Hidrogênico (pH)

Em relação ao potencial hidrogênico não se verificou diferença estatística entre os regimes hídricos ou entre os clones (Tabela 10). A maioria dos tratamentos apresentou média igual a 4,7 e os valores estão um pouco superior aos obtidos por Moura (1998), Price et al. (1975), Ortiz e Arguelo (1985) e por Damasceno Júnior e Bezerra (2002).

4.10.6 Vitamina C

Não foram encontradas diferenças entre as plantas dos dois regimes hídricos e entre os clones (Tabela 10). Embora sem se diferir dos demais, o maior teor de vitamina C (195,40 mg/100 g) foi proveniente dos pedúnculos do clone CCP 76 submetidos à condição de sequeiro, enquanto o clone BRS 189 irrigado (180,08 mg/100 g) foi o que apresentou o menor teor. O intervalo de 180,08 a 195,40 mg/100 g ficou dentro da faixa de variação encontrada por Moura (1998), que foi de 160 a 251 mg/100 g, com média de 205,05 mg/100g e inferiores aos encontrados por Damasceno Júnior e Bezerra (2002), que foi de 233,65 a 247,48 mg/100 g.

Maia et al. (2004), para os pedúnculos dos clones CCP 76, CCP 1001 e CCP 06, relataram valores de 158,26; 157,64 e 153,20 mg/100 g, respectivamente. Simões et al. (2001) determinaram para o pedúnculo do clone CCP 76 valor de 240,44 mg/100 g, enquanto Aguiar (2001) encontrou 176,89 mg/100 g para o mesmo clone. Pinto (1999) relatou teores de 167,44; 113,58 e 134,81 mg/100 g para os clones CCP 76, CCP 09 e CCP 1001, respectivamente. Conforme comentado, os teores de vitamina C obtidos nesse trabalho foram bem superiores aos relatados pelos autores citados, mostrando assim, que os pedúnculos desses clones comerciais são excelentes fontes de vitamina C.

Tabela 10 – Teor de sólidos solúveis totais (°Brix), potencial hidrogeniônico (pH) e teor de vitamina C dos clones BRS 189 e CCP 76 de cajueiro anão precoce cultivados sob regime de sequeiro e irrigado

Clone	Regime hídrico	SST (°Brix)	pH	Vitamina C mg/100g
BRS 189	Sequeiro	12,53 Aa	4,72 Aa	186,71 Aa
	Irrigado	12,30 Aa	4,71 Aa	180,08 Aa
CCP 76	Sequeiro	14,10 Aa	4,76 Aa	195,40 Aa
	Irrigado	12,68 Aa	4,86 Aa	194,06 Aa
Média		12,9	4,75	189,06
CV%		16,79	2,41	11,69

Médias seguidas por letras maiúsculas iguais não diferem para o regime hídrico dentro de um mesmo clone e por letras minúsculas iguais não diferem entre o clone para o mesmo regime hídrico, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

5 CONCLUSÃO

Nas condições estudadas, em que o pomar de cajueiro anão precoce adulto foi instalado em um solo Neossolo Quartzarênico, em um ano com precipitação pluviométrica no local do ensaio de 1995 mm, de uma maneira geral, a prática da irrigação não influenciou os dois clones de cajueiro avaliados;

Não houve diferenças fisiológicas e produtivas entre os clones avaliados, independente do regime hídrico utilizado.

REFERÊNCIAS

ABREU, C. R. A. de. **Qualidade e atividade antioxidante total de pedúnculos de clones comerciais de cajueiro anão precoce**. Fortaleza. 2007. Dissertação (Mestrado em tecnologia de alimentos), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – Ceará.

AGÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO ESTADO DO CEARÁ – ADECE. **Informações e análise das exportações do ceará no ano de 2009, com foco no agronegócio**. Conselho Estadual de Desenvolvimento Econômico. Fortaleza-CE. 2010.

AGUIAR, L. P. **β -caroteno, vitamina C e outras características de qualidade de acerola, caju e melão em utilização no melhoramento genético**. 2001. 87 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2001.

AGUIAR, M. de J. N.; BARRETO JÚNIOR, J. H. C.; BADU, F. O. **Dados climatológicos: Estação de Paraipaba, 2003**. Embrapa Agroindústria Tropical, 16 p. (Documentos. 84). 2004.

ALMEIDA, F.A.C.; MENÊSES JR.; J. HERNANDEZ, F.F.F., ALMEIDA, F.C.G. **Efeito da adubação com NPK na concentração de nutrientes em folhas de cajueiro anão precoce (*Anacardium occidentale L. var. nanum*)**. Rev Bras de Fruticultura, Cruz das Almas, v.14, n.3, p.67 -73. 1992.

ALVES, R.E. et al. **Development and maturation of the apple of early dwarf cashew tree CCP 76**. Acta Horticulturae, Leuven, n.485, p.25-30,1999.

ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C. **Características do pedúnculo para exportação**. In: **CAJU: Pós-colheita**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. p.14-21.

AMORIM, A. V. **Produção e fisiologia de plantas de cajueiro anão precoce sob condições de sequeiro e irrigado com águas salinas**. Fortaleza. 2007. 38 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Fitotecnia), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – Ceará.

AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 11 ed. Washington: AOAC, 1992. 1115 p.

BAILEY, L. M. **Manual of cultivated plants**. New York: S.I., 1964.

BARROS, L. M. PIMENTEL, C. R. M; CORREA, M. P. F. MESQUITA, A.L.M. **Recomendações técnicas para a cultura de cajueiro anão-precoce**. Fortaleza: Embrapa / CNPAT, 1993. 65 p.

BARRS, H. D. **Determination of water deficits in plant tissue**. In: __Kozlowsky T. T. (ed.). *Water deficits and plant growth*. New York: Academic Press Inc., v. 1, 1968, p. 235-368.

BARROS, L. de M. **Botânica, origem e distribuição geográfica**. In: **Cajucultura, modernas técnicas de produção**. p. 55 – 71. Araujo, J. P. P de and Silva, V. V. da, organizadores. EMBRAPA/CNPAT. Fortaleza. 292 p. 1995.

BOHN, H. L.; McNEAL, B. L.; O'CONNOR, G. E. **Soil chemistry**. New York: John Wiley & Sons, 1979. 329 p.

BONI, G.; COSTA, C. A. G.; GONDIM, R. S.; MONTENEGRO, A. A. T.; OLIVEIRA, V. H. **Distribuição do sistema radicular do cajueiro anão pecoce (clone CCP-09) em cultivo irrigado e sequeiro**. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza-CE, v.39 n. 01, p. 1-6, 2008.

BRAGA, R. **Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará**. 3ª ed. Mossoró: Escola superior de agricultura de Mossoró, 1976, 510 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos físicos-químicos para análise de alimentos**. p. 1018, 2005.

CANNELL, M. G. R.; THORNLEY, J. H. M. **Temperature and CO₂ responses of leaf and canopy photosynthesis: A clarification using the non-rectangular hyperbola model of photosynthesis**. Annals of Botany, v. 82, p. 883-892, 1998.

CARDOSO, E. J.; SANTOS, A. A. dos; FREIRE, F. C. O.; VIANA, F. M. P.; VIDAL, J. C.; OLIVEIRA, J. N.; UCHOA, C. N. **Monitoramento de Doenças na Cultura do Cajueiro**. 2. ed., rev. e atual. - Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2006. 24p. (EMBRAPACNPAT. Documento, 47).

CHATTOPADHYAY, N.; GHOSH, S. N. **Extension of storage life of cashew apple**. The Cashew. v.7, n.1, mar. 1993.

CHAVES, M. M. **Effects of water déficit on carbon assimilation.** Journal of Experimental Botany. V.42, p.1-16, 1991.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio.** Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

COCOZZA, F. F. M. **Maturação e conservação de manga “Tommy Atkins” submetida à aplicação pós-colheita de 1-metilciclopropeno.** 2003. 198 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas, 2003.

CORRÊA, L. de S.; NASCIMENTO, V. M. do; NEVES, L. H. **Variações dos teores foliares de N, P, K, Ca e Mg em três tipos de cajueiro (*Anacardium occidentale L.*) durante um ano.** Científica, São Paulo, v.19, n.2, p. 19-29, 1991.

COSTA, J. O.; FERREIRA, L. G. R.; SOUZA, F. de. **Produção de milho submetido a diferentes níveis de estresse hídrico.** Pesquisa Agropecuária Brasileira Brasília, v.23, n.11, p.1255-1261, 1988.

COSTA, G. F.; MARENCO, R. A. **Fotossíntese, condutância estomática e potencial hídrico foliar em árvores jovens de andiroba (*Carapa guianensis*).** Acta Amazônica, v.37, p. 229-234, 2007.

CRISÓSTOMO, L. A.; SANTOS, F. J.; OLIVEIRA, V. H.; RAIJ, B.; BERNADI, A. C.; SILVA, C. A.; SOARES, I. **Cultivo do cajueiro anão precoce: Aspectos fitotécnicos com ênfase na adubação e na irrigação.** Fortaleza: Embrapa/Agroindústria Tropical n.08, 20 p. (Circular técnica), 2001.

CRISÓSTOMO, L. A.; NAUMOV, A. **Adubando para alta produtividade e qualidade: fruteiras tropicais do Brasil.** IIP. Boletim 18. Trad. Lindbergue Araújo Crisóstomo. – Fortaleza : Embrapa Agroindústria Tropical, 238 p. 2009.

DAMASCENO JÚNIOR, J. A.; BEZERRA, F. C. **Qualidade de pedúnculo de cajueiro anão precoce cultivado sob irrigação e submetido a diferentes sistemas de condução e espaçamento.** Revista Brasileira de Fruticultura, v.24, n.1, p.258-262, 2002.

DAMATTA, F. M.; MAESTRI, M.; MOSQUIM, P. R.; BARROS, R. S. **Photosynthesis in coffee (*Coffea arabica* and *C. canephora*) as affected by winter and summer conditions.** Plant Science 128: 43-50. 1997.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. **Las necesidades de agua de los cultivos**. Roma: FAO, 1984. 194p. (FAO. Riego y Drenaje, 24).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: CNPS, 1999. 412p.

EPSTEIN, E. **Silicon**. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* **50**: 641-664, 1999.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. **Nutrição de plantas: princípios e perspectivas**. Trad. Maria Edna Tenório Nunes – Londrina: Editora planta. 2006.

FAGERIA, N. K. **Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas**. Brasília: EMBRAPA/DPU, 1989. 425 p. EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 18.

FERRÃO, J. E. M. **O cajueiro**. Lisboa: Instituto de Investigação Científica Tropical, 1995, 299 p.

FERREIRA, M. N. L. **Distribuição radicular e consumo de água de goiabeira (*Psidium guajava* L) irrigada por microaspersão em Petrolina-PE**. 2004. 106 p. Tese (Doutorado em irrigação): Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

FIGUEIREDO, R. W. **Qualidade e bioquímica de parede celular durante o desenvolvimento, maturação e armazenamento de pedúnculos de cajueiro anão precoce CCP 76 submetidos à aplicação pós-colheita de cálcio**. 2000. 154 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

FOYER, C. H. **Feedback inhibition of photosynthesis through source-sink regulation in leaves**. *Plant Physiology and Biochemistry*. v.26, p.483-492. 1988.

GALRÃO, E. Z. **Níveis críticos de zinco para milho cultivado em latossolo vermelho amarelo, fase vermelho**. *Revista Brasileira de Ciência do solo*. v. 19, p.255-260, 1995.

GHOSH, S.N.; BOSE, T.K. **Nutritional requirement of cashew (*Anacardium occidentale* L.) in laterite tract of west Bengal**. *Indian Cashew Journal*. 18 (1): 11-17. 1986.

GHOSH, S.N. **Effect of nitrogen, phosphorus and potassium on flowering duration, yield and shelling percentage of cashew (*Anacardium occidentale* L.)** Indian Cashew Journal. 19(1):19-23. 1989.

GOLDSCHIMIDT, E. E.; HUBER, S. **Regulation of photosynthesis by end-product accumulation in leaves of plants storing starch, sucrose, and hexose sugars.** Plant Physiology, v.99, p.1443-1448, 1992.

GOMES, H. P. **Engenharia de Irrigação: Hidráulica dos sistemas pressurizados-aspersão e gotejamento.** João Pessoa: Ed. Universitária/UFPB, 1994, 344p.

GOMES, J. C. M.; GOMES, N. W.; SILVA, L. C.; LIMA, W. A.; SILVA, J.M. **Caracterização pós-colheita de clones de cajueiro anão precoce no oeste da Bahia.** Revista Toda Fruta. Disponível em: <http://www.todafruta.com.br>. Acesso em: 15 dez. 2009.

HAAG, H, P.; SARRUGE, J.R.; OLIVEIRA, G.D de.; SCOTON, L.C.; DECHEN, A.R. **Nutrição mineral do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.).** Absorção de nutrientes – nota prévia Anais da E S. A. “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, v.32, p.197-204. 1975.

HODGE, J. E.; HOFREITER, B. R. **Determination of reducing sugars and carbohydrates.** In: WILSTER, R. L.; WOLFROM, M. L. (eds.). Methods in carbohydrates chemistry. New York: Academic Press, 1962. v. 1, p. 380-394.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil.** Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro v. 20 n. 06 p. 1- 70. 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil.** Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro v. 21 n. 12 p. 1- 80. 2009.

KELLER, J.; KARMELI, D. **Trickle irrigation design parameters.** Transactions of the ASAE. St. Joseph, v.17, p. 678-684, 1974.

KERNOT, I. **Cashew: information kit. Queensland: Department of Primary Industries.** (Agrilink your growing guide of better farming, QAL 9806). 1998.

KÖPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra.** Mexico: Fondo de Cultura Económica, 1948. 478p.

KRAMER, A. **Fruits and vegetables.** In: KRAMER, A.; TWIGG, B. A. **Quality control for the food industry.** Westport: AVI, v.2, p.157-227. 1973.

KRAMER, P. J. **Water relations of plants.** London: Academic Press, 1983. 489 p.

KRAMER, P. J.; BOYER, J. S. **Water relations of plants and soils.** San Diego: Academic Press, 1995. 495 p.

LACERDA, C. F. **Interação Salinidade x Nutrição Mineral.** In: Rejane Jurema Mansur Custódio Nogueira; Elcida de Lima Araújo; Lilian Gomes Willadino; Uided Maaze Tiburcio Cavalcante. (Org.). **Estresses Ambientais: danos e benefícios às plantas.** Recife: MXM Gráfica e Editora, p. 127-137, 2005.

LARCHER, W. **Physiological plant ecology.** 3. ed. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag, 1995. 506p.

LATIS, T.; CHIBILITI, G. **Foliar diagnosis of nutrient deficiencies in cashew: a study conducted in the Western Province of Zambia.** Revista di Agricoltura Subtropicale e Tropicale. 82(4): 677-689. 1988

LAWLOR, D. W.; FOCK, H. **Water stress induced changes in the amounts of some photosynthetic assimilation products and respiratory metabolites of sunflower leaves.** Journal of Experimental Botany. 28: 329-337. 1997.

LAWLOR, D. W.; CORNIC, G. **Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants.** Plant, Cell and Environment. v.25, p.275-290, 2002.

LEPRICE, O.; HENDRY, G. A. F.; MCKERSIE, B .D. **The mechanisms of desiccation tolerance in developing seeds.** Seed Science Research. v.3, p.231-246, 1993.

LIMA, M. de A. **Respostas fisiológicas e Bioquímicas de dois clones de cajueiro anão precoce submetidos aos cultivos irrigado e não irrigado.** Fortaleza. 2008. 26 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Fitotecnia), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – Ceará.

LIMA, V. P. M. S. **Cultura do cajueiro no Nordeste do Brasil**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 1998, 486 p.

LOOMIS, R. S.; CONNOR, D. J. **Crop ecology: productivity and management in agricultural systems**. Cambridge: Cambridge University Press, 1992. 538p.

MAAS, E. V.; NIEMAN, R.H. **Physiology of tolerant plants to salinity**. In: JUNG, G. A. (ed.). *Crop tolerance to sub-optimal land conditions*. Madison: American Society Agronomy, 1978. Cap. 1. P. 277-299. (Special Publication, 32).

MAIA, G. A.; SOUZA FILHO, M. M.; FIGUEIREDO, R. W.; BRASIL, I. M. **Caracterização química de pedúnculos de diferentes clones de cajueiro anão precoce (*Anacardium occidentale* L.)**. Revista Ciência Agronômica, v. 35, p. 272-278, 2004.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia Vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. 3. ed., atual. Ampl. – Viçosa, MG, Ed. UFV, 2009.

MARSCHENER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. Londres, academic Press, 1995, 889p.

MCGUIRE, R. G. **Reporting of objective color measurement**. HortScience, v.27, n. 12, p. 1254-1255, 1992.

MESQUITA, A.L.M.; SOBRINHO, R. B.; OLIVEIRA, V.H.; ANDRADE, A.P.S. **Monitoramento de Pragas na Cultura do Cajueiro**. 2. ed., rev. e atual. - Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2006. 34p. (EMBRAPACNPAT. Documento, 48).

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A.; BLOCH, M. de F. M. **Avaliação de métodos com e sem digestão para extração de elementos em tecidos de plantas**. Ciência e Cultura, São Paulo, v. 36, n. 11, p. 1953-1958, 1984.

MOURA, C. F. H. **Qualidade de pedúnculo de clones de cajueiro anão precoce (*Anacardium occidentale* L. var. *nanum*) irrigados**. 1998. 96 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - Ceará.

MOURA, C. F. H.; ALVES, R. E.; INNECOO, R.; FILGUEIRAS, H. A. C.; MOSCA, J. L.; PINTO, S. A. A. **Características físicas de pedúnculo de cajueiro para**

comercialização in natura. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal V.23, n.3, p. 537-540, 2001.

MOURA, C. F. H. **Armazenamento de pedúnculos de cajueiro anão precoce BRS189, CCP 76, END 183 e END 189 sob diferentes temperaturas e atmosferas.** 2004. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004.

MOURA, C. F. H.; FIGUEIREDO, R. W.; ALVES, R. E.; SILVA, E. O.; ARAÚJO, P. G. L. **Aparência e cor da película de pedúnculos de clones de cajueiro anão precoce para consumo in natura armazenados sob diferentes camadas de PVC.** Revista Ciência Agronômica, v.36, n.3, p.371-375, 2005.

MUKHOPADHYAY, M. J.; SHARMA, A. **Manganese in cell metabolism of higher plants.** The Botanical Review, v.57, p. 117-149, 1991.

OLIVEIRA, V. H.; PARENTE, J. I. G.; SAUNDERS, L. C. U. **Irrigação em cajueiro anão precoce: uma perspectiva promissora.** Revista Frutar, Fortaleza, v. 1. n. 1, p. 4-5, 1995.

OLIVEIRA V.H. de. **Cultivo do cajueiro-anão precoce.** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. 40p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Sistemas de Produção, 1).

OLIVEIRA, V. H. de; BARROS, L. de M.; LIMA, R. N. de. **Influência da irrigação e do genótipo na produção de castanha em cajueiro anão precoce.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.38, p. 61-66, 2003.

OLIVEIRA, V. H. de; MIRANDA, F. R.; LIMA, R. N.; CAVALCANTE, R. R. R. **Effect of irrigation frequency on cashew nut yield in Northeast Brazil.** Scientia Horticulturae, v.108, p.403-407, 2006.

ORTIZ, A. J.; ARGUELO, O. A. **Algunas características físicas y composición química de La manzana de marañón (*Anacardium occidentale L.*).** Turrialba, San Jose, v.35, n.1, p.1-3, 1985.

PAIVA, J. R.; CAVALCANTE, J. J. V.; BARROS, L. de M. **Seleção preliminar de clones de cajueiro anão precoce para a produção de pedúnculos em cultivo irrigado.** Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, 1998.

PAIVA, J. R.; BARROS, L. M. **Clones de cajueiro: Obtenção, Características e perspectivas.** Fortaleza-CE – Embrapa Agroindústria Tropical, 26 p. (Documentos, 82). 2004.

PEIXOTO, A. **Cajú.** Produtos rurais. Rio de Janeiro, v. 13, p. 1-61, 1960.

PEREIRA, A. B.; NOVA, N. A.; ALFARO, A. T. **Necessidades hídricas de citros e macieiras a partir da área foliar e da energia solar.** Revista Brasileira de Fruticultura, vol.31, n°. 3, Jaboticabal, 2009.

PINTO, S. A. A.; ALVES, R. E.; MOSCA, J. L.; FILGUEIRAS, H. A. C.; MOURA, C. F. H. **Fresh consumption quality of the apple of some brazilian early dwarf cashew clones (*Anacardium occidentale*).** In: INTERAMERICAN SOCIETY FOR TROPICAL HORTICULTURE, 41., 1997, Guatemala. Proceedings... Guatemala: ISTH, 1997. p. 189 - 193.

PINTO, S. A. A. **Qualidade de pedúnculo de clones de cajueiro anão precoce (*Anacardium occidentale* L. var. *nanum*) em condição de sequeiro.** Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1999.

PIZARRO, J. C. A. **Caracteres fisiológicos e bioquímicos da tolerância à salinidade em clones de cajueiro anão precoce.** Fortaleza. 2006. 48 p. Dissertação (Mestrado em Bioquímica), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – Ceará.

PRAXEDES, S. C. **Efeito do déficit hídrico no metabolismo fotossintético de clones de *Coffea canephora* cv. Conilon com tolerância diferencial a seca.** 41p. Dissertação (mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, 2003.

PRICE, R. L.; HOLANDA, L. L. F.; MOURA FÉ, J. A.; MAIA, G. A.; et al. **Constituents of brazilian cashew Apple juice.** Ciência Agronômica, Fortaleza, v.5, n.1-2, p.61-65, 1975.

RAGHOTHAMA, K. G.; **Phosphate acquisition. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology.** v. 50, p. 120-125, 1995.

REDDY, A.V. ; NARASIMHA RAO, P.V.; ANDAIH, S.; BUBBA RAO, I.V. **Cashew NPK nutrition in relation to growth under graded doses of nitrogen fertilization.** Indian Cashew Journal.14(4): 15-21. 1981.

RICHARDS, N. K. **Cashew response to water and nutrients in a sandy red earth soil of the Northern Territory.** In: Department Of Primary Industry and Fisheries. 69

Cashew Research in Northern Territory, Australia 1997 – 1991. Darwin, p. 17–38 (Technical Bulletin, 202). 1993.

ROSA, L. M.; DILLENBURG, L. R.; FORSETH, I. N. **Responses of soybean leaf angle, photosynthesis and stomatal conductance to leaf and soil water potential.** Annals of Botany, London, v.67, n.1, p.51-8, 1991.

ROSOLEM, C. A.; FRANCO, G. R. **Translocação de zinco e crescimento radicular em milho.** Revista Brasileira de Ciência do solo, v. 24, p. 807-814, 2000.

SAUNDERS, L. C. U.; OLIVEIRA, V. H.; PARENTE, J. I. G.; Irrigação em cajueiro anão precoce. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 1995. 28 p. (Documentos. 16).

SCHULZE, E. D.; HALL, A. E. **Stomatal responses, water loss and CO₂ assimilation rates of plants in contrasting environments.** In: LANGE, O. L.; NOBEL, P. S.; OSMOND, C. B.; ZIEGLER, H. **Physiological plant ecology II.** V. 12B. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag, 1982, p. 181-230.

SHACHTMAN, D. P.; REID, R. J.; AYLING, S. M. **Phosphorus uptake by plants: from soil to cell.** Plant Physiology, v.116, p. 447-453, 1998.

SHALHAVET, J.; HUCK, M. G.; SCHOROEDER, B. P. **Root and shoot growth responses to salinity in maize and soybean.** Agronomy Journal, Madison, v.87, p. 512-516, 1995.

SHEEN, J. **Metabolic repression of transcription in higher plants.** Plant Cell v.2, p.1027-1038, 1990.

SILVA, A. Z. Fenologia e ecologia comparativas da produtividade de duas progênes de cajueiro anão precoce (*Anacardium occidentale* L. var. **nanum**) sob condições de **irrigação localizada.** Fortaleza, 1993. 103 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará.

SILVA, F. C. (Ed.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes.** Brasília: EMBRAPA, 1999. 370p.

SIMÕES, A. N.; MENEZES, J. B.; ANDRADE, J. C.; FREITAS, D. F.; COSTA, F. B.; SOUZA, P. A. **Caracterização química de pedúnculos de caju CCP 76 em diferentes estádios de desenvolvimento.** Caatinga, Mossoró, v. 14, n. 1/2 p. 75-78, 2001.

SOARES, J. B. **O caju: aspectos tecnológicos**. Fortaleza: BNB, 1986. 256 p.

SOUZA, R. P.; RIBEIRO, R. V.; MACHADO, E. C.; OLIVEIRA, R. F.; SILVEIRA, J. A. G. **Photosynthetic responses of young cashew plants to varying environmental conditions**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 40, p.735-744, 2005.

SOUZA, M. C. de. **Qualidade e atividade antioxidante de frutos de diferentes progênies de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart)**. 2007. 124f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceara, Fortaleza, 2007.

STROHECKER, R., HENNING, H.M. **Analisis de vitaminas: métodos comprobados**: Paz Montalvo, Madrid. 428p. 1967.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4. ed., Ed. ArtMed, Porto Alegre-RS, 2009.

TOBIN, M. F.; LOPEZ, O. R.; KURSAR, T. A. **Responses of tropical understory plants to a severe drought: tolerance and avoidance of water stress**. Biotropica, v.31, p.570-578, 1999.

URCHEI, M. A.; RODRIGUES, J. D. **Effects of soil water potentials at different phenological phases of barley crop (*Hordeum vulgare* L.)**. Scientia Agricola. (Piracicaba, Braz.), Piracicaba, v.51, n.3, 1994.

VIANA, T. V. A.; BASTOS, E. A.; ALVES, D. R. B.; FOLEGATTI, M. V. **Algoritmo da classificação climática de KÖPPEN**. IN: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 10., 1997, Piracicaba-SP. Anais... Piracicaba: Editora, 1997. P. 255-257.

YAACOB, O.; NGAH, W.A.R.; KAMAL, A. J. **Effect of rainfall, age and position on the nutrient content of cashewnut leaf on tin tailing in Malaysia**. In: RAO, E. V. V. B.; KHAN, H. N. **Cashew: research and development**. Kerala: Indian Society for Plantation Crops, 1984. p.85-90.

YU, Q.; RENGEL, Z. **Micronutrient deficiency influences plant growth and activities of superoxide dismutases in narrow-leafed lupins**. Annals of Botany, v. 83, p. 175-182, 1999.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Análise estatística do Nitrogênio

30/03/2010

Sistema para Análises Estatísticas

D E S C R I Ç Ã O D O A R Q U I V O

Meses	Fontes de variação	Soma de Quadrado	Quadrado médio	F	Sig.
Jan	CLON	0,3192	0,3192	0,0400	*****
	IRR	4,7742	4,7742	0,5500	*****
	CLON*IRR	0,9610 E -0,1	0,9610 E -0,1	0,0100	*****
	Resíduo	104,2026	8,6835		
	Coef. de Variação	25,4090			
Fev	CLON	0,1502	0,1502	0,0700	*****
	IRR	4,2539	4,2539	2,1100	0.1716
	CLON*IRR	0,6250 E -0,1	0,6250 E -0,1	0,0000	*****
	Resíduo	24,1517	2,0126		
	Coef. de Variação	10,8270			
Mar	CLON	1,8769	1,8769	0,9800	*****
	IRR	1,4400	1,4400	0,7500	*****
	CLON*IRR	1,6770	1,6770	0,8800	*****
	Resíduo	22,9959	1,9163		
	Coef. de Variação	9,8431			
Abr	CLON	14,9189	14,9189	2,2300	0,1611
	IRR	4,9840	4,9840	0,7500	*****
	CLON*IRR	3,9900	3,9900	0,6000	*****
	Resíduo	80,2535	6,6877		
	Coef. de Variação	19,5300			
Mai	CLON	6,3756	6,3756	7,9500	0,0155
	IRR	0,1640	0,1640	0,2000	*****
	CLON*IRR	0,6806	0,6806	0,8500	*****
	Resíduo	9,6285	0,8023		
	Coef. de Variação	7,5000			
Jun	CLON	1,7030	1,7030	2,2400	0,1606
	IRR	1,8496	1,8496	2,4300	0,1451
	CLON*IRR	2,3110	2,3110	3,0300	0,1071
	Resíduo	9,1361	0,7613		
	Coef. de Variação	6,3400			
Jul	CLON	0,4202 E - 01	0,4202 E - 01	0,0700	*****
	IRR	1,7161	1,7161	2,8600	0,1167
	CLON*IRR	1,3110	1,3110	2,1800	0,1653
	Resíduo	7,2050	0,6004		
	Coef. de Variação	5,3000			

Ago	CLON	0,1960 E - 01	0,1960 E - 01	0,0200	*****
	IRR	0,6889	0,6889	0,5600	*****
	CLON*IRR	0,8190	0,8190	0,6700	*****
	Resíduo	14,6788	1,2232		
	Coef. de Variação	7,3400			
Set	CLON	0,5513	0,5513	0,4000	*****
	IRR	8,4535	8,4535	6,1600	0,0289
	CLON*IRR	0,2030 E-01	0,2030 E-01	0,0100	*****
	Resíduo	16,4679	1,3723		
	Coef. de Variação	7,3800			
Out	CLON	0,7225 E -02	0,7225 E -02	0,0100	*****
	IRR	0,4622 E -01	0,4622 E -01	0,0500	*****
	CLON*IRR	0,4225 E-01	0,4225 E-01	0,0000	*****
	Resíduo	10,8563	0,9046		
	Coef. de Variação	6,7900			
Nov	CLON	0,4730 E -01	0,4730 E -01	0,0500	*****
	IRR	1,5939	1,5939	1,7200	0,2145
	CLON*IRR	0,4730 E-01	0,4730 E-01	0,0500	*****
	Resíduo	11,1331	0,9277		
	Coef. de Variação	7,9200			
Dez	CLON	0,2280	0,2280	0,3400	*****
	IRR	4,6117	4,6117	6,8500	0,0225
	CLON*IRR	0,1743	0,1743	0,2600	*****
	Resíduo	8,0748	0,6729		
	Coef. de Variação	7,7500			

APÊNDICE B – Análise estatística do Fósforo

30/03/2010

Sistema para Análises Estatísticas

D E S C R I Ç Ã O D O A R Q U I V O

Meses	Fontes de variação	Soma de Quadrado	Quadrado médio	F	Sig.
Jan	CLON	0,0000	0,0000	0,0000	*****
	IRR	0,7290 e-01	0,7290 e-01	0,9600	*****
	CLON*IRR	0,2250 e -03	0,2250 e -03	0,0000	*****
	Resíduo	0,9090	0,7775 e -01		
	Coef. de Variação	25,6300			
Fev	CLON	0,1056 e-02	0,1056 e-02	0,0700	*****
	IRR	0,1050 e-01	0,1050 e-01	0,6600	*****
	CLON*IRR	0,4305 e -01	0,4305 e -01	2,7100	0,1259
	Resíduo	0,1909	0,1591 e -01		
	Coef. de Variação	11,7400			
Mar	CLON	0,2640 e-01	0,2640 e-01	1,2300	0,2896
	IRR	0,9506 e -02	0,9506 e -02	0,9400	*****
	CLON*IRR	0,3515 e -01	0,3515 e -01	1,6300	0,2253
	Resíduo	0,2581	0,2151 e -01		
	Coef. de Variação	17,9800			
Abr	CLON	0,6250 e-05	0,6250 e-05	0,0000	*****
	IRR	0,2256 e -02	0,2256 e -02	1,2400	0,2867
	CLON*IRR	0,1056 e -02	0,1056 e -02	0,5800	*****
	Resíduo	0,2177 e -01	0,1814 e -02		
	Coef. de Variação	5,9900			
Mai	CLON	0,3610 e-01	0,3610 e-01	1,6300	0,2258
	IRR	0,3802 e-01	0,3802 e-01	1,7200	0,2145
	CLON*IRR	0,3025 e -02	0,3025 e -02	0,1400	*****
	Resíduo	0,2656	0,2213 e -01		
	Coef. de Variação	22,5400			
Jun	CLON	0,8122 e-01	0,8122 e-01	1,5200	0,241
	IRR	0,8122 E -01	0,8122 E -01	1,5200	0,241
	CLON*IRR	0,1089	0,1089	2,0400	0,1787
	Resíduo	0,6406	0, 5338 e -01		
	Coef. de Variação	30,4000			
Jul	CLON	0,1000 e -1	0,1000 e -1	1,4300	0,2544
	IRR	0,9025 e -02	0,9025 e -02	1,2900	0,2777
	CLON*IRR	0,4840 e -01	0,4840 e -01	6,9300	0,0218
	Resíduo	0,8375	0,6979 e -02		
	Coef. de Variação	8,4700			

	CLON	0,2250 e-03	0,2250 e-03	1,0160	*****
	IRR	0,9000 e-03	0,9000 e-03	0,6400	*****
Ago	CLON*IRR	0,4000 e -03	0,4000 e -03	0,2800	*****
	Resíduo	0,1685 e -01	0,1404 e -02		
	Coef. de Variação	20,3900			
	CLON	0,1000 e -1	0,1000 e -1	1,6600	0,2224
	IRR	0,6250 e -03	0,6250 e -03	0,1000	*****
Nov	CLON*IRR	0,2500 e -02	0,2500 e -02	0,4100	*****
	Resíduo	0,7245 e -01	0,6037 e -02		
	Coef. de Variação	9,7200			

APÊNDICE C – Análise estatística do Potássio

30/03/2010

Sistema para Análises Estatísticas

D E S C R I Ç Ã O D O A R Q U I V O

Meses	Fontes de variação	Soma de Quadrado	Quadrado médio	F	Sig.
Jan	CLON	8,0372	8,0372	5,5900	0,0357
	IRR	0,2556	0,2556	0,1900	*****
	CLON*IRR	0,8100	0,8100	0,5600	*****
	Resíduo	17,2399	0,4366		
	Coef. de Variação	19,7300			
Fev	CLON	20,1825	20,1825	12,3400	0,0047
	IRR	0,3108	0,3108	0,1900	*****
	CLON*IRR	0,2730	0,2730	0,1700	*****
	Resíduo	19,6257	1,6354		
	Coef. de Variação	20,1300			
Mar	CLON	14,2695	14,2695	15,2900	0,0021
	IRR	1,1718	1,1718	1,2600	0,2845
	CLON*IRR	0,1870	0,1870	0,2000	*****
	Resíduo	11,2011	0,9334		
	Coef. de Variação	16,9800			
Abr	CLON	5,9780	5,9780	6,6100	0,0245
	IRR	0,2401	0,2401	0,2700	*****
	CLON*IRR	0,1084	0,1084	0,1200	*****
	Resíduo	10,8607	0,9050		
	Coef. de Variação	4,8500			
Mai	CLON	2,0235	2,0235	4,0900	0,0683
	IRR	2,7473	2,7473	5,4500	0,0378
	CLON*IRR	0,2002	0,2002	0,4000	*****
	Resíduo	6,0531	0,5044		
	Coef. de Variação	13,6900			
Jun	CLON	24,2064	24,2064	0,2000	0,0199
	IRR	8,2082	8,2082	2,4400	0,144
	CLON*IRR	0,5476	0,5476	0,1600	*****
	Resíduo	40,3207	3,3600		
	Coef. de Variação	34,2700			
Jul	CLON	2,9241	2,9241	2,4200	0,1454
	IRR	0,8464	0,8464	0,7000	*****
	CLON*IRR	1,7689	1,7689	1,4700	0,2492
	Resíduo	14,4737	1,2061		
	Coef. de Variação	15,6200			

	CLON	5,8081	5,8081	8,0800	0,0148
	IRR	0,6400 e -02	0,6400 e -02	0,0100	*****
Ago	CLON*IRR	0,1960	0,1960	0,0300	*****
	Resíduo	18,6230	0,7185		
	Coef. de Variação	9,9800			
	CLON	9,0601	9,0601	28,7400	0,0002
	IRR	0,2352	0,2352	0,7500	*****
Set	CLON*IRR	2,7390	2,7390	8,6900	0,0122
	Resíduo	2,7390	0,3152		
	Coef. de Variação	8,3200			
	CLON	6,8382	6,8382	10,9400	0,0063
	IRR	0,2652	0,2652	0,4200	*****
Out	CLON*IRR	0,7482	0,7482	1,2000	0,2954
	Resíduo	0,7482	0,6251		
	Coef. de Variação	12,5700			
	CLON	8,4535	8,4535	15,1600	0,0021
	IRR	2,2275	2,2275	4,0000	0,0688
Nov	CLON*IRR	0,2756 e -02	0,2756 e -02	0,0000	*****
	Resíduo	6,6896	0,5574		
	Coef. de Variação	11,4800			
	CLON	9,1809	9,1809	18,4100	0,0010
	IRR	2,7889	2,7889	5.59	0,0357
Dez	CLON*IRR	0,3802 e -01	0,3802 e -01	0,0800	*****
	Resíduo	5,9847	0,4987		
	Coef. de Variação	11,3100			

APÊNDICE D – Análise estatística do Cálcio

30/03/2010

Sistema para Análises Estatísticas

D E S C R I Ç Ã O D O A R Q U I V O

Meses	Fontes de variação	Soma de Quadrado	Quadrado médio	F	Sig.
Jan	CLON	0,2475	0,2475	0,2900	*****
	IRR	0,6280	0,6280	0,7200	*****
	CLON*IRR	0,6250 e -05	0,6250 e -05	0,0000	*****
	Resíduo	10,4114	0,8676		
	Coef. de Variação	15,6700			
Fev	CLON	7,6867	7,6867	1,2300	0,2897
	IRR	0,1242	0,1242	0,0200	*****
	CLON*IRR	5,9902	5,9902	0,9600	*****
	Resíduo	75,1695	6,2641		
	Coef. de Variação	28,5400			
Mar	CLON	1,5687	1,5687	0,4600	*****
	IRR	5,1415	5,1415	1,5000	0,2437
	CLON*IRR	1,8975	1,8975	0,5500	*****
	Resíduo	41,0470	3,4205		
	Coef. de Variação	22,5200			
Abr	CLON	2,4806	2,4806	1,1300	0,3095
	IRR	0,2450	0,2450	0,1100	*****
	CLON*IRR	0,7140	0,7140	0,3200	*****
	Resíduo	26,4337	2,2028		
	Coef. de Variação	7,7800			
Mai	CLON	1,3689	1,3689	1,7900	0,2059
	IRR	0,5625 e -02	0,5625 e -02	0,0100	*****
	CLON*IRR	1,1342	1,1342	1,4800	0,2469
	Resíduo	9,1834	0,7652		
	Coef. de Variação	10,1100			
Jun	CLON	27,6150	27,6150	4,9600	0,0459
	IRR	4,3890	4,3890	0,7900	*****
	CLON*IRR	0,6724	0,6724	0,1200	*****
	Resíduo	66,8563	5,5713		
	Coef. de Variação	25,3300			
Jul	CLON	10,8570	10,8570	2,2600	0,1586
	IRR	10,6276	10,6276	2,2100	0,1624
	CLON*IRR	38,6262	38,6262	8,0400	0,0150
	Resíduo	57,6416	4,8034		
	Coef. de Variação	29,2300			

	CLON	0,5513	0,5513	0,2200	*****
	IRR	11,0722	11,0722	4,3200	0,0597
Ago	CLON*IRR	2,1830	2,1830	6,8500	*****
	Resíduo	30,7221	2,5601		
	Coef. de Variação	18,7800			
	CLON	0,5852	0,5852	0,5600	*****
	IRR	1,8090	1,8090	1,7400	0,2112
Set	CLON*IRR	1,1990	1,1990	1,1600	0,3033
	Resíduo	12,4407	1,0367		
	Coef. de Variação	11,5000			
	CLON	4,2330	4,2330	3,9800	0,0693
	IRR	0,1105	0,1105	0,1000	*****
Out	CLON*IRR	0,1580	0,1580	0,1500	*****
	Resíduo	12,7700	1,0641		
	Coef. de Variação	14,0200			
	CLON	0,2116	0,2116	0,1900	*****
	IRR	0,6084	0,6084	0,5500	*****
Nov	CLON*IRR	0,4356	0,4356	0,3900	*****
	Resíduo	13,2844	1,1070		
	Coef. de Variação	14,8600			
	CLON	2,3104	2,3104	9,0900	0,0108
	IRR	1,6384	1,6384	6,4500	0,0260
Dez	CLON*IRR	1,0000	1,0000	3,9400	0,0706
	Resíduo	3,0488	0,2540		
	Coef. de Variação	6,3100			

APÊNDICE E – Análise estatística do Magnésio

30/03/2010

Sistema para Análises Estatísticas

D E S C R I Ç Ã O D O A R Q U I V O

Meses	Fontes de variação	Soma de Quadrado	Quadrado médio	F	Sig.
Jan	CLON	0,2805 e-01	0,2805 e- 01	0,1300	*****
	IRR	0,9506 e-02	0,9506 e-02	0,0400	*****
	CLON*IRR	0,5175 e-01	0,5175 e-01	0,2400	*****
	Resíduo	2,6283	0,2190		
	Coef. de Variação	13,1100			
Fev	CLON	0,3906	0,3906	0,9100	*****
	IRR	0,8556	0,8556	1,9900	0,1842
	CLON*IRR	0,4840 e-01	0,4840 e-01	0,1100	*****
	Resíduo	5,1705	0,4308		
	Coef. de Variação	3,2700			
Mar	CLON	1,5939	1,5939	10,7200	0,0067
	IRR	0,1562 e-03	0,1562 e-03	0,0000	*****
	CLON*IRR	0,1890 e-01	0,1890 e-01	0,1300	*****
	Resíduo	1,7841	0,1486		
	Coef. de Variação	11,1000			
Abr	CLON	1,0609	1,0609	3,3200	0,0933
	IRR	0,3249	0,3249	1,0200	0,3330
	CLON*IRR	0,8122 e-01	0,8122 e-01	0,2500	*****
	Resíduo	3,8307	0,3192		
	Coef. de Variação	17,7400			
Mai	CLON	0,4761	0,4761	3,6700	0,0795
	IRR	0,4422	0,4422	3,4100	0,0896
	CLON*IRR	0,1225	0,1225	0,9400	*****
	Resíduo	1,5565	0,1297		
	Coef. de Variação	12,2100			
Jun	CLON	6,8251	6,8251	4,1700	0,0637
	IRR	0,4064	0,4064	0,2500	*****
	CLON*IRR	0,9150 e-01	0,9150 e-01	0,0600	*****
	Resíduo	19,6356	1,6363		
	Coef. de Variação	37,0700			
Jul	CLON	0,2499 e +08	0,2499 e +08	3,0000	0,1089
	IRR	0,2501 e+8	0,2501 e+8	3,0000	0,1089
	CLON*IRR	0,2501 e+08	0,2501 e+08	3,0000	0,1088
	Resíduo	0,1000	8337067,0000		
	Coef. de Variação	-231,5200			

	CLON	12,4256	12,4256	0,6300	*****
	IRR	3,1506	3,1506	0,1600	*****
Ago	CLON*IRR	17,1810	17,1810	0,8700	*****
	Resíduo	237,0705	19,7558		
	Coef. de Variação	67,6600			
	CLON	0,1764	0,1764	1,6500	0,2235
	IRR	0,4830	0,4830	4,5100	0,0551
Set	CLON*IRR	0,1260	0,1260	1,1800	0,2992
	Resíduo	1,2845	0,1070		
	Coef. de Variação	10,0800			
	CLON	0,5062 e -03	0,5062 e -03	0,0000	*****
	IRR	0,8055	0,8055	1,7800	0,2073
Out	CLON*IRR	0,2640 e-01	0,2640 e-01	0,0600	*****
	Resíduo	5,4394	0,4532		
	Coef. de Variação	23,6300			
	CLON	0,7980 e-01	0,7980 e-01	0,4800	*****
	IRR	0,5175 e-01	0,5175 e-01	0,3100	*****
Nov	CLON*IRR	0,5640 e-01	0,5640 e-01	0,3400	*****
	Resíduo	1,9895	0,5640		
	Coef. de Variação	14,0500			
	CLON	0,1008	0,1008	1,1900	0,2966
	IRR	0,3451	0,3451	4,0800	0,0664
Dez	CLON*IRR	0,3570	0,3570	4,2200	0,0625
	Resíduo	1,0160	0,8467 e-01		
	Coef. de Variação	9,1100			

APÊNDICE F – Análise estatística do Sódio

30/03/2010

Sistema para Análises Estatísticas

D E S C R I Ç Ã O D O A R Q U I V O

Meses	Fontes de variação	Soma de Quadrado	Quadrado médio	F	Sig.
Jan	CLON	0,1406 e -02	0,1406 e -02	0,0100	*****
	IRR	1,1502	1,1502	7,0400	0,0211
	CLON*IRR	0,1387	0,1387	0,8500	*****
	Resíduo	1,9609	0,1634		
	Coef. de Variação	19,3900			
Fev	CLON	0,1040	0,1040	0,6800	*****
	IRR	0,2280	0,2280	1,4800	0,247
	CLON*IRR	0,6006 e-02	0,6006 e-02	0,0400	*****
	Resíduo	1,8471	0,1539		
	Coef. de Variação	14,2500			
Mar	CLON	0,1914	0,1914	1,9500	0,1882
	IRR	0,9457	0,9457	9,6200	0,0092
	CLON*IRR	0,3900 e-01	0,3900 e-01	0,4000	*****
	Resíduo	1,1794	0,9828 e-01		
	Coef. de Variação	10,4500			
Abr	CLON	0,9168	0,9168	12,8000	0,0038
	IRR	1,2712	1,2712	17,7600	0,0012
	CLON*IRR	0,7562 e-03	0,7562 e-03	0,0100	*****
	Resíduo	0,8591	0,7159 e -01		
	Coef. de Variação	11,5100			
Mai	CLON	0,6250 e-01	0,6250 e-01	0,3500	*****
	IRR	0,9900	0,9900	5,5600	0,0362
	CLON*IRR	1,3924	1,3924	7,8200	0,0161
	Resíduo	2,1358	0,1779		
	Coef. de Variação	16,3200			
Jun	CLON	0,5405 e-01	0,5405 e-01	0,1000	*****
	IRR	1,0660	1,0660	2,0400	0,1782
	CLON*IRR	0,3451	0,3451	0,6600	*****
	Resíduo	6,2557	0,5213		
	Coef. de Variação	29,1800			
Jul	CLON	0,1265 e-01	0,1265 e-01	0,1900	*****
	IRR	0,4730 e-01	0,4730 e-01	0,7100	*****
	CLON*IRR	0,6006 e-02	0,6006 e-02	0,0900	*****
	Resíduo	0,8006	0,6672 e-01		
	Coef. de Variação	14,3600			

	CLON	0,1056 e-02	0,1056 e-02	0,0100	*****
	IRR	0,9506 e-02	0,9506 e-02	0,0900	*****
Ago	CLON*IRR	0,1540	0,1540	1,5100	0,2429
	Resíduo	1,2254	0,1021		
	Coef. de Variação	19,5800			
	CLON	0,1122	0,1122	1,4800	0,2469
	IRR	0,1260	0,1260	1,6600	0,2214
Set	CLON*IRR	0,2540	0,2540	3,3700	0,0914
	Resíduo	0,9089	0,2550		
	Coef. de Variação	12,3000			
	CLON	0,3150 e -01	0,3150 e -01	0,5400	*****
	IRR	0,2640 e -01	0,2640 e -01	0,4500	*****
Out	CLON*IRR	0,1314	0,1314	2,2600	0,1589
	Resíduo	0,6987	0,5823 e-01		
	Coef. de Variação	9,1700			
	CLON	0,4000 e -03	0,4000 e -03	0,0100	*****
	IRR	0,1332	0,1332	2,0500	0,1781
Nov	CLON*IRR	0,1562 e-01	0,1562 e-01	0,2400	*****
	Resíduo	0,7811	0,6509 e-01		
	Coef. de Variação	12,6600			
	CLON	0,4389	0,4389	1,0100	0,3346
	IRR	3,0888	3,0888	7,1100	0,0205
Dez	CLON*IRR	0,3690	0,3690	0,8500	*****
	Resíduo	5,2117	0,4343		
	Coef. de Variação	29,4100			