



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA**

**COMPORTAMENTO SAZONAL DE SETE GENÓTIPOS DE COQUEIRO (*COCOS*  
*NUCIFERA L.*) NAS CONDIÇÕES ECOLÓGICAS DE MOJÚ NO ESTADO DO PARÁ.**

**SABINO MESQUITA DE SOUSA**

**BELÉM**

**2006**



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA**

**COMPORTAMENTO SAZONAL DE SETE GENÓTIPOS DE COQUEIRO (*COCOS  
NUCIFERA L.*) NAS CONDIÇÕES ECOLÓGICAS DE MOJÚ NO ESTADO DO PARÁ.**

**SABINO MESQUITA DE SOUSA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração Biologia Vegetal Tropical, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Dr. Benedito Gomes dos Santos Filho  
Co-Orientador: Dr. Moacyr Bernardino Dias Filho

BELÉM

2006

Sousa, Sabino Mesquita

Comportamento sazonal de sete genótipos de coqueiro (*Cocos nucifera* L.) nas condições ecológicas de Mojú no estado do Pará. / Sabino mesquita de Sousa, – Belém, 2006.

68p. : il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, 2006.

1. Fotossíntese
2. Condutância estomática
3. Transpiração
4. Conteúdo Relativo de Água (CRA)
6. Pará (Estado)
- I. Título.

CDD – 581.13342



**MINISTERIO DA EDUCAÇÃO**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZONIA**

**COMPORTAMENTO SAZONAL DE SETE GENÓTIPOS DE COQUEIRO (*COCOS NUCIFERA* L.) NAS CONDIÇÕES ECOLÓGICAS DE MOJÚ NO ESTADO DO PARÁ.**

**SABINO MESQUITA DE SOUSA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração Biologia Vegetal Tropical, para obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 14 de Junho de 2006.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Benedito Gomes dos Santos Filho  
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA.  
Presidente/Orientador

---

Prof. Dr. Hugo Alves Pinheiro  
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA.

---

Prof. Dr. Paulo Luiz Contente de Barros  
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA.

---

Prof. Dr. Moacyr Bernardino Dias Filho  
Embrapa Amazônia Oriental.

A **DEUS**, pelo dom da vida e vontade de caminhar sempre.

Aos meus pais, **ANTÔNIO GUILHERME** e **ANTONIA** (in memoriam).

A minha esposa, **AKEMI**.

A minha filha, **TATIANA**.

A minha neta **SOPHIA**.

Ao meu tio, **TARQUINO FREITAS BELÉM** (in memoriam).

Que dispensaram os momentos de convívio

para a conquista deste curso.

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal Rural da Amazônia e ao seu corpo docente, por me proporcionar subir mais um degrau na minha vida acadêmica.

Aos Doutores Benedito Gomes dos Santos Filho e Moacyr Bernardino Dias Filho, pelas valiosas orientações e incentivo recebido em todo o período do curso.

Aos Diretores da Sococo S.A Agroindústrias da Amazônia, Dr. Emerson de Melo Tenório e Alberto Maynard Tenório, pelo apoio dispensado à realização da minha pós-graduação.

Aos professores Sérgio Antonio Lopes Gusmão, Walter Vellasco Duarte Silvestre e Jessivaldo Rodrigues Galvão, que sempre me incentivaram a acreditar na possibilidade da minha pós-graduação.

Ao meu grupo de estudos na preparação de seleção, José Guilherme Pereira, Joel Correa de Souza, Kátia Maria Sena e Leila Maria Silva da Silva.

Aos meus amigos do curso, Daril Hitdaka, Gleicilene Brasil, Ricardo Alexandre Moraes da Silva, Antonia Benedita da Silva, Eleonora Brasil Duarte e Regiara Croelhas Modesto.

A Senhora Regina Lúcia Santos de Moura, pelo grande apoio perante a secretaria do curso de mestrado em Agronomia Biologia Vegetal Tropical.

Aos professores do curso de pós-graduação em Agronomia Biologia Vegetal Tropical, Benedito Gomes dos Santos Filho, Olinto Gomes da Rocha Neto, Milton Guilherme da Costa Mota e Irenice Maria Santos Vieira, pelos ensinamentos.

Ao funcionário da Fazenda Sococo, Sr. Francisco Rodrigues Freitas (Parola), pela ajuda na coleta e tabulação dos dados do experimento instalado.

A todos os técnicos agrícolas da Sococo, em especial aos senhores Manoel Leão Marques, José de Ribamar Felix da Silva, Sandro Silva de Lima e Antonia Moraes, que, durante minhas ausências da fazenda, souberam conduzir os trabalhos com eficiência e dedicação.

“Há maior loucura do que lançar aos punhados o trigo dourado na terra, para que apodreça? Sem essa generosa loucura, não haveria safra.”

**(Josemaria Escrivá)**

## RESUMO

Estima-se que no ano de 2004 o cultivo de coco no Brasil ocupou uma área de 300 mil hectares, visando a produção de coco verde para a produção de água e coco seco para a agroindústria. A produtividade média, de um modo geral, ainda é considerada baixa, mas, espera-se que a perspectiva de utilização de sementes híbridas de qualidade aliada à técnica de irrigação melhorem substancialmente a média nacional. A cocoicultura, que a princípio, teve o seu desenvolvimento ao longo do litoral Nordeste, ultimamente, em função do potencial de mercado mundial e a ampla possibilidade de utilização dos produtos derivados do coqueiro, têm estimulado o plantio de novas áreas com expansão para as regiões Sudeste, Centro Oeste e Norte. O desenvolvimento da cocoicultura na Amazônia tem no Estado do Pará, principalmente na zona fisiográfica Guajarina, onde está localizado o município de Moju, seu principal representante com uma participação de 90,5% de todo coco produzido nesta região, onde se destaca o grupo Sococo com 5.180 hectares o correspondente a 830.000 coqueiros plantados e produção média nos últimos dois anos de 80 milhões de frutos. Toda a plantação da fazenda Sococo é formada por coqueiros híbridos resultantes do cruzamento de coqueiro Gigante e coqueiro Anão. Dos híbridos plantados nesta fazenda têm a dominância o PB-121 com 73%.

Apesar desta região reunir condições edafoclimáticas satisfatórias para o desenvolvimento desta cultura existem poucos estudos científicos sobre o comportamento de diferentes genótipos de coqueiro em relação a sazonalidade da região.

Deste modo, o objetivo deste trabalho foi estudar o comportamento ecofisiológico de sete genótipos de coqueiro (Anão vermelho de Gramame (**AVG**), Anão amarelo de Gramame (**AAG**), Anão verde de Jiquí (**AVJ**) e quatro híbridos: Anão verde de Jiquí x Gigante Brasileiro do Rio Grande do Norte (**AVJ x GBRN**), Anão vermelho de Gramame x Gigante Brasileiro da Praia do forte (**AVG x GPF**), Anão amarelo de Gramame x Gigante do Oeste africano (**AAG x GOA**) e Anão verde de Jiquí x Gigante do Oeste Africano (**AVJ x GOA**) nos períodos: chuvoso (janeiro a junho de 2005) e seco (julho a dezembro de 2005).

O experimento foi conduzido na Fazenda Sococo no município de Moju, Pará, Brasil com coordenadas geográfica de 2°07'00" de latitude Sul e 48°40'10" de longitude Oeste de Greenwich. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com sete genótipos de coqueiro, constituindo os tratamentos, em três repetições. Foram determinadas as seguintes variáveis: taxa fotossintética (**A**), condutância estomática (**g<sub>s</sub>**) e transpiração (**E**) e suas respostas nos parâmetros de: Conteúdo Relativo de Água (**CRA**), Área Foliar Específica (**AFE**), Eficiência do Uso da Água (**EUA**), Intervalo de Abertura de Inflorescências (**IAI**), número de flores femininas na abertura da inflorescência nº 10 (**NFF**), Percentual de Fecundação (**PF**), frutos formados no cacho 14 (**FF**) e peso de albúmem fresco (**PAF**).

Os resultados obtidos neste trabalho mostraram que o período seco reduziu **A**, **g<sub>s</sub>** e **E** de todos os genótipos avaliados quando comparados com o período chuvoso, no entanto, esta redução não afetou significativamente os parâmetros estudados. O Conteúdo Relativo de Água (**CRA**) dos sete genótipos foi maior no período seco, contrariando o esperado, em função de neste período ter havido uma maior resistência estomática induzindo à manutenção da turgescência para evitar a perda de água por evaporação. Os genótipos estudados diferiram quanto à tolerância às condições de período seco: **AAG**; **AVJ** e **AVJ x GBRN** foram os mais tolerantes, enquanto **AVG**; **AVGxGPF**; **AAGxGOA** e **AVJxGOA** foram os mais sensíveis.

**Palavras-chave:** Fotossíntese; condutância estomática; transpiração; conteúdo relativo de água (**CRA**); coco.



## ABSTRACT

Is estimated that in 2004 years, the cultivate of coconut in the Brazil used an area of 300 thousand hectare, to aim for the green coconut production to the production of water coconut and dry coconut to the agro industry. The media productive, in general, still is considerate drop but, is hope that the perspective of utilization of hybrids seeds of quality, ally to irrigation technical to improve the national media. The culture of coconut that, initially, has his develop alongside in the northeast, actually, because of the potential word-wide market and of the ample possibility of utilization of the derived products of coconut palm, has stimulated the cultivate of the new areas with expansion to the south-east, center-east and north regions

The developed of culture of coconut in the Amazônia has in the Pará State, principally in the physiographic zone Guajarina, where is localized the Moju City, his principal representing with a participation de 90,5% of all coconut produced in this region, where can be emphasize the Sococo Group, with 5.180 hectares, the correspondent to 830.000 coconut palms cultivates and media production in the last two years of more than 80 millions of fruits. All plantation of Sococo farm é composed by hybrids coconut palms resulting from crossroads of coconuts palms gigants and of coconut palms dwarfs.

Of the hybrids cultivated in this farm, is dominant the PB-121 with 73%. In spite of this regions join satisfactory edaphoclimatics conditions to the developed of this culture, there are few Scientifics studies about the behavior of this different genotype of coconut palms in relation to sazonalidade of the region.

Like this, the object this work was studied the ecophysiological behavior of seven genotypes of the coconut palms (Gramame Red Dwarf (**GRD**), Gramame Yellow Dwarf (**GYD**), Jiquí Green Dwarf (**JGD**) and for Hibrids: Jiquí Green Dwarf x Brazilian Tall of Rio Grande do Norte (**JGD x BTRN**), Gramame Red Dwarf x Brazilian Tall Praia Forte's (**GRD x BTPF**), Gramame Yellow Dwarf x West African Tall (**GYD x WAT**) and Jiquí Green Dwarf x West African Tall (**JGD x WAT**) in periods: rainy (January to June of 2005) and cold (July to December of 2005).

The experience was conducted in Sococo Farm in the Moju city, Pará, Brasil, with geographic coordinates of 2°07'00" of latitude South and 48°40'10" of longitude west of Greenwich. The experimental outline utilized was the blocks at random, with seven genotypes of coconut palm, been the treatment in three repetitions. Were determinates the followings variables; Photosynthetic rate (**A**), Stomatic Conductance (**g<sub>s</sub>**) and transpiration (**E**) and his answers in the parameter of: Relative Contents of Water (**CRA**), Specific Foliar Area (**AFE**), Efficiency of Used of Water (**EUA**), Interval of Aperture of Inflorescence (**IAI**), Number of Feminines Flowers in the aperture of Inflorescence n° 10 (**NFF**), perceptual of Fecundation (**PF**), Fruits formatted in the bunch. 14 (**FF**) and height of the Fresh Alùmem (**PAF**).

The resulted gained in this work sowed that the cold period reduced **A**, **g<sub>s</sub>** e **E** of all genotypes available when compared with the rainy period. However, this reduction not affected, significantly, the studied parameter. The Relative Content of Water (**CRA**) of the seven genotypes was bigger in the cold period, contradicting the expected, in function of this time have happened a bigger stomatic resistance inducing to the maintenance of the turgescence to avoid the loss of water by evaporation. The genotypes studied differed while in relation to the tolerance to the conditions of the cold time: **AAG**; **AVJ** e **AVJ x GBRN** were the most tolerant, while **AVG**; **AVGxGPF**; **AAGxGOA** e **AVJxGOA** were the most sensible.

**Key Word:** Photosynthesis; Stomatic Conductance; Transpiration; Relative Content of Water (**CRA**); Coconut .

## SUMÁRIO

	P.
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	11
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	16
2.1 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA .....	16
2.2 CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA .....	17
2.2.1 <b>Taxonomia</b> .....	17
2.2.2 <b>Morfologia</b> .....	17
2.3 BIOLOGIA DA REPRODUÇÃO .....	20
2.4 ECOFISIOLOGIA DO COQUEIRO.....	23
2.4.1 <b>Água no solo</b> .....	24
2.4.2 <b>Água na planta</b> .....	25
2.4.2.1 Necessidade de água da cultura .....	27
2.4.3 <b>Déficit hídrico</b> .....	27
2.4.4 <b>Fotossíntese</b> .....	28
2.4.5 <b>Condutância estomática</b> .....	29
2.4.6 <b>Transpiração</b> .....	30
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	32
3.1 DADOS CLIMÁTICOS .....	32
3.1.1 <b>Balanco Hídrico do Local</b> .....	35
3.2 CARACTERIZAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	38
3.3 MATERIAL VEGETAL.....	38
3.4 MEDIDAS FENOLÓGICAS.....	38
3.5 VARIÁVEIS ANALISADAS.....	39
3.5.1 <b>Conteúdo Relativo de Água</b> .....	39
3.5.2 <b>Área Foliar Específica (AFE)</b> .....	39
3.5.3 <b>Dados Biofísicos</b> .....	40
3.5.4 <b>Eficiência no uso da Água</b> .....	40
3.6 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	40

3.7 ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	40
3.7.1 <b>Análise de Variância</b> .....	40
3.7.2 <b>Análise Multivariada</b> .....	41
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	42
4.1 DADOS CLIMÁTICOS.....	42
4.1.1 <b>Conteúdo Relativo de Água</b> .....	42
4.1.2 <b>Área Foliar Específica (AFE)</b> .....	43
4.1.3 <b>Variáveis Biofísicas</b> .....	43
4.1.3.1 Fotossíntese Líquida .....	43
4.1.3.2 Condutância Estomática .....	44
4.1.3.3 Transpiração .....	45
4.1.3.4 Eficiência no Uso da Água (EUA) .....	47
4.1.4 <b>Variáveis Fenológicas</b> .....	49
4.1.4.1 Intervalo de abertura de inflorescências (IAI) .....	49
4.1.4.2 Número de flores femininas na inflorescência 10 (NFF) .....	50
4.1.4.3 Percentual de fecundação (PF) .....	50
4.1.4.4 Frutos formados no cacho 14 (FF) .....	51
4.1.5 <b>Variável de Produção</b> .....	52
4.1.5.1 Peso de Albumem Fresco (PAF) .....	52
4.2 CLASSIFICAÇÃO DOS GENÓTIPOS .....	53
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	55
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	56
<b>APÊNDICE</b> .....	61
<b>ANEXOS</b> .....	65

## LISTA DE FIGURAS

		p.
<b>Figura 1:</b>	A) Disposição espiral das folhas do coqueiro quando vista no plano superior; B) Espata fechada, identificação das folhas 9 e 14 e disposição espiral ascendente, da esquerda para direita, das folhas na copa; C) Inflorescência recém-aberta e identificação da folha 10; e D) Cacho da folha 14 .....	19
<b>Figura 2:</b>	Exemplo de posições ocupadas pelos cachos do coqueiro-anão desde a abertura da espata até o ponto de colheita do fruto verde para água e seco o consumo de albúmem.....	20
<b>Figura 3:</b>	Pluviosidade mensal no período de janeiro a dezembro de 2005, na estação meteorológica da fazenda Sococo no município de Moju, Pará ..	32
<b>Figura 4:</b>	Temperaturas máxima, mínima e média mensal no período de janeiro a dezembro de 2005, na estação meteorológica da fazenda Sococo no município de Moju, Pará .....	33
<b>Figura 5:</b>	Umidade relativa média mensal no período de janeiro a dezembro de 2005, na estação meteorológica da fazenda Sococo no município de Moju, Pará .....	33
<b>Figura 6:</b>	Pluviosidade média mensal no período de 1989 a 2004 e o ano 2005, na estação meteorológica da fazenda Sococo no município de Moju, Pará ..	34
<b>Figura 7:</b>	Temperatura média mensal no período de 1989 a 2004 e o ano 2005, na estação meteorológica da fazenda Sococo no município de Moju, Pará ..	34
<b>Figura 8:</b>	Umidade relativa média mensal no período de 1989 a 2004 e o ano 2005, na estação meteorológica da fazenda Sococo no município de Moju, Pará .....	35
<b>Figura 9A:</b>	Balanço hídrico segundo Thornthwaite & Mather, para retenção hídrica de 250 mm no período de 1989 a 2004 com dados da estação meteorológica da fazenda Sococo, município de Moju, Pará .....	36
<b>Figura 9B:</b>	Balanço hídrico segundo Thornthwaite & Mather, para retenção hídrica de 250 mm no período de 1989 a 2004 com dados da estação meteorológica da fazenda Sococo, município de Moju, Pará .....	36
<b>Figura 10A:</b>	Balanço hídrico segundo Thornthwaite & Mather, para retenção hídrica de 250 mm no ano de 2005 com dados da estação meteorológica da fazenda Sococo, município de Moju, Pará .....	37
<b>Figura 10B:</b>	Balanço hídrico segundo Thornthwaite & Mather, para retenção hídrica de 250 mm no ano de 2005 com dados da estação meteorológica da fazenda Sococo, município de Moju, Pará .....	37
<b>Figura 11:</b>	Conteúdo relativo de água (CRA) de sete genótipos de coqueiro. AVG (1), AAG (2), AVJ (3), AVJxGBRN (4), AVGxGPF (5), AAGxGOA (6) e AVJxGOA (7) estudados no período chuvoso e no período seco, sob condições de campo em Moju, Pará, 2005. As barras indicam o desvio padrão da média de repetições .....	42
<b>Figura 12:</b>	Área foliar específica (AFE) de sete genótipos de coqueiro. AVG (1), AAG (2), AVJ (3), AVJxGBRN (4), AVGxGPF (5), AAGxGOA (6) e AVJxGOA (7) estudados no período chuvoso e no período seco, sob condições de campo em Moju, Pará, 2005. As barras indicam o desvio padrão da média de repetições .....	43

<b>Figura 13:</b>	Fotossíntese líquida de sete genótipos de coqueiro. AVG (1), AAG (2), AVJ (3), AVJ x GBRN (4), AVG x GPF (5), AAG x GOA (6) e AVJ x GOA (7) estudados no período chuvoso e período seco Mojú, Pará 2005. O asterisco significa diferença estatística entre os genótipos nos dois períodos (teste de Tukey, $P < 0.05$ ). As barras indicam o desvio padrão da média de repetições .....	44
<b>Figura 14:</b>	Condutância estomática de sete genótipos de coqueiro. AVG (1), AAG (2), AVJ (3), AVJ x GBRN (4), AVG x GPF (5), AAG x GOA (6) e AVJ x GOA (7) estudados no período chuvoso e período seco Moju, Pará 2005. O asterisco significa diferença estatística entre os genótipos nos dois períodos (teste de Tukey, $P < 0.05$ ). As barras indicam o desvio padrão da média de repetições .....	45
<b>Figura 15:</b>	Transpiração de sete genótipos de coqueiro. AVG (1), AAG (2), AVJ (3), AVJ x GBRN (4), AVG x GPF (5), AAG x GOA (6) e AVJ x GOA (7) estudados no período chuvoso e período seco Moju, Pará 2005. O asterisco significa diferença estatística entre os genótipos nos dois períodos (teste de Tukey, $P < 0.05$ ). As barras indicam o desvio padrão da média de repetições .....	46
<b>Figura 16:</b>	Eficiência do uso da água (EUA) de sete genótipos de coqueiro. AVG (1), AAG (2), AVJ (3), AVJ x GBRN (4), AVG x GPF (5), AAG x GOA (6) e AVJ x GOA (7) estudados no período chuvoso e período seco Moju, Pará 2005. O asterisco significa diferença estatística entre os genótipos nos dois períodos (teste de Tukey, $P < 0.05$ ). As barras indicam o desvio padrão da média de repetições .....	48
<b>Figura 17:</b>	Intervalo de abertura de inflorescências (IAI) de genótipos de coqueiro. AVG (1), AAG (2), AVJ (3), AVJ x GBRN (4), AVG x GPF (5), AAG x GOA (6) e AVJ x GOA (7) estudados no período chuvoso e período seco Moju, Pará 2005. As barras indicam o desvio padrão da média de repetições .....	49
<b>Figura 18:</b>	Nº de flores femininas na inflorescência nº 10 (NFF) de genótipos de coqueiro. AVG (1), AAG (2), AVJ (3), AVJ x GBRN (4), AVG x GPF (5), AAG x GOA (6) e AVJ x GOA (7) estudados no período chuvoso e período seco Moju, Pará 2005. O asterisco significa diferença estatística entre os genótipos nos dois períodos (teste de Tukey, $P < 0.05$ ). As barras indicam o desvio padrão da média de repetições .....	50
<b>Figura 19:</b>	Percentual de fecundação de genótipos de coqueiro. AVG (1), AAG (2), AVJ (3), AVJ x GBRN (4), AVG x GPF (5), AAG x GOA (6) e AVJ x GOA (7) estudados no período chuvoso e período seco Moju, Pará 2005. As barras indicam o desvio padrão da média de repetições .....	51
<b>Figura 20:</b>	Frutos formados no cacho 14 de genótipos de coqueiro. AVG (1), AAG (2), AVJ (3), AVJ x GBRN (4), AVG x GPF (5), AAG x GOA (6) e AVJ x GOA (7) estudados no período chuvoso e período seco Moju, Pará 2005. O asterisco significa diferença estatística entre os genótipos nos dois períodos (teste de Tukey, $P < 0.05$ ). As barras indicam o desvio padrão da média de repetições .....	51
<b>Figura 21:</b>	Peso de albumem fresco de genótipos de coqueiro. AVG (1), AAG (2), AVJ (3), AVJ x GBRN (4), AVG x GPF (5), AAG x GOA (6) e AVJ x GOA (7) estudados no período chuvoso e período seco Moju, Pará	

	2005. As barras indicam o desvio padrão da média de repetições .....	52
<b>Figura 22:</b>	Desempenho de sete genótipos de coqueiro. AVG (1), AAG (2), AVJ (3), AVJ x GBRN (4), AVG x GPF (5), AAG x GOA (6) e AVJ x GOA (7) estudados no período chuvoso e período seco Mojú, Pará 2005, classificados por grupos de fatores com base na análise de fatores (factor analysis) .....	53
<b>Figura 23:</b>	Desempenho de sete genótipos de coqueiro. AVG (1), AAG (2), AVJ (3), AVJ x GBRN (4), AVG x GPF (5), AAG x GOA (6) e AVJ x GOA (7) estudados no período chuvoso e período seco Mojú, Pará 2005. Iniciando na posição de 12 horas e no sentido horário, cada raio representa as seguintes variáveis: fotossíntese (A), condutância estomática ( $g_s$ ), transpiração (E), eficiência do uso da água (EUA), intervalo de abertura entre inflorescências (IAI), número de flores femininas na folha nº 10 (NFF), percentual de fecundação (PF), frutos no cacho nº 14 (FF) e peso de albumem fresco (PAF) .....	54

## 1 INTRODUÇÃO

O coqueiro (*Cocos nucifera* L.) é uma das plantas mais úteis do mundo. Conhecida como "a árvore da vida", ela tem um papel importante na vida das pessoas que habitam as regiões tropicais úmidas e, indiscutivelmente, tem tanta importância nos dias de hoje como em tempos passados (PERSLEY, 1992). É uma das plantas de grande utilidade, sendo a principal cultura perene para extração de óleo em escala industrial.

O coqueiro, por ser uma cultura perene, é capaz de gerar um sistema auto-sustentável de exploração e geração de renda para o pequeno produtor, fornecendo, além de alimento, água e óleo de cozinha, como também matéria prima para telhado, corda, tapete, redes, utensílios ornamentais, substrato orgânico, açúcar, álcool e inúmeros outros produtos (FERREIRA et al., 1998).

O coqueiro, na maior parte do mundo, é cultivado em regiões onde a deficiência hídrica se constitui no principal fator limitante do seu desenvolvimento. No Brasil, é cultivado principalmente no litoral do Nordeste, onde os longos períodos de estiagem comprometem seu crescimento, desenvolvimento e produção. Com o crescente consumo de coco e seus derivados, tais como a água, leite, doces, flocos e etc., novos plantios comerciais de coqueiros das variedades híbrida e anã estão surgindo nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Norte. Nessas regiões, apesar da melhor distribuição das chuvas, déficits hídricos sazonais e verânicos podem provocar déficit hídrico afetando sua produtividade. Apesar da disponibilidade hídrica ser o principal fator limitante nas áreas de maior plantio de coqueiros, existem poucos estudos sobre o balanço hídrico da cultura sob condições de campo no Brasil (PASSOS; SILVA, 1990, 1991).

A disponibilidade de água para as plantas é de extrema importância, pois dela dependem todas as atividades metabólicas das células. Nas células fisiologicamente ativas, o teor de água se eleva, geralmente, a valores acima de 85 %. Uma redução do conteúdo de água em torno de 20 a 25 % do valor máximo de hidratação, geralmente induz a paralisação de importantes processos metabólicos (FERREIRA<sup>1</sup>, 1982, citado por NUNES, 2000).

A água, juntamente com as proteínas, é um dos constituintes protoplasmáticos mais importantes para as células vivas (KRAMER, 1983) e, por sua vez, desempenha papel de fundamental importância em todos os organismos, destacando-se como o principal

---

<sup>1</sup> FERREIRA L.G.R. **Fisiologia vegetal: relações hídricas.** EUFC, 1992. 138p.

constituente celular, meio onde ocorrem as reações bioquímicas e o transporte de nutrientes, solventes para muitas substâncias e agente tamponante de temperatura (LEHNINGER et al., 1995).

Segundo Passos et al., (1999) a condutância estomática ( $g_s$ ) e o potencial hídrico foliar ( $\Psi_f$ ) são parâmetros que se revelam importantes para o estudo do balanço hídrico de diferentes espécies de palmeiras, cultivadas na África, América Central, Índia, América do Sul e América do Norte. A forte influência da  $g_s$  sobre o balanço hídrico ocorre porque a transpiração ( $E$ ) é diretamente proporcional aos valores da  $g_s$  para uma determinada diferença de pressão de vapor de água entre a folha e a atmosfera (LARCHER, 2000). A redução dos valores de  $g_s$  pode ser uma resposta direta da diminuição dos valores do  $\Psi_f$  (SCHULZE, 1982) e, portanto, os valores do  $\Psi_f$  podem influenciar diretamente o balanço hídrico da planta.

Dentre os diversos fatores limitantes da produção vegetal, o déficit hídrico assume importância de destaque, pois afeta as relações hídricas nas plantas, alterando-lhes o metabolismo, sendo este o fenômeno que ocorre em grandes extensões de áreas cultiváveis. Vários parâmetros têm sido utilizados para avaliar a resposta de espécies vegetais ao estresse hídrico, e a importância ecofisiológica do comportamento estomático e sua resposta aos valores de potencial hídrico foliar é um deles. Segundo Prado et al. (2000), para cada genótipo de coqueiro existe um comportamento diferente de  $g_s$  e  $\Psi_f$  em função do estresse hídrico.

Com base no exposto acima, a hipótese apresentada para a realização deste trabalho foi que, embora o balanço hídrico da região onde foi implantado o experimento apresente déficit hídrico na época seca (julho a dezembro), o coqueiro é capaz de apresentar mecanismos fisiológicos que viabilizem sua adaptação em diferentes níveis de disponibilidade hídrica. Deste modo, este trabalho, teve como objetivo estudar o comportamento ecofisiológico de sete genótipos de coqueiro sob condições de campo, durante os períodos chuvoso e seco, no município de Mojú, Pará, através das determinações da taxa fotossintética ( $A$ ), condutância estomática ( $g_s$ ) e transpiração ( $E$ ) e suas respostas nos parâmetros de: Eficiência do Uso da Água ( $EUA$ ), Intervalo de Abertura de Inflorescências ( $IAI$ ), número de flores femininas quando da abertura da inflorescência ( $NFF$ ), Percentual de Fecundação ( $PF$ ), frutos formados no cacho 14 ( $FF$ ) e Peso de Albúmem Fresco ( $PAF$ ).



## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

Atualmente, são conhecidos cerca de 230 gêneros e 2.650 espécies de palmeiras. A maioria dessas palmeiras é utilizada como plantas ornamentais, entretanto três espécies têm causado impactos internacionais quanto ao que delas pode se extrair. São elas: dendê (*Elaeis guineensis* Jacq), coco (*Cocos nucifera* L.) e tâmara (*Phoenix dactilyfera*). As duas primeiras são fontes importantes de óleo comestível e a última é fonte de carboidratos.

Durante a última década, tem surgido um crescente interesse em plantas oleaginosas, devido em parte, à demanda por óleos vegetais para o consumo humano e mais recentemente como fonte alternativa renovável de energia (LLERAS, 1992).

Várias espécies de palmeiras são importantes para a agricultura econômica da Amazônia, principalmente pela produção de palmitos, frutos, óleos, cera, madeira e produtos com fins medicinais. Dentre as espécies cultivadas na região, destacam-se o açazeiro (*Euterpe oleraceae* Mart.), produtora de palmito e frutos; dendezeiro (*Elais guineensis* Jacq.), produtora de frutos; coqueiro (*Cocos nucifera* L.), produtora de frutos; juçara (*Euterpe edulis* Mart.), produtora de palmito; pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth), produtora de palmito e frutos; bacabeira (*Oenocarpus* sp.), produtora de palmito e frutos; tucumãzeiro (*Astrocaryum vulgare* Mart.), produtora de frutos. As palmeiras regionais podem ainda ser empregadas na confecção de cestaria e na construção de pequenas casas, seja como palha para cobertura ou tábuas para tapume e assoalho (BOOM, 1986; VILHENA-POTIGUARA, et al., 1987; OLIVEIRA et al., 1991).

Na alimentação, são numerosos os exemplos de espécies que fornecem palmito e frutos que produzem polpa para refresco, sucos, doces e sorvetes. Além dos usos tradicionais na alimentação, as palmeiras produzem óleos comestíveis que são extraídos de seus frutos (KITZE; JOHNSON, 1975; CAVALCANTE, 1991; BALICK, 1988; MEJIA, 1988). Outras formas de largas utilizações das palmeiras incluem o artesanato, arranjos, adornos e indumentária em grupos indígenas e caboclos (OLIVEIRA, 1991).

O coqueiro é a palmeira de maior importância socioeconômica das regiões intertropicais do Globo. Constitui-se na mais importante cultura perene possível de gerar um sistema auto-sustentável de exploração, tendo importância social muito grande pelos

empregos que gera e, principalmente, porque é cultivada, na sua maioria, por pequenos agricultores, em pequenas propriedades dotadas de solos arenosos com baixa fertilidade natural. Atualmente, 96% da produção mundial de coco são provenientes de propriedades com 1 a 5 hectares, envolvendo, aproximadamente, 50 milhões de pessoas. Na Ásia, 30 milhões de pessoas dependem diretamente da cultura do coqueiro para sua sobrevivência (PERSLEY, 1992).

A cocoicultura favorece a consorciação com outras culturas anuais e perenes em todas as fases de seu cultivo e na fase adulta permite o manejo com animais, barateando a sua implantação e permitindo uma fonte extra de renda para o produtor. Todas estas características tornam a cultura do coqueiro uma atividade que favorece a fixação do homem no campo (ARAGÃO et al., 2002). Pela magnitude dos produtos obtidos das diferentes partes da planta, pode-se afirmar que do coqueiro tudo se aproveita. Entretanto os principais produtos são oriundos dos frutos, como copra (albumem seco e matéria prima para a produção de óleo), óleo, ácido láurico, leite, farinha, água-de-coco, fibra, substrato orgânico, ração animal e etc.

## 2.2 CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA

### 2.2.1 Taxonomia

O coqueiro pertence à família Palmae, uma das mais importantes famílias da classe das Monocotiledôneas. Sua classificação taxonômica segundo Purseglove (1981) é a seguinte: Classe *Monocotyledoneae*; Ordem Palmales; Família Palmae: sub-família *Cocoideae*; Gênero *Cocos* e Espécie *Cocos nucifera* L.

### 2.2.2 Morfologia

De acordo com Passos (1989), a espécie apresenta sistema radicular fasciculado, característico das monocotiledoneas, apresentando raízes primárias, secundárias e terciárias, concentradas dentro de um raio de 1m e a uma profundidade de 0,2 a 0,6 m. As raízes terciárias produzem radículas de 1 a 3 mm de diâmetro, representando os verdadeiros órgãos de absorção da planta. O caule é do tipo estipe, não ramificado, muito resistente e no seu

ápice prende-se um tufo de folhas que protege sua única gema terminal. A folha, que pode chegar a 6 m de comprimento, é do tipo penada, constituída de pecíolo, que continua pelo ráquis, onde se prendem numerosos folíolos.

O coqueiro possui inflorescências paniculadas, axilares, protegidas por grandes brácteas, chamadas de espatas, em cujo interior, encontram-se as flores masculinas e femininas. A espata ao completar seu desenvolvimento, abre-se, liberando a inflorescência, que é formada pelo pedúnculo, espigas e flores. Cada espiga possui, em sua base, algumas flores femininas e numerosas flores masculinas nos dois terços terminais. A primeira inflorescência pode ser constituída de apenas flores masculinas, sendo as femininas produzidas nas inflorescências posteriores. As inflorescências assim como as folhas são arranjadas em espiral descendentes ao longo da copa do coqueiro, conforme apresentado na figura 1A. Para a identificação da inflorescência de número 10 é necessário identificar a inflorescência de número 9, que está inserida na axila da folha 9, e está protegida pela espata (Figura 1B). Do lado oposto, a aproximadamente 160°, fica a inflorescência que a precede em idade, a número 10, representada pela inflorescência aberta mais recente (Figura 1A e 1C) e desta a 160° a inflorescência 11 e, assim, sucessivamente, para as demais inflorescências. A posição em que o cacho abre na folha nº 9 é fator determinante para o sentido da projeção da espiral (horário e anti-horário) e, conseqüentemente, para a posição de todos os outros cachos na copa da planta. A identificação dos cachos também poderá ser conferida, sabendo-se que abaixo da inflorescência nº 9 encontra-se o cacho nº 14, que apresenta frutos do tamanho de um punho (Figura 1A e 1D). Um mesmo cacho ocupará posições diferentes (Figura 2), na copa ao longo dos meses, em função da contínua emissão de folhas e inflorescências na planta. A inflorescência nº 11 será encontrada na copa, após 60 dias, como sendo o cacho 14, e a espata fechada associada à folha nº 9 será encontrada, após 180 dias, como sendo o cacho 18, no ponto de colheita do fruto para o mercado de água (FERREIRA et al., 2002). O número de flores femininas é fortemente influenciado pelo estado nutricional e hídrico da planta. Sob condições de deficiência hídrica prolongada ou desnutrição, poderá não ocorrer desenvolvimento da inflorescência na axila da folha do coqueiro (PASSOS, 1991).

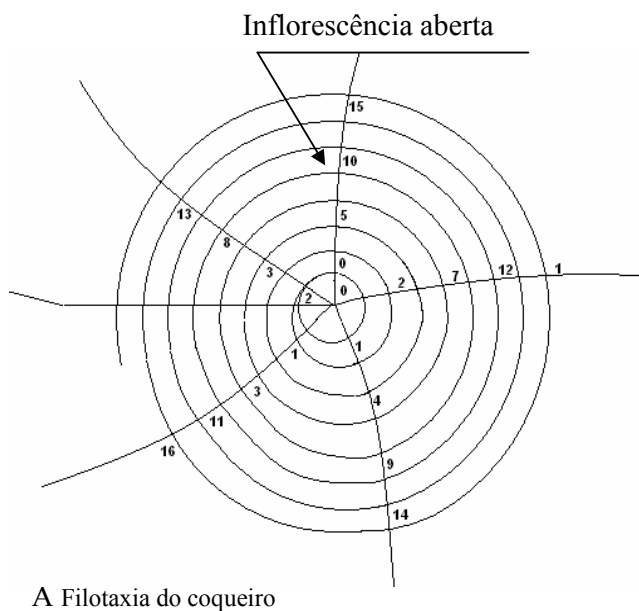


Figura 1. A) Disposição espiral das folhas do coqueiro quando vista no plano superior; B) Espata fechada, identificação das folhas 9 e 14 e disposição espiral ascendente, da esquerda para direita, das folhas na copa; C) Inflorescência recém-aberta e identificação da folha 10; e D) Cacho da folha 14.

## Desenvolvimento dos frutos

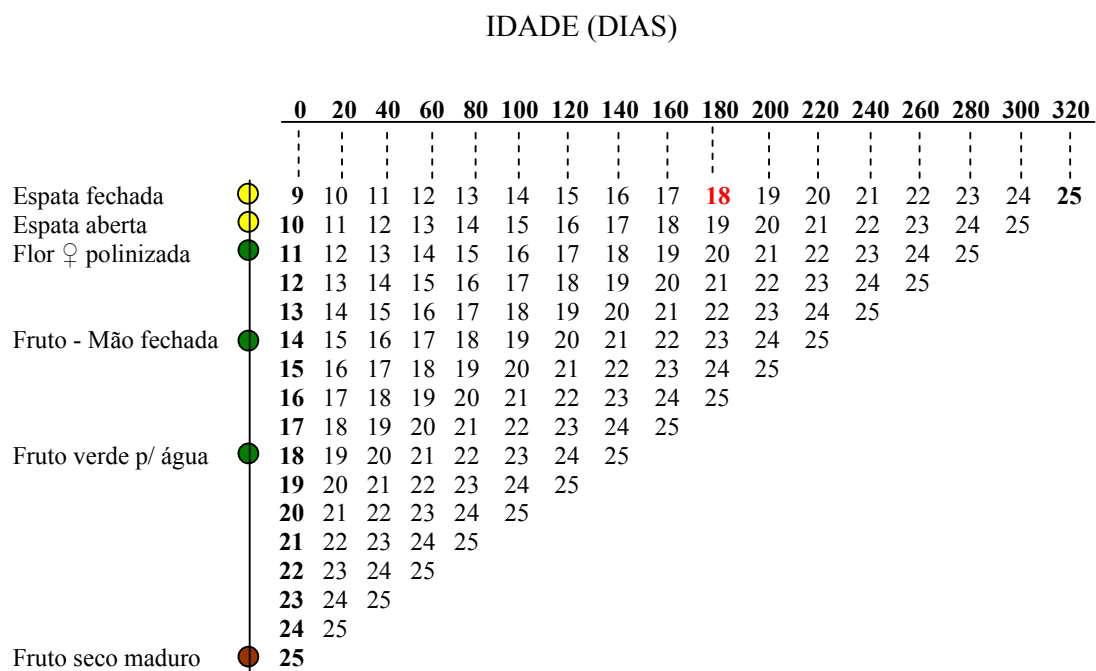


Figura 2. Exemplo de posições ocupadas pelos cachos do coqueiro-anão desde a abertura da espata até o ponto de colheita do fruto verde para água e seco para consumo do albumem.

O fruto é botanicamente uma drupa. É formado por uma epiderme lisa ou epicarpo, que envolve o mesocarpo espesso e fibroso. Mais internamente, uma camada muito dura, o endocarpo, no interior do qual se encontra a semente formada por uma camada fina e marrom, o tegumento, albumem sólido, camada carnosa, branca, formando uma grande cavidade onde se encontra o albumem líquido, constituindo a água de coco. O desenvolvimento do fruto, desde o início da inflorescência até atingir a completa maturação, passa por duas fases: a pré-fertilização (polinização e fecundação da flor feminina), que leva em média de 8 a 28 dias depois da abertura da espata, dependendo da variedade cultivada, e pós-fertilização, que continua por cerca de 12 meses e se caracteriza, principalmente, pelo aumento de tamanho do fruto e pelo acúmulo de nutrientes na cavidade central (ARAGÃO et al., 2002).

### 2.3 BIOLOGIA DA REPRODUÇÃO

O coqueiro é uma planta monóica e monóclina, ou seja, com órgãos sexuais em flores distintas, porém numa mesma inflorescência. Cada folha tem, em sua axila, um esboço floral

que se converterá ou não em inflorescência frutífera, segundo as condições de nutrição e clima. Em condições normais, cada folha produzirá uma inflorescência, normalmente mensal, sendo o ritmo de emissão mais rápido na estação seca e mais lenta na estação chuvosa. (SIQUEIRA et al., 2002, RIBEIRO; SIQUEIRA; ARAGÃO, 2002).

Entre os fatores da produção, o número de flores femininas por inflorescências é, em princípio, um dos mais importantes. Dentro de uma variedade existem diferenças importantes. As plantas mais produtivas de uma população correspondem não somente às plantas com maior número de inflorescências por ano, como também àquelas com o maior número de flores femininas por inflorescências (FRÉMOND et al., 1966) e este fator está relacionado, também, com o bom estado nutricional da planta, assim como, com as condições favoráveis de clima (temperatura, umidade relativa e pluviosidade).

O estudo da biologia floral em coqueiro revela a existência de variabilidade no modo de reprodução (ROGNOM, 1976; SANGARÉ et al., 1978). A fase masculina começa com a abertura da inflorescência e termina com a queda da última flor masculina; a fase feminina dura desde a entrada em receptividade da primeira flor até a necrose dos últimos estigmas. As flores masculinas têm uma vida mais curta que as femininas, uma vez que se diferenciam um mês depois e se abrem um mês antes. Transcorre ao redor de um ano entre a diferenciação das flores femininas e a abertura da espata, sendo de um ano também entre esta e a maturação dos frutos (FRÉMOND et al., 1966). O estudo da simultaneidade entre as duas fases permite a constituição de grupos de comportamento (SIQUEIRA et al., 1998).

GRUPO 1: Fase feminina curta, sem simultaneidade com a fase masculina da mesma inflorescência nem com a inflorescência seguinte – alogamia completa.

GRUPO 2: Fase feminina curta, sem simultaneidade com a fase masculina da mesma inflorescência, mas com uma simultaneidade importante ou total com a fase masculina da inflorescência seguinte – autogamia indireta.

GRUPO 3: Fase feminina longa, completamente simultânea com a fase masculina da mesma inflorescência, com ou sem simultaneidade com a fase masculina da inflorescência seguinte – autogamia direta.

GRUPO 4: Fase feminina curta com simultaneidade tanto com a fase masculina da mesma inflorescência quanto com a fase masculina da inflorescência seguinte – autogamia semidireta.

A simultaneidade com a fase masculina da inflorescência seguinte depende, fortemente, do número anual de inflorescências emitidas, a qual é influenciada pelas

condições do meio. Fontenelle e Aragão, (1998), estudando o intervalo de abertura entre inflorescências, verificaram a variação de intervalo de 19,5 a 24,5 dias e com média de 21,4 dias na estação seca para a variedade gigante. Na variedade anã o intervalo variou de 18,5 dias na estação seca há 24 dias na estação chuvosa, com média de 20,5 dias entre duas inflorescências sucessivas, o que significa a emissão de 15 a 20 inflorescências por ano.

O coqueiro é constituído de uma única espécie, que por sua vez, é composta por algumas variedades, entre as quais, as mais importantes do ponto de vista agrônomo, sócio-econômico e agroindustrial são: *Typica* (var. Gigante) e *Nana* (var. Anã). Os híbridos de coqueiros mais empregados atualmente são resultantes dos cruzamentos entre essas variedades. Podem-se empregar também tanto os híbridos de gigantes quanto os de anões. Praticamente, 100% da produção de coco é consumida no país, no uso culinário, como água-de-coco e nas agroindústrias de alimentos. Estima-se que 35% destinam-se à agroindústria, 35% aos mercados Sudeste-Sul para suprir pequenas indústrias, panificadoras, decerias e outros usos e somente 30% restantes ficam no mercado nordestino para consumo **in natura**, pois o coco é um ingrediente referencial na culinária regional (CUENCA, 1998).

Cada grupo apresentado acima contém um grande número de variedades, sendo estas nomeadas de acordo com sua localidade de origem. Uma descrição dos coqueiros de cada grupo é descrita abaixo:

Coqueiro gigante – Apresenta, de um modo geral, polinização cruzada, crescimento rápido, planta com porte alto, podendo atingir cerca de 35 m de altura, fase vegetativa longa, frutos geralmente grandes com endocarpo espesso e firme, e em número de 50 a 80 frutos/planta/ano. Sua vida útil econômica gira em torno de 60 anos. A estabilidade da produção ocorre entre 12 e 15 anos de idade. Seus frutos são empregados no uso culinário *in natura* (bolos, doces e etc), assim como na agroindústria (leite de coco, farinha de coco entre outros) (ARAGÃO et al., 1999; SIQUEIRA et al., 1998).

Coqueiro anão – Acredita-se que sua origem deveu-se a uma mutação gênica da variedade gigante, sendo, atualmente, a mais utilizada comercialmente no Brasil, apenas para água-de-coco. Sua produção de polpa é insignificante, e é rejeitada pelas Agroindústrias de alimento. Suas principais características são: precocidade, produtividade e porte. Sua produção é predominante por autofecundação. Possui desenvolvimento vegetativo lento, mas é precoce iniciando a produção em média com dois a três anos. A produtividade gira em torno de 150 a 200 frutos/planta/ano com estabilidade aos 8 anos. Sua vida útil está entre 30 a 40 anos. Atinge entre 10 a 12 metros de altura. Divide-se em três sub-variedades: verde, amarelo

e vermelho. No Brasil a principal demanda para o plantio é o anão verde. Consumidores de água-de-coco desinformados acham, erroneamente, que os anões amarelo e vermelho são o verde, maduro, portanto, impróprios para o consumo da água (RIBEIRO et al., 1999).

Coqueiros Híbridos – São obtidos do cruzamento entre a variedade gigante (polinizador) e a variedade anã (planta mãe). São plantas de portes médios, que atingem cerca de 20 m de altura, com início de produção aos quatro anos, produtividade variando entre 120 a 150 frutos/coqueiro/ano, estabilidade de produção aos 10 anos, vida útil econômica mais ou menos 50 anos. O coqueiro híbrido é superior ao gigante, principalmente nas características de maior interesse agroeconômico, como precocidade, produção de fruto e produção de copra (coco seco para produção de óleo). Em relação aos anões as principais vantagens são: 1) Ampla utilização de seus frutos nas agroindústrias de alimentos, uso culinário e água-de-coco; 2) Maior flexibilidade para o produtor definir a oferta do fruto no mercado a melhor preço; 3) Maior tamanho do fruto e maior quantidade de água; 4) Por ser originado de dois ou mais parentais, pode apresentar maior estabilidade de produção sob condições ambientais diversas (ARAGÃO et al., 1999).

TABELA 1 – Características de cultivares de coqueiro.

CARACTERÍSTICAS	ANÃO	HÍBRIDO	GIGANTE
Início da floração	2 a 3 anos	3 a 4 anos	5 a 7 anos
	Precoce	Intermediário	Tardio
Vida útil (anos)	30 a 40	50 a 60	60 a 80
Tamanho do fruto	Pequeno	Intermediário	Grande
Crescimento	Lento	Intermediário	Rápido
Porte (metros)	8 a 10	20	35
Produção (frutos/ano)	130 a 150	120 a 150	60 a 80
Peso de fruto (g)	900	1.200	1.400
Peso da noz (g)	550	800	700
Peso do albúmem (g)	250	400	350
Exigências edafoclimáticas	Muito exigente	Exigente	Rústico
Destino da Produção	Água	Agroindústria/culinária e água	Agroindústria/culinária

Fonte: ARAGÃO et al., 2002.

## 2.4 ECOFISIOLOGIA DO COQUEIRO

O coqueiro é uma planta essencialmente tropical, a qual encontra desenvolvimento favorável em condições de temperatura em torno de 27°C, não tolerando temperatura inferior



a 15°C, luminosidade na faixa de 2000 horas e pluviometria na faixa de 1500 mm por ano (FRÉMOND et al., 1966).

Os fatores climáticos interferem de diferentes modos no desenvolvimento do coqueiro, dependendo de sua localização geográfica. No Nordeste do Brasil, por exemplo, as elevadas taxas de evapotranspiração associadas à irregularidade na distribuição das chuvas provocam déficits hídricos estacionais. Tais déficits constituem o principal fator limitante do desenvolvimento do coqueiro que, por ter crescimento e produção contínuos, exige condições de clima muito próximas do ideal durante todo o ano. Na Região Norte, a elevada umidade atmosférica favorece o aparecimento de doenças fúngicas. Nas Regiões Centro-Oeste e Sudeste, baixas temperaturas e umidade relativa do ar durante os meses de menor pluviosidade constituem os principais fatores limitantes. No entanto, esses fatores climáticos adversos podem ser contornados com a adoção de tratos culturais adequados a cada região, devendo-se considerar, nesse caso, outros aspectos, tais como altitude, para que se possam evitar baixas temperaturas e geadas, a aplicação de irrigação, preços que compensam a baixa produtividade e aplicação de tecnologia e etc. A atividade utilizada também tem grande importância na capacidade de adaptação do coqueiro às adversidades de cada região (PASSOS, 1998).

O déficit de água nos tecidos da planta exerce influência direta sobre seus processos fisiológicos e as condições de umidade do solo são fatores determinantes da magnitude desses déficits (SLATYER, 1967). O nível de nutrientes exerce, também, influência considerável sobre as relações hídricas da planta (BEGG; TURNER, 1976).

O estudo hídrico se revela de real importância, em vista que, nos vários tipos de vegetação encontrados na natureza, a produtividade é considerada mais intimamente relacionada à água disponível para as plantas do que a qualquer outro fator ambiental (SALISBURY; ROSS, 1991). Portanto, a capacidade de manutenção da turgescência dos tecidos é tida como uma característica necessária para a garantia da produção, principalmente em locais ou épocas onde ocorre déficit hídrico.

#### **2.4.1 Água no solo**

A água proveniente das chuvas se infiltra no solo gradualmente, até a altura do lençol freático. Nos solos com boa permeabilidade, a taxa de percolação atinge alguns metros por

ano; em solos siltosos, 1 a 2 m por ano e em solos muito densos atinge somente poucos decímetros por ano. Uma parte da água infiltrada, a água capilar, é retida e estocada nos micro poros do solo. A quantidade que permanece como água capilar nas camadas superiores e a quantidade de água que percola o solo como água gravitacional, depende, portanto, do tipo de solo (LARCHER, 2000).

A água é um dos principais constituintes do solo, ocupando, juntamente com o ar, todo o espaço poroso existente. Na ausência da água, não é possível a vida vegetal ou animal. A água governa grande parte das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Para um bom desenvolvimento vegetal, é indispensável à presença de uma suficiente quantidade de água no solo, pois esta funciona como solvente de nutrientes e como meio de transporte destes para a planta. Devido à extraordinária capacidade de solubilização da água, a solução do solo contém, em concentrações variáveis, os elementos químicos encontrados no solo. Sabe-se que ela contém, pelo menos em traços, todos os elementos presentes no solo, suscetíveis a irrigação, solubilização ou suspensão.

#### **2.4.2 Água na planta**

A água é importante tanto quantitativa como qualitativamente, constituindo cerca de 80 a 90% do peso fresco da maioria das plantas herbáceas e, acima de 50% do peso do material fresco das plantas arbóreas, participa de todos os processos fisiológicos e bioquímicos, faz parte como solvente, constitui o meio onde as moléculas se movimentam dentro das células e entre elas, influenciando a estrutura de proteínas, ácidos nucleicos, polissacarídeos e outros constituintes celulares, formando o ambiente onde ocorre a maioria das reações químicas (TAIZ; ZEIGER, 2004). A água também permite que gases, minerais e outros solutos entrem nas células das plantas e se movam de célula a célula e de um órgão para outro. A água tem, papel importante na regulação térmica da planta (TAIZ; ZEIGER, 2004), atuando tanto no resfriamento como na manutenção e distribuição de calor. A água é reagente ou substrato em muitos processos importantes, incluindo a fotossíntese e processos hidrolíticos.

Outro papel importante da água é a manutenção da turgescência, essencial para o alongamento e crescimento celular (BENINCASA, 2002). O déficit de água nos tecidos, causado pela excessiva demanda evaporativa ou pelo suprimento de água no solo pode afetar

todos os aspectos do crescimento e desenvolvimento dos vegetais. Na condição de déficit hídrico, a ação das proteínas aquaporinas integrantes de membranas facilitam o aporte e movimento de água para o interior das células (TAIZ; ZEIGER, 2004).

O coqueiro requer uma precipitação pluvial anual em torno de 1.500 mm, uniformemente distribuída. Longos períodos de seca são prejudiciais à planta, que se desenvolve melhor em solos de textura média, com boas condições de drenagem. Geralmente o coqueiro-gigante tolera um período de até três meses de estiagem, enquanto o coqueiro híbrido, apenas dois meses. Em condições de seca, o crescimento do coqueiro é retardado e a produtividade é reduzida (MAHINDAPALA; PINTO, 1991).

Em geral, podem ser identificadas duas situações típicas de exploração do coqueiro: uma em área de plantio sob influência de lençol freático e outra em áreas em que o suprimento de água depende exclusivamente da precipitação pluvial. No primeiro caso, a intensidade dos efeitos do estresse hídrico sobre a cultura depende não só da duração do período seco como também da profundidade do lençol freático durante a estação seca, que, durante este período, tende a se aprofundar, tornando-se, com frequência, fora do alcance do sistema radicular. Nessas condições de exploração, o suprimento de água fica prejudicado, com sérios reflexos sobre o desenvolvimento vegetativo e produtivo (CINTRA et. al., 1992).

Os primeiros sintomas de estresse hídrico no coqueiro são manifestados pela queda prematura de frutos e pela abscisão das folhas mais velhas. A reposição de água nestas condições será refletida diretamente na melhoria da aparência e da produtividade da planta (OHLER, 1984).

Diversos autores estudaram o efeito da falta de água sobre o desenvolvimento do coqueiro-gigante-do-Brasil. Silva Júnior (1984) estudou os efeitos da seca sobre importantes características fisiológicas, em plantas irrigadas moderadamente durante os primeiros anos de vida, em comparação com plantas que nunca foram irrigadas, cultivadas em solo arenoso. Em seu trabalho, observou que plantas regadas na fase jovem da cultura apresentam mecanismos fisiológicos mais eficazes para tolerar a desidratação e manter o bom crescimento. Passos (1989), estudando o efeito da irrigação na formação de mudas, afirmou que as mudas mantidas sob irrigação apresentaram vigor vegetativo superior, principalmente quanto à circunferência do coleto. Fontes e Leal (1994) estudaram o efeito da irrigação (6 a 7 litros de água/m<sup>2</sup>) sobre a germinação da semente e constataram que esta proporciona maior índice de plantas germinadas e aumento da velocidade de germinação.

#### 2.4.2.1 Necessidade de água da cultura

A necessidade de água para a cultura do coqueiro depende de vários fatores: idade da planta (altura e área foliar), clima local (radiação solar, temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento), o tipo de solo, o teor de umidade do solo, o estado nutricional da planta e etc.

A variedade de coqueiro-gigante apresenta, em relação à variedade de coqueiro-anão, baixa taxa de transpiração e maior resistência à deficiência hídrica no solo. O coqueiro-anão pela sua alta taxa de transpiração, consome mais água que as outras variedades e, nas mesmas condições edafoclimáticas, é o primeiro a apresentar os efeitos do estresse hídrico (IRHO, 1992).

Diversos estudos de campo foram conduzidos para avaliar o balanço de nutrientes em diferentes sistemas de manejo de solo e planta. Os resultados mostraram que um coqueiro adulto, com 35 folhas e 150m<sup>2</sup> de área foliar, transpira de 30 a 120 litros de água por dia, dependendo da demanda evaporativa da atmosfera e do teor de umidade do solo (JAYASEKARA; JAYASEKARA, 1993).

#### 2.4.3 Déficit hídrico

O déficit hídrico pode ser definido segundo Taiz; Zeiger (2004), como todo conteúdo de água de um tecido ou célula que está abaixo do conteúdo de água mais alto, exibido no estado de maior hidratação. Quando esta falta de água ocorre no solo, devido a um período prolongado sem chuvas, denominamos esse período de seca. Um estresse causado pela seca, gradualmente intensificado, pode ser também resultado da absorção inadequada de água pelas plantas que crescem em solos muito rasos, incapazes de proporcionar um desenvolvimento pleno para o sistema radicular (LARCHER, 2000).

As plantas tropicais podem apresentar uma variedade de respostas de aclimação metabólicas e comportamentais à seca que inclui acumulação de compostos osmoreguladores (açúcares, aminoácidos, potássio), mudanças na área foliar e no sistema radicular, mudanças no sistema de endomembranas, no ciclo de divisões celulares. Todas essas respostas ajudam as plantas a tolerarem períodos mais longos de estresse hídrico.

Plantas sob curtos ou moderados períodos de seca desenvolvem mecanismo de defesa, nos quais várias mudanças ocorrem em seu metabolismo como exemplo, altas taxas de hormônios são produzidas, desempenhando um importante papel na percepção de estímulos desfavoráveis do meio ambiente e na geração de resposta adequadas que garantam a sobrevivência das plantas. O hormônio mais estudado em relação ao estresse originado por deficiência hídrica é o ácido abicísico (ABA), que funciona como um mensageiro entre a raiz e a parte aérea, induzindo o fechamento estomático e economia de água, mesmo antes de haver variações no  $\Psi_f$ .

#### 2.4.4 Fotossíntese

Dentre os fatores abióticos, a luz se destaca como um dos recursos primários de maior influência sob a vida vegetal, interferindo quantitativa e qualitativamente, nos processos funcionais das plantas, uma vez que, a fotossíntese é o processo fotobiótico que utiliza a energia luminosa para sintetizar compostos carbonados a partir de dióxido de carbono e água com a liberação de oxigênio.

A fotossíntese é a função básica das plantas verdes. Ela é capaz de transformar a energia luminosa em energia química, a qual pode ser utilizada em todas as atividades celulares. A fotossíntese é a principal fonte de toda a energia usada em todas as células vivas, quer animal ou vegetal. Todas as atividades das células vivas dependem da energia produzida pela fotossíntese (AGRIOS, 1997).

A taxa fotossintética pode ser influenciada tanto por condições externas ou ambientais, quanto pela espécie ou variedade vegetal. As condições intrínsecas estão relacionadas às enzimas e pigmentos fotossintetizantes. Os fatores extrínsecos são relacionados à intensidade luminosa, concentração de gás carbônico, temperatura, umidade relativa, disponibilidade de água e concentração de  $O_2$  (NUNES, 2000).

O decréscimo observado na taxa fotossintética pode ser uma resposta ao fechamento estomático frente a um estresse hídrico moderado. Para o coqueiro, segundo Passos (2004), sob seca intensa, o estreitamento do poro estomático com a finalidade de amenizar a perda de água através da transpiração pode limitar a difusão de  $CO_2$  para a câmara subestomática, condicionando a menores taxas de fotossíntese líquida.

#### 2.4.5 Condutância estomática

Os estômatos são constituídos por duas células-guarda, o poro estomático, e por duas células subsidiárias ou anexas. As células-guarda dos estômatos possuem características anatômicas, bioquímicas e fisiológicas diferenciadas dentre as células da epiderme, o que permite que se efetuem rápidas mudanças no potencial osmótico em resposta a estímulos ambientais. As células-guardas por apresentarem numerosas mitocôndrias e citoplasma denso, apresentam uma intensa atividade metabólica com alta taxa de síntese protéica. As células subsidiárias são células especializadas da epiderme, adjacentes às células-guarda, e estão intimamente envolvidas, funcional e metabolicamente, às células-guardas no processo de abertura e fechamento dos estômatos (MARENCO, 2005). O movimento de abertura e fechamento dos estômatos e seu controle são essenciais para a regulação das perdas de água pela transpiração, mantendo a máxima taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> possível para a planta (PIMENTEL, 2004). Braconinier e D'auzac (1990) estudando o comportamento estomático do coqueiro em condições hidropônicas e submetendo-os a um estresse osmótico (-0,5 MPa), observaram que há uma movimentação de K<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> de células subsidiárias laterais até as células-guarda, e que este movimento tem um duplo papel na abertura estomática reduzindo a turgescência das células subsidiárias laterais e aumentando, ao mesmo tempo, a turgescência das células guardas.

Neste mesmo estudo, observaram que em condições de carência de Cl<sup>-</sup> há, nas primeiras horas do dia, um atraso de 3 horas na abertura dos estômatos. O cloreto afeta o crescimento da planta indiretamente pela regulação dos estômatos, por ser o principal contra-íon de K<sup>+</sup>. Essa compensação de carga de Cl<sup>-</sup>, em vez de malato, é de importância particular em plantas com células-guarda pouco desenvolvidas, como ocorre em cebola (*Allium cepa* L.) e em coqueiro que, quando comparados com outras espécies, tem elevada exigência por cloreto (KERBAUY, 2004).

Nogueira e Moraes (1998), estudando três matrizes de acerola durante períodos de estiagem, verificaram entre os genótipos diferenças significativas no controle da abertura estomática. Wormer e Ochs, (1959); Ochs, (1963); Ochs e Daniel, (1976), estudando dendezeiros, relataram que, após o fechamento dos estômatos, mesmo em período de secas prolongadas, os teores relativos de água das folhas permaneceram entre 90 e 96%.

Na época de estiagem, em culturas de dendê, com a redução progressiva do estoque de água disponível no solo os estômatos fecham-se, inicialmente, apenas nas horas mais quentes do dia (CORLEY, 1973); mas, com o progresso do déficit, estes permanecem fechados por semanas. Em uma situação dessas, as plantas podem não apresentar sinais de murchamento, já que as perdas de água através dos estômatos são muito reduzidas, porém a assimilação fotossintética é mínima e o crescimento é praticamente paralisado (OCHS; DANIEL, 1976). Diante da limitada reserva de água nas folhas, a taxa potencial de transpiração e a regulação da abertura estomática para restringir os danos nos tecidos, como resultado da desidratação, são de grande importância para a planta (FERREIRA, 1997). O fechamento dos estômatos como tentativa de manter o conteúdo hídrico favorável nos tecidos por maior tempo possível, é uma das primeiras linhas de defesa da planta. Essa redução da abertura do poro estomático, porém, restringe a troca de gases entre o interior da folha e atmosfera causando diminuição na assimilação de CO<sub>2</sub> que é utilizado no processo fotossintético (LARCHER, 2000). Em coqueiros, quando a transpiração e a condutância estomática foram reduzidas, a queda das trocas gasosas foi simultânea; entretanto, a redução da taxa de fotossíntese foi mais acentuada que a transpiração e a condutância estomática (REPELLIN et al. 1994). Este mesmo autor encontrou o potencial crítico de -1,2 MPa para o fechamento dos estômatos em plantas de coqueiros, sob condições de seca e estas plantas tiveram recuperação lenta após a reidratação.

#### 2.4.6 Transpiração

A perda de aproximadamente 90% da água das plantas para o meio externo é feita pela transpiração, através dos estômatos, que atuam como válvulas reguladoras da passagem de água para a atmosfera, exercendo um papel fundamental no resfriamento foliar e na regulação das trocas gasosas entre plantas e o meio ambiente (KRAMER; KOZLOWSKI, 1960; KLAR, 1988). A outra parte (< 10%) é perdida diretamente através da cutícula da epiderme – transpiração cuticular. A transpiração é um processo que envolve a absorção de água pelas raízes, transporte através dos vasos condutores, passagem para a forma de vapor nas folhas e saída para o meio externo, primariamente através da abertura estomática (BLAD, 1983), influenciando diretamente o potencial de água da folha. A taxa de perda de vapor de água das folhas depende do gradiente de pressão de vapor e resistência à difusão entre a superfície da folha e a camada limítrofe do ar para com a mesma (THIEN, 1983). Segundo Passos et al.

(1991), estudando a determinação do estado hídrico do coqueiro através do método dendométrico, observou que a maior perda de água ocorre por volta do meio dia. Para a cultura do algodão, além dos caracteres como condutância estomática e atividade fotossintética, tem-se proposto o estudo da transpiração para a seleção de genótipos por tolerância à seca (LOPEZ et al., 1993).



### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 DADOS CLIMÁTICOS

A Figura 3 mostra as médias mensais de precipitação pluviométrica durante o período experimental. Observa-se que, durante o período chuvoso (janeiro a junho de 2005), a pluviosidade média nos três meses que antecederam as avaliações biofísicas (março, abril e maio), foi superior a  $380 \text{ mm mês}^{-1}$ , já no período seco (julho a dezembro), a pluviosidade média não atingiu  $70 \text{ mm mês}^{-1}$ . O índice pluviométrico ocorrido no período seco, pode ter provocado uma situação de estresse hídrico nos genótipos de coqueiro estudados, pois, segundo Frémond et al., (1975), o regime pluvial ideal para a cultura do coqueiro é caracterizado por uma pluviosidade mensal nunca inferior a 130 mm. Um período de três meses, com menos de 50 mm de chuvas por mês é considerado prejudicial ao crescimento e desenvolvimento do coqueiro, com conseqüências negativas na produção até 30 meses após esse período (COOMANS, 1975). As temperaturas máxima, mínima e média foram de:  $33,9^{\circ}\text{C}$ ,  $19,80^{\circ}\text{C}$  e  $26,80^{\circ}\text{C}$ , no período chuvoso; e  $35,40^{\circ}\text{C}$ ,  $19,10^{\circ}\text{C}$  e  $27,20^{\circ}\text{C}$  no período seco (Figura 4), enquanto a variação diurna da umidade relativa do ar foi em média, 83,0% no período chuvoso e 79,5% no período seco daquele ano (Figura 5).

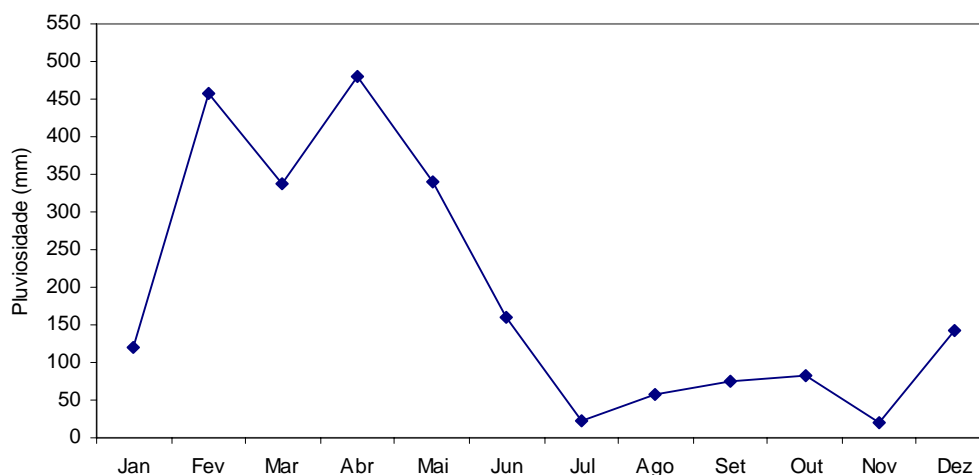


Figura 3: Pluviosidade mensal no período de janeiro a dezembro de 2005, na estação meteorológica da fazenda Sococo no município de Moju, Pará.

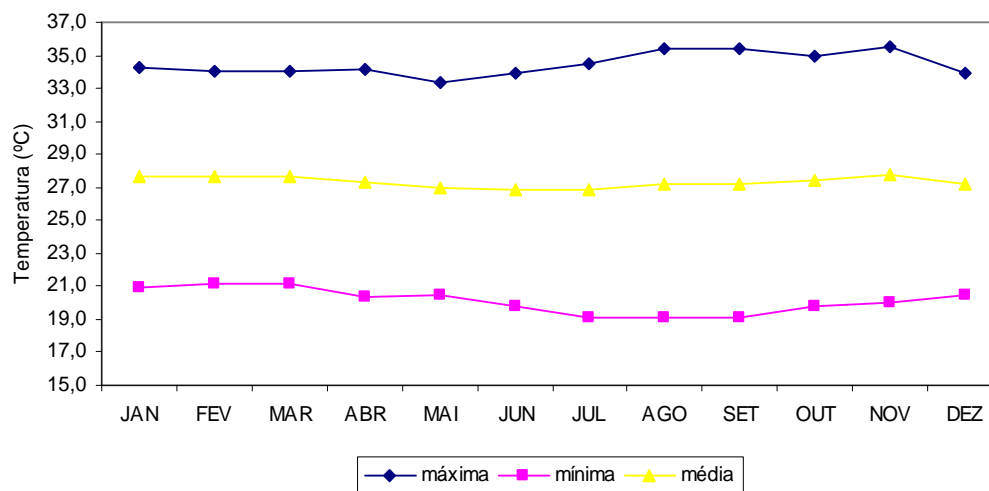


Figura 4: Temperaturas máxima, mínima e média mensal no período de janeiro a dezembro de 2005, na estação meteorológica da fazenda Sococo no município de Moju, Pará.

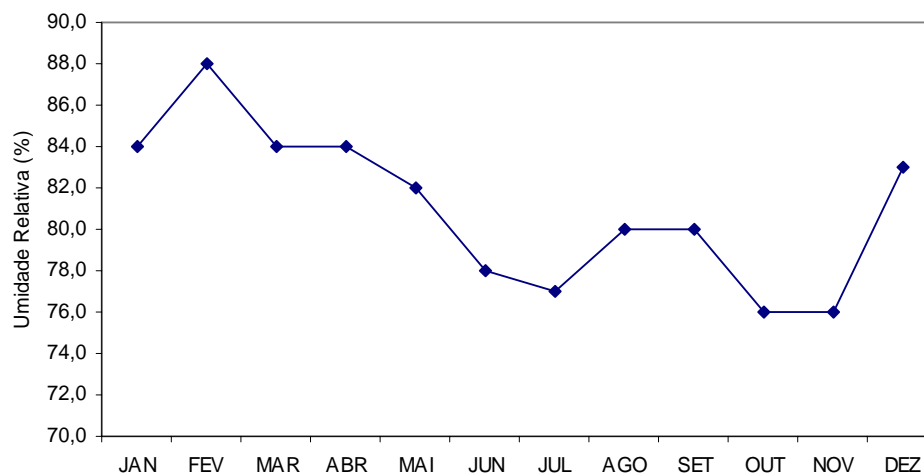


Figura 5: Umidade relativa média mensal no período de janeiro a dezembro de 2005, na estação meteorológica da fazenda Sococo no município de Moju, Pará.

No período histórico climático de 1989 a 2004 do local, obteve-se as seguintes médias: índice pluviométrico  $2.600 \text{ mm ano}^{-1}$ ; temperatura máxima  $33,3^{\circ}\text{C}$ ; temperatura mínima  $21,3^{\circ}\text{C}$ ; temperatura média  $27,3^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa  $80,7\%$ . As figuras 6, 7 e 8 mostram o comparativo dos índices deste período com observações do ano de 2005.

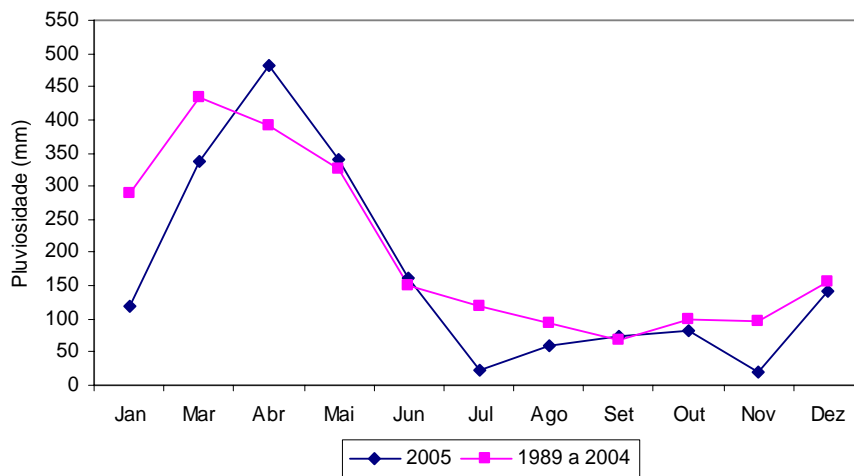


Figura 6: Pluviosidade média mensal no período de 1989 a 2004 e o ano 2005, na estação meteorológica da fazenda Sococo no município de Moju, Pará.

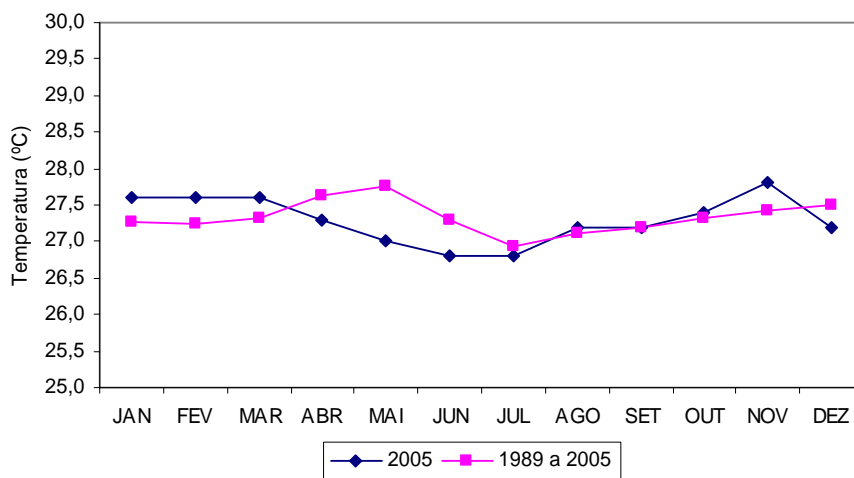


Figura 7: Temperatura média mensal no período de 1989 a 2004 e o ano 2005, na estação meteorológica da fazenda Sococo no município de Moju, Pará.

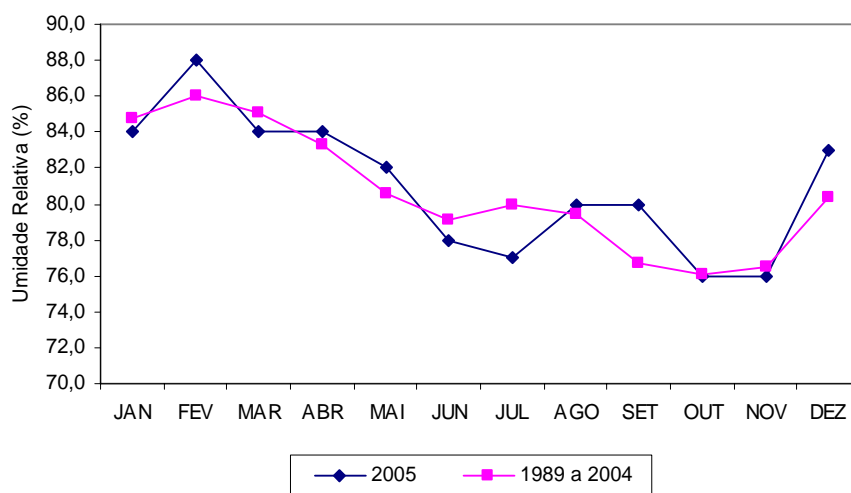


Figura 8: Umidade relativa média mensal no período de 1989 a 2004 e o ano 2005, na estação meteorológica da fazenda Sococo no município de Moju, Pará.

### 3.1.1 Balanço Hídrico do Local

As figuras 9 e 10 mostram os resultados dos balanços hídricos no período de 1989 a 2004 e o ano 2005 respectivamente, apresentando o curso anual do balanço hídrico com ocorrência de excesso de janeiro a junho e déficit de julho a dezembro em ambos períodos. A elevada taxa de evaporação e as características das chuvas na região dos trópicos, merecem atenção especial. Nessa região, a sazonalidade das precipitações pluviométricas concorrem para que haja, em uma época do ano, concentração de grande parte da quantidade de água precipitada, provocando assim excedência hídrica. Já em outra época ocorre uma sensível diminuição das chuvas que associada à elevada disponibilidade de energia que atua no processo evaporativo, limita a oferta de água no solo, influenciando de certo modo, as atividades humanas bem como o crescimento e o desenvolvimento da flora. Portanto, o regime hídrico anual de uma região é caracterizado sazonal. Nem toda a água que ultrapassa a necessidade das plantas constitui excedente hídrico (área azul) podendo ser estocada no solo (área rosa) e utilizada para as plantas a medida as chuvas cessam. Portanto as áreas em azul, verde e rosa demonstram que existe umidade no solo para utilização pela planta por um determinado tempo. O período de deficiência (área vermelha) inicia-se em agosto e vai até dezembro, se caracterizando como um período de estiagem prolongado. Neste período o estoque hídrico do solo é rapidamente esgotado. Observa-se que no ano de 2005 (Figura 10A)

houve um comportamento atípico das chuvas no mês de dezembro que apresentou déficit hídrico diferentemente da média histórica apresentada no período de 1989 a 2004.

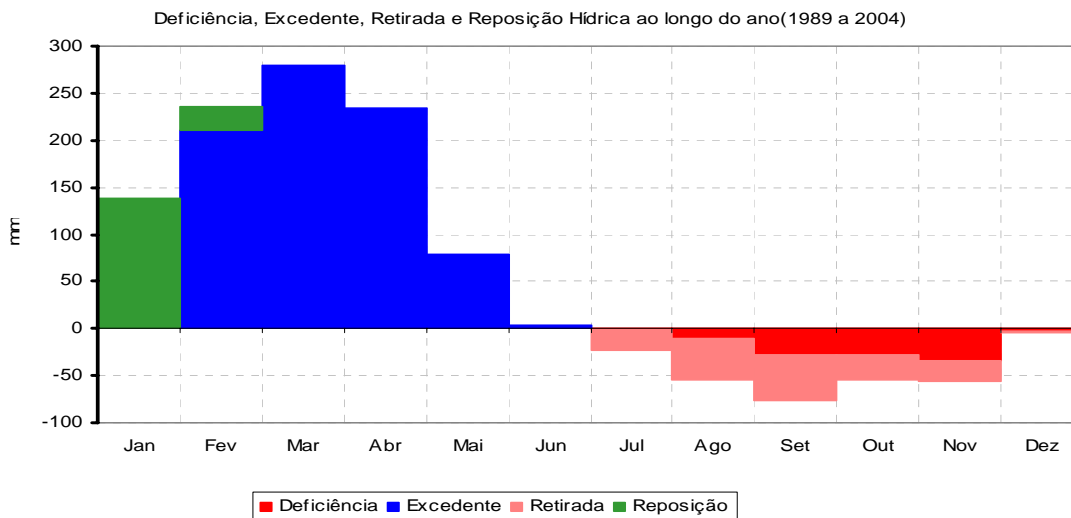


Figura 9A: Balanço hídrico segundo Thornthwaite & Mather, para retenção hídrica de 250 mm no período de 1989 a 2004 com dados da estação meteorológica da fazenda Sococo, município de Moju, Pará.

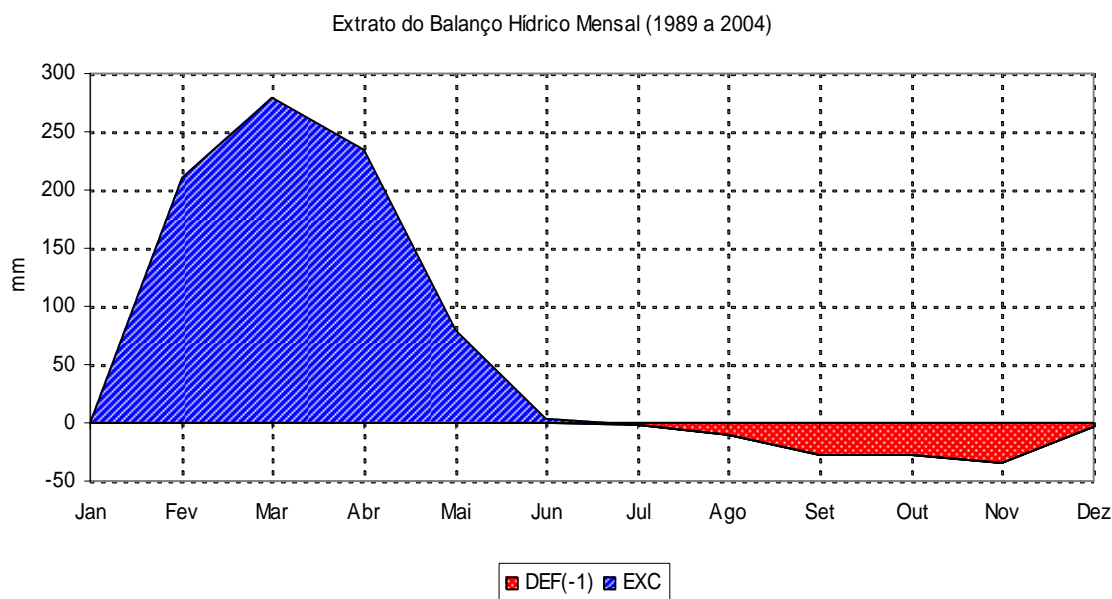


Figura 9B: Balanço hídrico segundo Thornthwaite & Mather, para retenção hídrica de 250 mm no período de 1989 a 2004 com dados da estação meteorológica da fazenda Sococo, município de Moju, Pará.

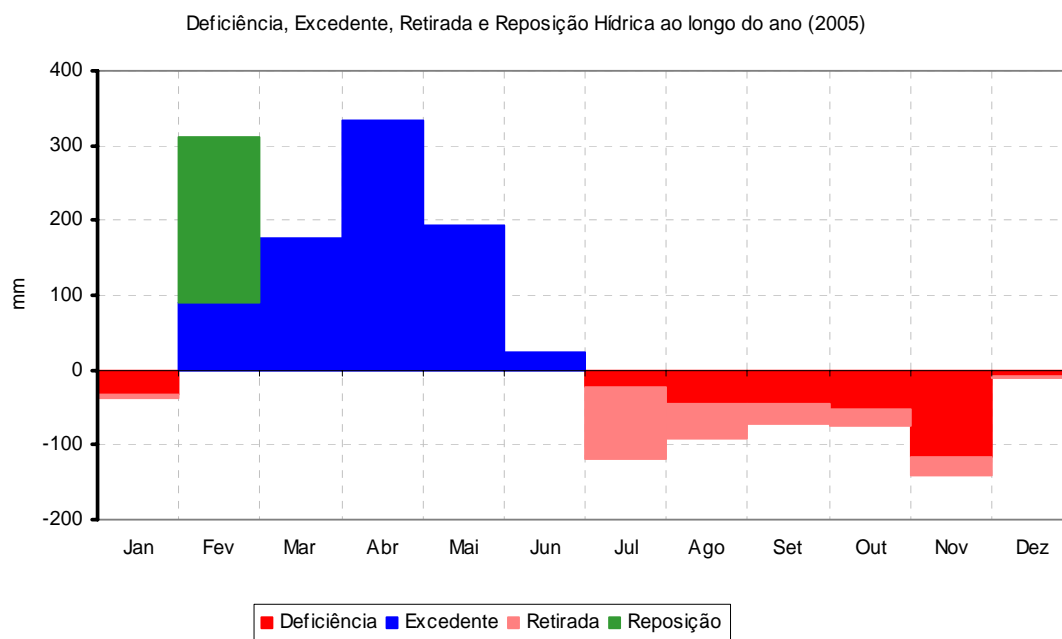


Figura 10A: Balanço hídrico segundo Thornthwaite & Mather, para retenção hídrica de 250 mm no ano de 2005 com dados da estação meteorológica da fazenda Sococo, município de Moju, Pará.

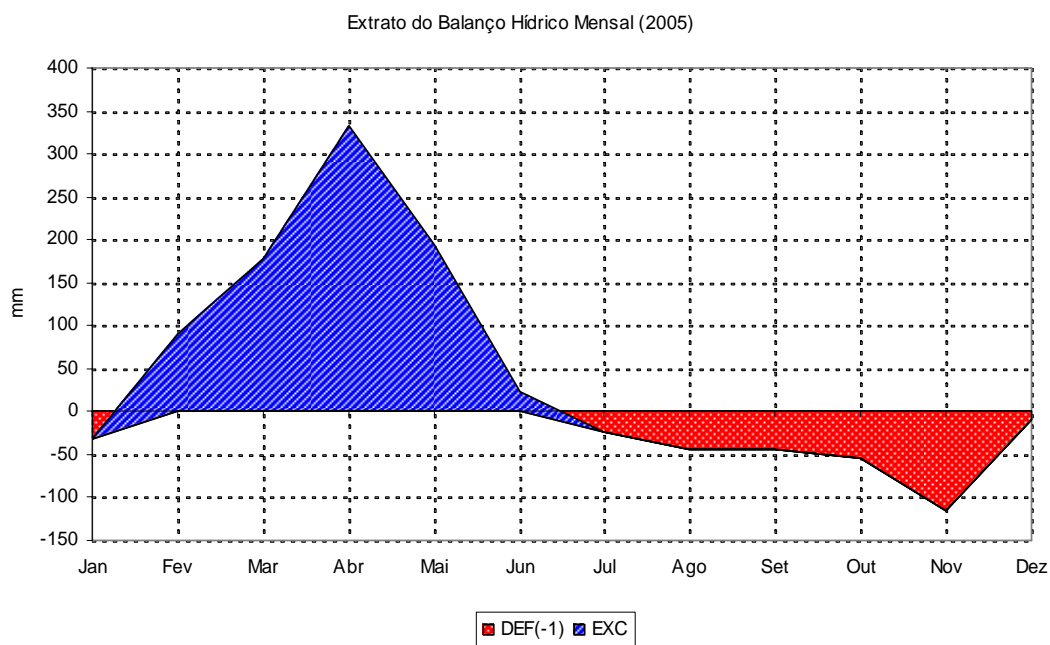


Figura 10B: Balanço hídrico segundo Thornthwaite & Mather, para retenção hídrica de 250 mm no ano de 2005 com dados da estação meteorológica da fazenda Sococo, município de Moju, Pará.

### 3.2 CARACTERIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi realizado em condições de campo em uma área pertencente ao banco de germoplasma da Fazenda Socôco (S 2°07'00", W48°40'10") georeferenciado pelo satélite DATUM SAD-69, com altitude de 27 m acima do nível do mar localizado no município de Moju no Estado do Pará. O clima da área foi classificado segundo Köppen como Af, caracterizado como tropical úmido, apresentando no mês mais seco uma precipitação média maior ou igual a 60 mm e o mês mais frio temperatura média nunca inferior a 18°C. Nesta área 70% das chuvas anuais tem ocorrência no período de janeiro a junho.

### 3.3 MATERIAL VEGETAL

Para a implantação do experimento, foram utilizados sete genótipos de coqueiro de seis anos de idade, os quais foram plantados em espaçamento 8,5 x 8,5 m em triângulo, em solo de classificação textural franco argiloso arenoso tendo sido empregado todos os tratamentos culturais necessários e adubações, estas recomendadas segundo análise de diagnose foliar. A área útil do experimento foi de 1,20 ha, correspondendo a 189 plantas.

Os sete genótipos estudados foram: Anão Vermelho de Gramame (AVG), Anão Amarelo de Gramame (AAG), Anão Verde de Jiqui (AVJ), Anão Verde de Jiqui x Gigante Brasileiro do Rio Grande do Norte (AVJ x GBRN), Anão Vermelho de Gramame x Gigante Brasileiro da Praia do Forte (AVG x GPF), Anão Amarelo de Gramame x Gigante do Oeste Africano (AAG x GOA) e Anão Verde de Jiqui x Gigante do Oeste Africano (AVJ x GOA), os quais são genótipos de anões e híbridos.

As colheitas dos frutos foram realizadas a cada 42 dias, colhendo-se dois cachos por ciclo.

### 3.4 MEDIDAS FENOLÓGICAS

A partir de janeiro de 2005, foram feitas observações e anotações das datas das aberturas das inflorescências de número 10, intervalo de abertura de inflorescência (IAI), número de flores femininas na inflorescência número 10 (NFF), cerca de 86 dias após a

abertura, percentual de fecundação (PF) ( $n^\circ$  de flores fecundadas em relação ao  $n^\circ$  de flores totais x 100) e total de frutos formados no cacho número 14 (FF) em nove plantas por repetição e por genótipo.

### 3.5 VARIÁVEIS ANALISADAS

#### 3.5.1 Conteúdo Relativo de Água (CRA)

Durante a coleta do material para a avaliação do Conteúdo Relativo de Água (CRA), todas as amostras retiradas de duas plantas por genótipo e por repetição, foram mantidas em caixas de isopor, sob gelo, até a retirada dos discos foliares. De cada repetição, foi tomada uma amostra composta de 12 discos foliares, com área de  $2,0 \text{ cm}^2$ . Os discos foram coletados do centro dos folíolos da folha 14, entre 6:30 e 7:30 h da manhã, tendo-se o cuidado de evitar as nervuras. Os discos foram imediatamente pesados para obtenção da massa da matéria fresca (MF) e em seguida, foram submersos em água destilada, para atingirem a saturação hídrica. Após 24 horas, os discos foliares foram retirados da água, rapidamente secos com auxílio de papel absorventes e imediatamente pesados para a determinação da massa túrgida (MT). Posteriormente, obteve-se a massa seca (MS), através da secagem em estufa ( $60^\circ\text{C}$ ) durante 72 horas até atingirem a massa constante. Foram efetuadas duas medições: uma no período chuvoso e outra o período seco.

O CRA foi calculado pela fórmula:  $\text{CRA (\%)} = 100[(\text{MF}-\text{MS})/(\text{MT}-\text{MS})]$ , segundo Marengo (2005).

#### 3.5.2 Área Foliar Específica (AFE)

Para a determinação da Área Foliar Específica (AFE), amostras de discos foliares com área de  $2,0 \text{ cm}^2$  de duas plantas por genótipo e por repetição foram coletadas. Cada amostra foi composta por 12 discos retirados do centro dos folíolos da folha 14. Determinou-se a área foliar (AF,  $\text{m}^2$ ) e a massa seca dos discos foliares (MSd). A determinação da MSd foi obtida após secagem em estufa a  $60^\circ\text{C}$ , por 72 horas até atingir peso constante. Os resultados de MSd foram expressos em Kg. A AFE foi calculada pela seguinte fórmula:  $\text{AFE} = \text{AF}/\text{MSd}$  ( $\text{cm}^{-2} \text{ g}^{-1}$ ) e o resultado final foi transformado para:  $\text{m}^2 \text{ Kg}^{-1}$ .



### 3.5.3 Dados Biofísicos

As medições das trocas gasosas foram realizadas em duas épocas, uma no período chuvoso (junho de 2005) e outra no período seco (setembro de 2005). Os dados foram coletados no período de 9h as 11h30, em folíolos completamente expandidos da folha 14. Para cada medição foram selecionadas duas plantas por genótipo. A taxa fotossintética (**A**), condutância estomática (**g<sub>s</sub>**) e transpiração (**E**) foram obtidas diretamente sob condições ambiente de CO<sub>2</sub> por meio de um analisador portátil de CO<sub>2</sub> a infravermelho (IRGA, modelo LI-6400, Li-cor, inc. Lincoln, NE, EUA). A câmara foliar foi ajustada para trabalhar com uma densidade de fluxo de fótons (PPFD) de 1000  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ .

### 3.5.4 Eficiência do uso da Água

A eficiência do uso da água (EUA) foi obtida dividindo-se a fotossíntese líquida (**A**) pela taxa de transpiração (**E**), de acordo com Larcher (2000). Os resultados foram expressos em  $\mu\text{mol.mmol}^{-1}$ .

## 3.6 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso e os resultados submetidos a análise de variância em esquema fatorial 7 x 2 (genótipos e dois períodos, chuvoso e seco), com três repetições, totalizando 42 unidades experimentais. Cada unidade experimental, para as determinações biofísicas, foi constituída de duas plantas por genótipo e por repetição.

## 3.7 ANÁLISES DE ESTATÍSTICAS

### 3.7.1 Análise de Variância

Os dados para as diferentes variáveis avaliadas entre épocas e para cada genótipo foram testados por análise de variância (ANOVA – GLM) seguida por teste de média

(Tukey). A homogeneidade de variância foi testada para cada análise (Teste de LEVENE), quando necessário os dados foram transformados (logaritmo). O pacote estatístico SYSTAT for Windows versão 11 (Systat Software, Inc., EUA) foi usado para a análise dos dados e confecção dos gráficos.

### 3.7.2 Análise Multivariada

Visando classificar conjuntamente os genótipos quanto à tolerância ao período seco, procedeu-se uma Análise de Fatores (Factor Analysis), empregando-se componentes principais como o método de extração de fatores. Utilizou-se como variáveis os valores médios de redução percentual entre os valores obtidos durante o período chuvoso e seco para a maioria das variáveis avaliadas (i.e.), fotossíntese, condutância estomática, transpiração, eficiência do uso da água, intervalo de abertura entre inflorescências (IAI), número de flores femininas na folha 10 (NFF), percentual de fecundação (PF) frutos formados no cacho 14 (FF) e peso de albumem fresco/coco (PAF). Para a eficiência do uso da água (EUA) apenas os valores referentes ao período seco foram utilizados na análise de fatores. Este resultado foi representado em um gráfico bidimensional dos dois primeiros fatores resultantes da análise.

As similaridades e dissimilaridades entre os genótipos e o desempenho médio relativo destes para cada variável foram representadas graficamente através de uma técnica multivariada (gráfico de raios). Individualmente, para cada genótipo, as variáveis de resposta (fotossíntese, condutância estomática, transpiração, eficiência do uso da água, intervalo de abertura entre inflorescências (IAI), número de flores femininas na folha 10 (NFF), percentual de fecundação (PF) frutos formados no cacho 14 (FF) e peso de albumem fresco/coco (PAF) foram representadas por raios, iniciando na posição “12 horas” e movendo-se no sentido horário). O comprimento de cada raio representa os desvios padrões do valor da variável. Os pontos observados para cada valor foram conectados entre raios consecutivos por uma linha contínua.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 VARIÁVEIS ANALISADAS

#### 4.1.1 Conteúdo Relativo de Água

O Conteúdo Relativo de Água (CRA) dos sete genótipos estudados é apresentado na Figura 11. Observa-se que o CRA foi maior no período seco, quando comparado ao período chuvoso, sendo de 79,44% para AVG, 74,02% para AAG, 79,42% para AVJ, 79,65% para AVJ x GBRN, 83,75% para AVG x GPF, 77,31% para AAG x GOA e 82,82% para AVJ x GOA. Este comportamento pode ter sido decorrente de deficiente redistribuição de fotoassimilados da fonte (folha) para o dreno, principalmente para os frutos, em virtude da necessidade de manter a turgescência celular para fazer frente à demanda evaporativa da atmosfera neste período. Além disso, pode ter havido osmoregulação por meio do acúmulo de compostos osmóticos (açúcares, prolina, ácidos orgânicos, potássio etc.) nos vacúolos celulares permitindo a manutenção da turgescência. Esta hipótese se fundamenta pelo fato de que no período seco há uma menor quantidade de água no fruto.

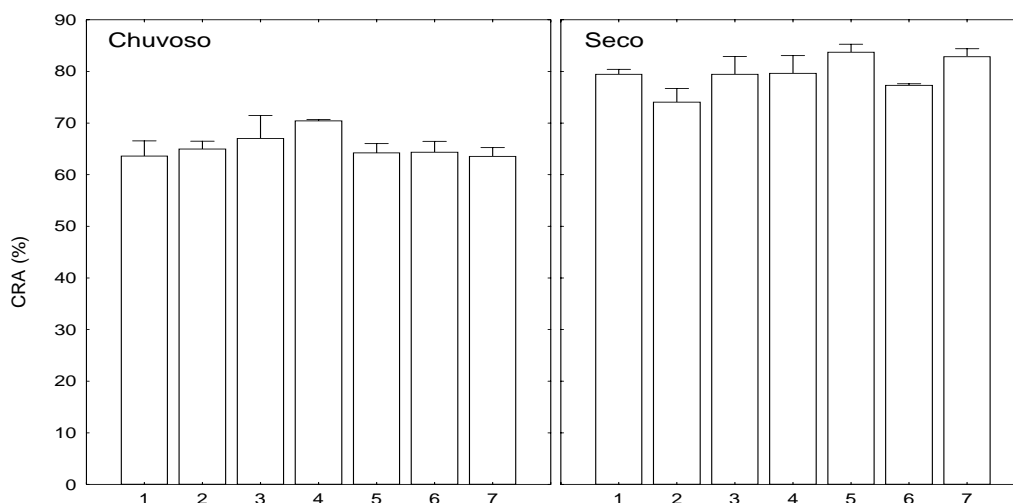


Figura 11: Conteúdo Relativo de Água (CRA) de sete genótipos de coqueiro. AVG (1), AAG (2), AVJ (3), AVJxGBRN (4), AVGxGPF (5), AAGxGOA (6) e AVJxGOA (7) estudados no período chuvoso e no período seco, sob condições de campo em Moju, Pará, 2005. As barras indicam o desvio padrão da média de repetições.

#### 4.1.2 Área Foliar Específica (AFE)

Observa-se que a AFE não sofreu diferenças significativas, entre os períodos e genótipos estudados (Figura 12). Entretanto, o híbrido AVJxGBRN foi o que apresentou maior AFE ( $7,31\text{m}^2.\text{kg}^{-1}$ ) no período seco, quando relacionado com o período chuvoso ( $6,73\text{m}^2.\text{kg}^{-1}$ ). Variações na AFE podem retratar mudanças em diversas características anatômicas, morfológicas e bioquímicas das espécies (LAMBERS; POORTER, 1992) e está relacionado com a espessura da folha. A AFE geralmente é menor em genótipos ou espécies adaptadas a ambientes secos (ABRAMS, 1994). No presente estudo, a AFE não variou significativamente entre os genótipos e épocas do ano, mostrando que o coqueiro é uma planta que se adapta tanto ao período chuvoso quanto ao período seco moderado.

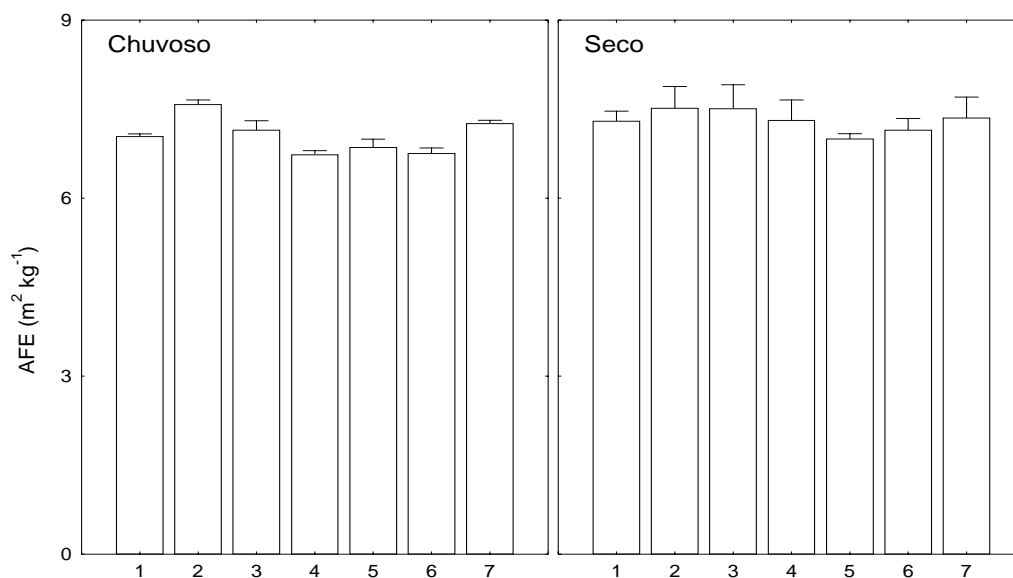


Figura 12: Área foliar específica (AFE) de sete genótipos de coqueiro. AVG (1), AAG (2), AVJ (3), AVJxGBRN (4), AVGxGPF (5), AAGxGOA (6) e AVJxGOA (7) estudados no período chuvoso e no período seco, sob condições de campo em Moju, Pará, 2005. As barras indicam o desvio padrão da média de repetições.

#### 4. 1.3 Variáveis Biofísicas

##### 4.1.3.1 Fotossíntese Líquida

No período seco, houve redução significativa da fotossíntese líquida na maioria dos genótipos estudados (Figura 13), a exceção dos genótipos AAG, AVJxGBRN e AVGxGPF,

nos quais não foi possível detectar diferenças entre os períodos. Para os demais genótipos, a redução percentual da fotossíntese líquida no período seco, teve o seguinte comportamento: foi máxima em AAGxGOA (29,87%), seguidos pelos genótipos AVG (29,09%), AVJ (16,80%) e AVJxGOA (15,38%).

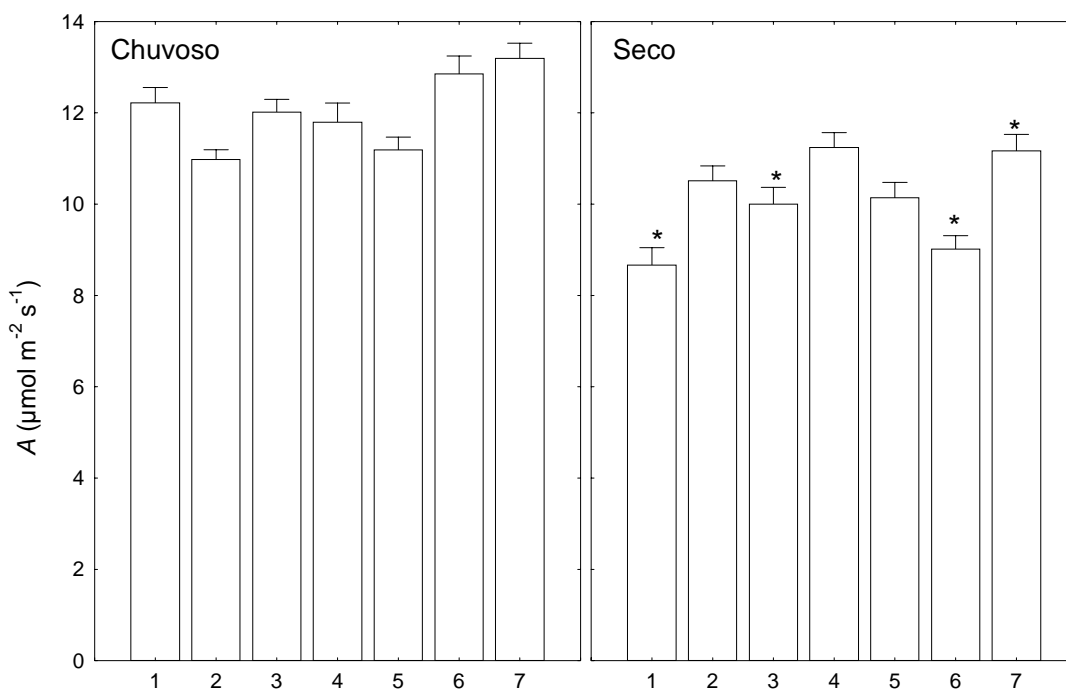


Figura 13: Fotossíntese líquida de sete genótipos de coqueiro. AVG (1), AAG (2), AVJ (3), AVJ x GBRN (4), AVG x GPF (5), AAG x GOA (6) e AVJ x GOA (7) estudados no período chuvoso e período seco Mojú, Pará 2005. O asterisco significa diferença estatística entre os genótipos nos dois períodos (teste de Tukey,  $P < 0.05$ ). As barras indicam o desvio padrão da média de repetições.

#### 4.1.3.2 Condutância Estomática

A Figura 14 mostra os valores médios da condutância estomática ( $g_s$ ) dos sete genótipos de coqueiros estudados nas épocas chuvosa e seca. Observa-se que no período seco a  $g_s$  foi significativamente reduzida em todos os genótipos avaliados. Assim, observou-se reduções de 71,32% para AVG, 57,38% para AAGxGOA, 55,93% para AVGxGPF, 53,62% para AVJxGOA, 52,01% para AAG, 48,75% para AVJ e 35,48% para AVJxGBRN, este genótipo manteve a  $g_s$  mais elevada no período seco, esta resposta indica menor controle da transpiração sob condições de menor disponibilidade de água. Este mesmo comportamento de

$g_s$  foi encontrado por Passos et al., (2005), quando estudando o comportamento sazonal do potencial hídrico e das trocas gasosas de quatro variedades de coqueiro-anão nas condições ecológicas de Ilha das flores, no estado de Sergipe.

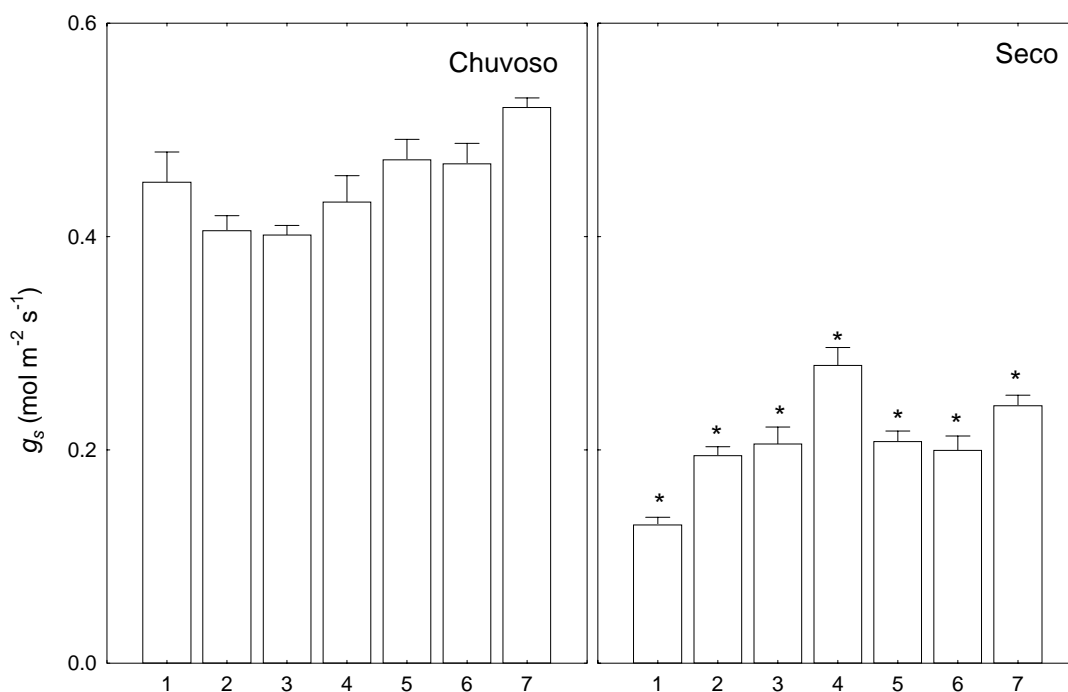


Figura 14: Condutância estomática de sete genótipos de coqueiro. AVG (1), AAG (2), AVJ (3), AVJ x GBRN (4), AVG x GPF (5), AAG x GOA (6) e AVJ x GOA (7) estudados no período chuvoso e período seco Moju, Pará 2005. O asterisco (\*) significa diferença estatística entre os genótipos nos dois períodos (teste de Tukey,  $P < 0.05$ ). As barras indicam o desvio padrão da média de repetições.

#### 4.1.3.3 Transpiração

Seguindo o mesmo padrão da condutância estomática, a transpiração foi significativamente reduzida no período seco em todos os genótipos estudados. A redução percentual da transpiração, no período seco foi de 49,21% para AVG, 41,77% para AVJxGPF, 40,38% para AAG, 37,98% para AAGxGOA, 30,02% para AVJ, 28,67% para AVJxGOA e 10,35% para AVJxGBRN, este genótipo teve o menor controle da transpiração em função de uma maior condutância estomática (Figura 14).

Observa-se que, no presente estudo houve uma estreita relação entre a transpiração (Figura 15) e a condutância estomática (Figura 14). Vários estudos têm demonstrado que o

défice hídrico do solo é capaz de diminuir de forma significativa a capacidade fotossintética em plantas sensíveis a esse estresse (PRADO et al., 2001). Essa redução na taxa fotossintética em plantas tem sido atribuída, principalmente, à diminuição da condutância estomática (NI; PLLARDY, 1992), o que foi confirmado neste trabalho, onde foi observado redução da condutância estomática e da fotossíntese líquida em todos os genótipos de coqueiro estudados no período seco quando comparados com o período chuvoso. Os maiores decréscimos da condutância estomática ocorreram nos genótipos AVG (71,32%) e AAGxGOA (57,38%) os quais apresentaram também as maiores reduções de fotossíntese líquida, cujos valores foram de 29,87% AAGxGOA e 29,09% (AVG). Além disso, o mesmo comportamento foi observado para a taxa de transpiração, onde se verificou que a redução da  $g_s$  acarretou na diminuição da transpiração (Figura 15), sendo que os maiores decréscimos ocorreram nos genótipos que tiveram as maiores reduções da  $g_s$ , portanto, 49,21% para AVG e 41,77% para AVGxGPF.

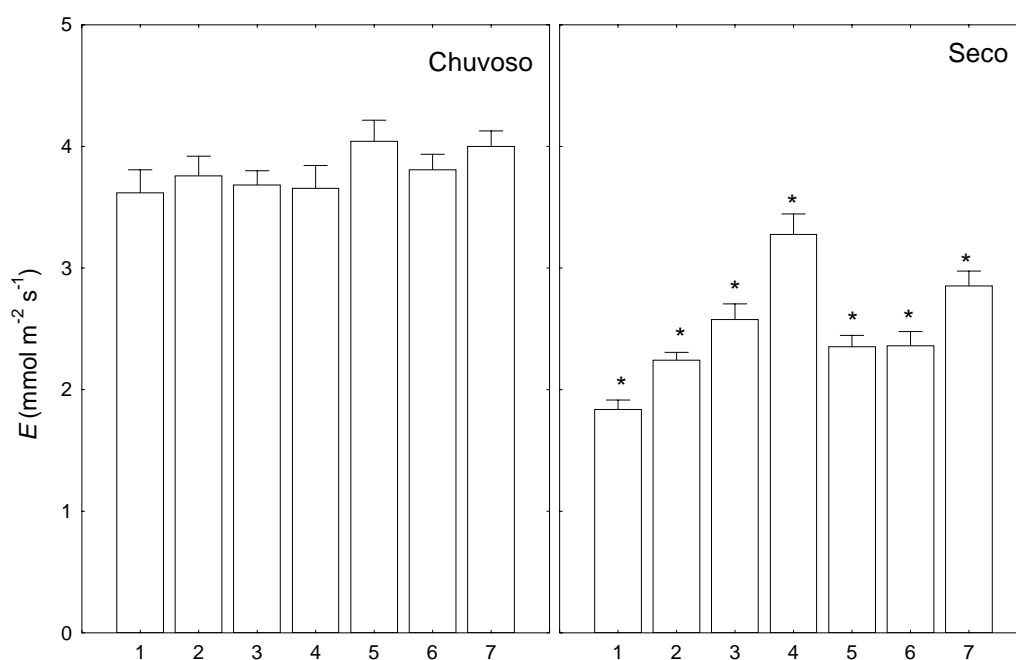


Figura 15: Transpiração de sete genótipos de coqueiro. AVG (1), AAG (2), AVJ (3), AVJ x GBRN (4), AVG x GPF (5), AAG x GOA (6) e AVJ x GOA (7) estudados no período chuvoso e período seco Moju, Pará 2005. O asterisco (\*) significa diferença estatística entre os genótipos nos dois períodos (teste de Tukey,  $P < 0.05$ ). As barras indicam o desvio padrão da média de repetições.

#### 4.1.3.4 Eficiência no Uso da Água (EUA)

A Eficiência no Uso da Água (EUA) é de grande importância para a sobrevivência em condições de baixa disponibilidade hídrica e, segundo Passioura (1986), o rendimento de uma cultura é proporcional ao volume de água transpirada durante o ciclo multiplicado pela EUA e pelo índice de colheita, sendo esta uma variável indicadora da adaptação à falta de água. A absorção contínua de água é essencial ao crescimento e desenvolvimento vegetal, pois a maioria das plantas em clima tropical, chega a perder mais do que seu próprio peso em água, por dia, em certas condições. Portanto, a absorção e uso da água têm grande importância principalmente em regiões de clima tropical. Observa-se na Figura 16 que, no período seco, a EUA foi maior, para todos os genótipos estudados, no entanto, somente os genótipos AAG e AVGxGPF apresentaram diferenças significativas com relação ao período chuvoso.

Valores menores ou similares de transpiração e valores muito inferiores de condutância estomática sob déficits de pressão de vapor d'água na atmosfera, como o que ocorreu no período seco, somente podem ocorrer com uma menor abertura do poro estomático e isso certamente aconteceu, no período seco, em diferentes intensidades em todos os genótipos estudados (Figuras 14 e 15).

Como a redução da transpiração foi proporcionalmente maior que a da fotossíntese líquida, ocorreu aumento dos valores da EUA em todos os genótipos estudados no período seco (Figura 16). No período chuvoso, não foi possível observar diferenças significativas na EUA entre os genótipos estudados, o que está de acordo com os resultados obtidos por Prado et al., (2001), durante o ano, que comparou seis variedades de coqueiro-gigante em sequeiro.



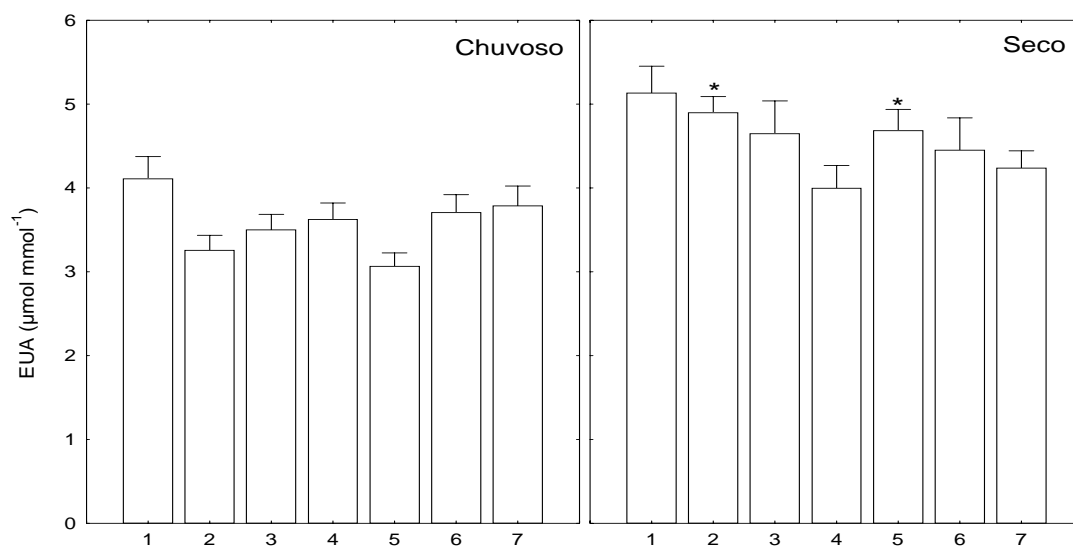


Figura 16: Eficiência do Uso da Água (EUA) de sete genótipos de coqueiro. AVG (1), AAG (2), AVJ (3), AVJ x GBRN (4), AVG x GPF (5), AAG x GOA (6) e AVJ x GOA (7) estudados no período chuvoso e período seco Moju, Pará 2005. O asterisco (\*) significa diferença estatística entre os genótipos nos dois períodos (teste de Tukey,  $P < 0.05$ ). As barras indicam o desvio padrão da média de repetições.

#### 4.1.4 Variáveis Fenológicas

##### 4.1.4.1 Intervalo de abertura de inflorescências (IAI)

A diferença no intervalo de abertura de inflorescência (IAI) dos genótipos estudados no período seco com relação ao período chuvoso não foi significativa (Figura 17), no entanto, o intervalo de abertura nos genótipos anão foi maior no período chuvoso e teve a seguinte ordem: AVG (21 dias no período chuvoso e seco); AAG (21 dias no período chuvoso e 19 no período seco); AVJ (23 dias no período chuvoso e 20 dias no período seco). Já nos Híbridos a exceção do AVJxGBRN (22 dias no período chuvoso e 21 dias no período seco), o intervalo de emissão foi maior no período seco: AVGxGPF (22 dias no período chuvoso e 23 no período seco); AAG x GOA (20 dias no período chuvoso e 22 dias no período seco) e AVJxGOA (21 dias no período chuvoso e 22 dias no período seco). Fontenelle; Aragão, (1998), estudando o intervalo de abertura entre inflorescências de coqueiro gigante e anão, verificaram a variação de 19,5 a 24,5 dias com média de 21,4 dias na estação seca para a variedade gigante e 24 dias na estação chuvosa e 18,5 dias na estação seca para a variedade anão.

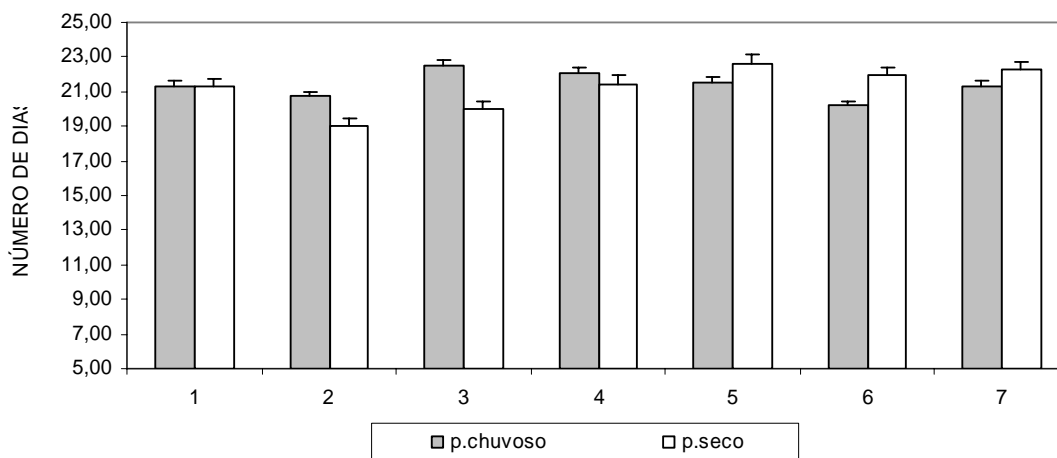


Figura 17: Intervalo de abertura de inflorescências (IAI) de genótipos de coqueiro. AVG (1), AAG (2), AVJ (3), AVJ x GBRN (4), AVG x GPF (5), AAG x GOA (6) e AVJ x GOA (7) estudados no período chuvoso e período seco Moju, Pará 2005. As barras indicam o desvio padrão da média de repetições.

#### 4.1.4.2 Número de flores femininas na inflorescência 10 (NFF)

Com relação à quantidade de flores femininas contabilizadas quando da abertura das inflorescências nº 10 (Figura 18), observou-se que no período seco o genótipo AVJ apresentou o maior nº de flores femininas (45,21) diferindo significativamente dos demais. O contrário foi observado para o genótipo AVJxGOA, em que o maior nº de flores femininas (33,05) foi observado no período chuvoso. Os demais genótipos apresentaram produção de flores femininas praticamente iguais nos dois períodos estudados.

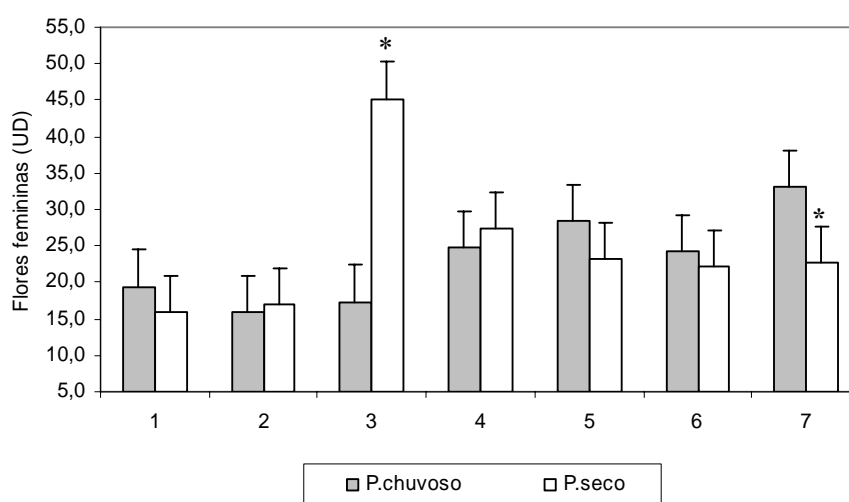


Figura 18: Nº de flores femininas na inflorescência nº 10 (NFF) de genótipos de coqueiro. AVG (1), AAG (2), AVJ (3), AVJ x GBRN (4), AVG x GPF (5), AAG x GOA (6) e AVJ x GOA (7) estudados no período chuvoso e período seco Moju, Pará 2005. O asterisco significa diferença estatística entre genótipos nos dois períodos (teste de Tukey,  $P < 0.05$ ). As barras indicam o desvio padrão da média de repetições.

#### 4.1.4.3 Percentual de fecundação (PF)

A Figura 19 mostra que não houve diferença significativa no PF apresentado no cacho 14 nos dois períodos estudados. Observa-se, no entanto, que tal percentual foi menor nos genótipos híbridos que tiveram o seguinte comportamento no período seco quando comparados com o período chuvoso: 37,20% para AVJxGOA; 34,63% para AVJxGBRN; 33,85% para AAGxGOA e 33,04% para AVGxGPF. Os genótipos anões com exceção do AVJ que teve o percentual de germinação maior no período chuvoso (39,21%), tiveram os maiores percentuais de fecundação com relação ao demais genótipos no período seco, mostrados na seguinte ordem: 50,40% para AAG e 39,32% para AVG.

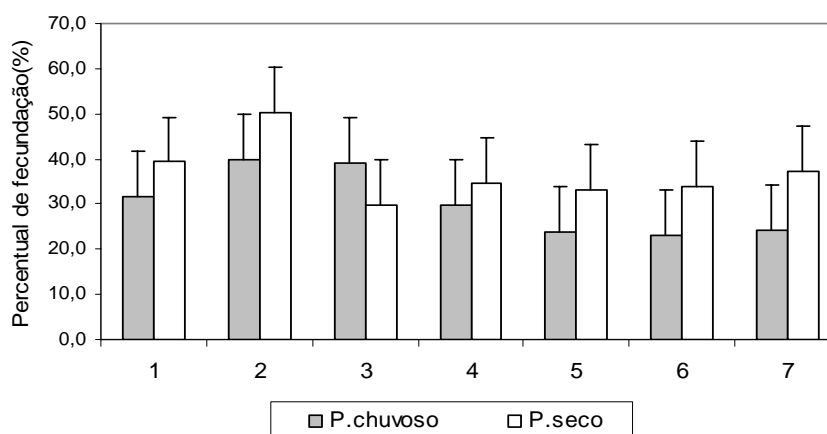


Figura 19: Percentual de fecundação de genótipos de coqueiro. AVG (1), AAG (2), AVJ (3), AVJ x GBRN (4), AVG x GPF (5), AAG x GOA (6) e AVJ x GOA (7) estudados no período chuvoso e período seco Moju, Pará 2005. As barras indicam o desvio padrão da média de repetições.

#### 4.1.4.4 Frutos formados no cacho 14 (FF)

O período seco proporcionou uma maior quantidade de frutos fecundados em todos os genótipos estudados com relação ao período chuvoso (Figura 20), entretanto, apenas o genótipo anão AVJ com 10,25 frutos por cacho (Apêndice 1) no período seco, foi aquele que apresentou maior incremento (52,09%), quando comparado com o período chuvoso (6,75 frutos por cacho), diferindo significativamente dos demais, com os seguintes percentuais em ordem decrescente de aumento: 30,17% para AAG; 25,98% para AVJxGRGN; 18,89% para AAGxGOA; 14,58%AVGxGPF; 10,72% para AVJxGOA e 10,59% para AVG .

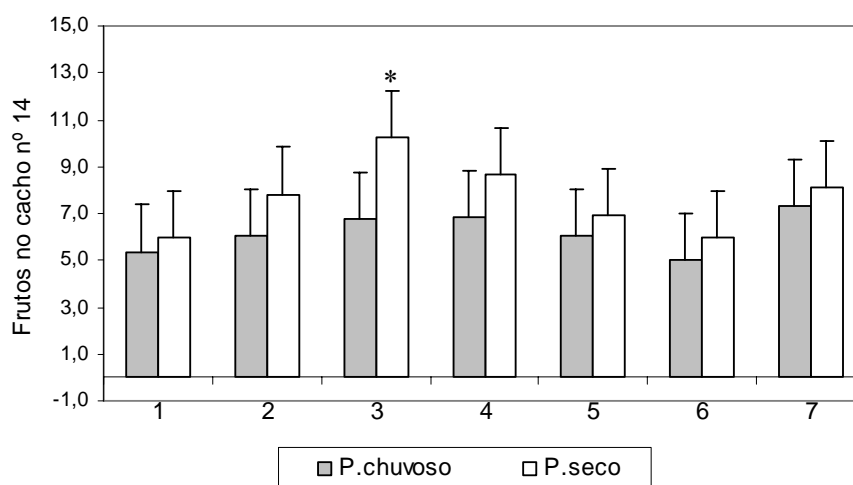


Figura 20: Frutos formados no cacho 14 de genótipos de coqueiro. AVG (1), AAG (2), AVJ (3), AVJ x GBRN (4), AVG x GPF (5), AAG x GOA (6) e AVJ x GOA (7) estudados no período chuvoso e período seco Moju, Pará 2005. O asterisco significa diferença estatística entre o genótipo nos dois períodos (teste de Tukey,  $P < 0.05$ ). As barras indicam o desvio padrão da média de repetições.

#### 4.1.5 Variável de Produção

##### 4.1.5.1 Peso de Albumem Fresco (PAF)

Não houve diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, e nem correlação no peso de albumem fresco dos genótipos de coqueiro no período seco quando comparados ao período chuvoso, então, optou-se trabalhar com os valores médios dos dois períodos. É importante observar com relação ao peso de albumem fresco (PAF) (Figura 21) que, durante os períodos de avaliação, houve um comportamento grupal dos genótipos. Os grupos formados pelos genótipos híbridos (AVJxGBRN, AVGxGPF, AAGxGOA e AVJxGOA) apresentaram PAF estatisticamente superiores àqueles formados pelo grupo dos genótipos anões (AVG, AAG e AVJ). Embora no grupo formado pelos genótipos anões (AVG, AAG e AVJ) não tenha ocorrido diferença significativa entre eles, o genótipo AVG apresentou maior PAF (310,16 gcoco<sup>-1</sup>), seguido do AVJ (285,80 gcoco<sup>-1</sup>). No grupo formado pelos híbridos também não houve diferença significativa entre genótipos, entretanto, AAGxGOA foi o que apresentou o maior PAF (393,81 gcoco<sup>-1</sup>), seguido de AVJxGBRN (384,76 gcoco<sup>-1</sup>).

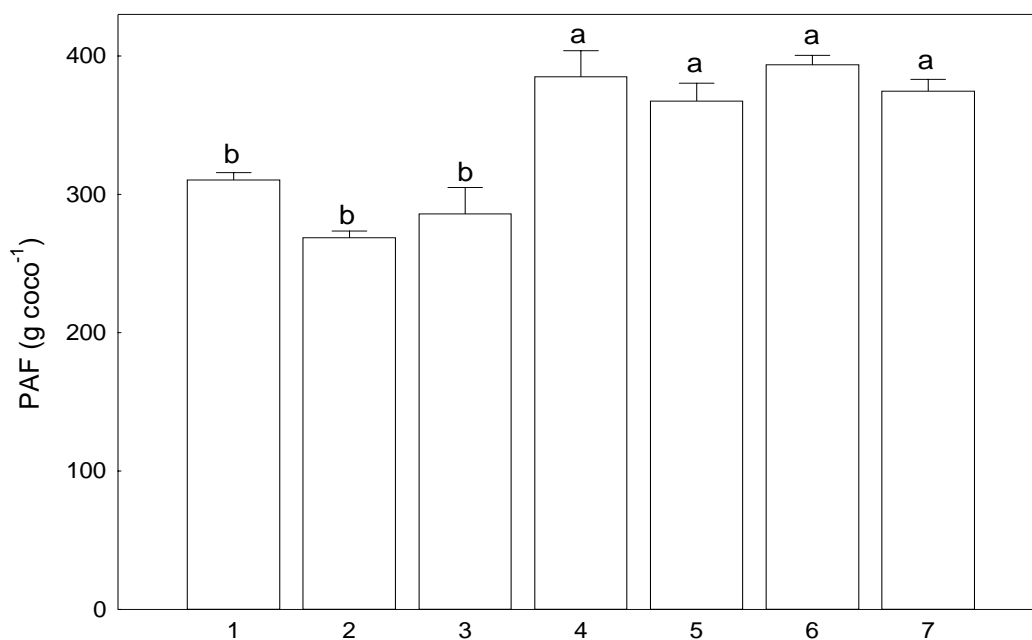


Figura 21: Peso de albumem fresco de genótipos de coqueiro. AVG (1), AAG (2), AVJ (3), AVJ x GBRN (4), AVG x GPF (5), AAG x GOA (6) e AVJ x GOA (7) independente do período estudado, Moju, Pará 2005. As barras indicam o desvio padrão da média de repetições.

## 4.2 CLASSIFICAÇÃO DOS GENÓTIPOS

O gráfico gerado pela análise de fatores (Figura 22) mostra a classificação dos genótipos em dois grupos distintos: Os genótipos AVG (1); AVG x GPF (5); AAG x GOA (6) e AVJ x GOA (7), constituem o grupo um, e apresentam-se isolados dos demais, sendo classificados como os mais sensíveis ao período seco. No grupo dois, tem-se os genótipos AVJ (3), AVJ x GBRN (4) e o AAG (2) que se destacam dos demais genótipos e podem ser classificados como os mais tolerantes ao período seco.

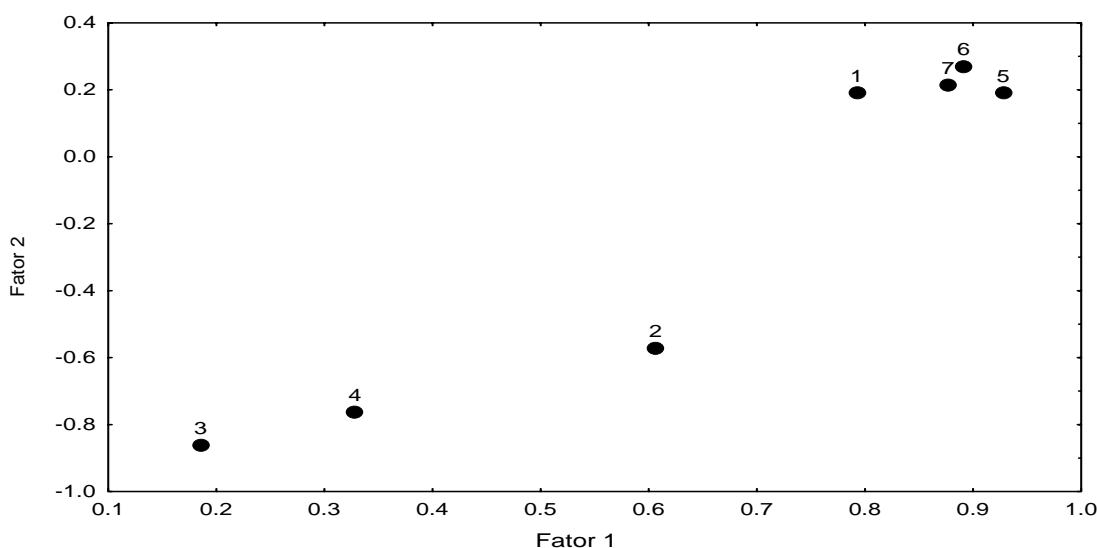


Figura 22: Desempenho de sete genótipos de coqueiro. AVG (1), AAG (2), AVJ (3), AVJ x GBRN (4), AVG x GPF (5), AAG x GOA (6) e AVJ x GOA (7) estudados no período chuvoso e período seco Moju, Pará 2005, classificados por grupos de fatores com base na análise de fatores (factor analysis).

A Figura 23 mostra o gráfico de raios que representa a variabilidade entre os genótipos de coqueiro avaliados com relação às respostas à tolerância ao período seco. Comparativamente, o genótipo AAG (2); AVJ (3) e AVJxGBRN (4), apresentaram desempenho satisfatório para a maioria das variáveis medidas, o que levou a serem considerados os de maior tolerância quando comparados com os demais genótipos estudados (Figura 22). Em contrapartida, os genótipos AVGxGPF (5); AAGxGOA (6) e AVJxGOA (7), apresentaram desempenho satisfatório para algumas das variáveis medidas, por exemplo, EUA, Fotossíntese e Condutância Estomática.

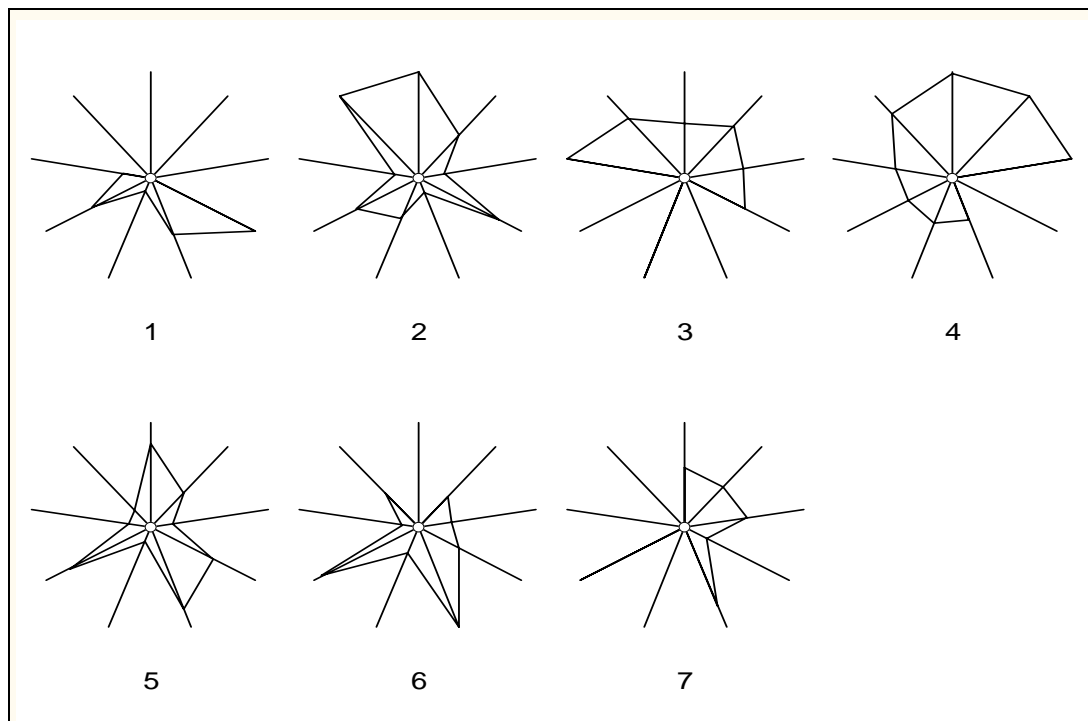


Figura 23. Desempenho de sete genótipos de coqueiro. AVG (1), AAG (2), AVJ (3), AVJ x GBRN (4), AVG x GPF (5), AAG x GOA (6) e AVJ x GOA (7) estudados no período chuvoso e período seco Mojú, Pará 2005. Iniciando na posição de 12 horas e no sentido horário, cada raio representa as seguintes variáveis: fotossíntese (A), condutância estomática ( $g_s$ ), transpiração (E), eficiência do uso da água (EUA), intervalo de abertura entre inflorescências (IAI), número de flores femininas na folha nº 10 (NFF), percentual de fecundação (PF), frutos no cacho nº 14 (FF) e peso de albumem fresco (PAF).

## 5 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho permitem concluir que:

Todos os genótipos estudados, durante o período seco, diminuem significativamente a condutância estomática e a transpiração;

A taxa fotossintética de todos os genótipos estudados reduz no período seco;

O Conteúdo Relativo de Água (CRA) e a Eficiência do Uso da Água (UEA) foram maior no período seco em todos os genótipos estudados;

De todos os genótipos estudados o híbrido AAGxGOA apresenta maior Peso de Albúmem Fresco (PAF) independente do período estudado;

Os genótipos AAG, AVJ, e AVJ x GBRN foram classificados como os mais tolerantes ao período seco, enquanto AVG, AVGxGPF, AAGxGOA e AVJxGOA foram classificados como os menos tolerantes.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAMS, M.D. Genotypic and phenotypic variation a stress adaptations in temperate tree species: a review of several of several case studies. **Tree Physiology**. v.14, p.833-842, 1994.
- AGRIOS, G.N. **Plant pathology**. 4. ed. San Diego: California Academic Press, 1997. 635 p.
- ARAGÃO, W.M.; SIQUEIRA, E.R.; RIBEIRO, F.E.; TUPINAMBÁ, E.A. **Melhoramento do coqueiro variedades e híbridos**. In: SÃO JOSÉ, A.R.; SOUZA, I.V.B.; MOURA, J.I.L.; REBOUÇAS, T.N.H. Coco produção e mercado. Vitória da Conquista – BA: Universidade Estadual do Sudeste da Bahia, Depto. De Fitotecnia e Zootecnia, p.44-68, 1999.
- ARAGÃO, W.M.; TUPINAMBÁ, E.A.; ÂNGELO, P.C.S.; RIBEIRO, F.E. Seleção de cultivares de coqueiro para diferentes ecossistemas do Brasil. In: Recursos Genéticos e melhoramento de plantas para o nordeste brasileiro. EMBRAPA/CPATSA, 1999.
- ARAGÃO, W.M et al. Fruto do coqueiro para consumo natural. In: ARAGÃO, W.M (Ed.) **Coco** pos-colheita. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002. 79p. il.; (Frutas do Brasil; 29).
- BALICK, M ,J. **Jessenia and oeneocarpus**: neotropical oil palms worthy of domestication. Rome: FAO 1988. 191p.
- BEGG, U.; TURNER, N. Crop water déficitis. **Advances in agronomy**, v. 28, p.161-207, 1976.
- BENINCASA, M.M.P.; BENINCASA, I.C.L. 2002 Fisiologia vegetal Fundação de Estudos e Pesquisas em Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia – Funep, Jaboticabal, 169p.: il.
- BLAD, B.L: Atmospheric demand of. water. In: TEARE, I.D.; PEET, M.M. (Ed.). **Crop-water relations**. New York: John Wiley, 1983. p.1-44.
- BOOM, B. M. The Chácobo Indians and their palms. **Principes** v.32 n.2, p. 47-54, 1986.
- CAVALCANTE, P. B. **Frutas comestíveis da Amazônia**. 5ª ed. Belém: CEJUP/Museu Paraense Emílio Goeldi, 1991. 279p.
- CINTRA, F.L.D.C.; LEAL, M de L. da S.; PASSOS, E.E.M. **Avaliação e distribuição do sistema radicular de coqueiros-anões**. Aracaju: Embrapa-CNPCo, 1992. 8p. (Comunicado Técnico, 36).
- COOMANS, P. Influence des facteurs climatiques sur lês fluctuations saisonnières et annuelles de la producton du cocotier. **Oléagineux**, Paris. v.30 n.4, p.153-159, 1975.
- CORLEY, R.H.V. Midday closure of stomata in the oil palm in Malaysia. M.A.R.D.I. Research Bull. v.1,n.2, p.1-4, 1973.

CUENCA, M.A.G. Importância econômica do coqueiro, In: FERREIRA, J.M.S., WARWICK, D.R.N., SIQUEIRA, L.A. **A cultura do coqueiro no Brasil**. Aracajú: EMBRAPA-SPI, p.17-56, 1998.

FERREIRA, J.M.S.; WARWICK, D.R.N.; SIQUEIRA, A.L. **A cultura do coqueiro no Brasil**. Brasília: Embrapa, CPATC, 1998. 292p.

FERREIRA, J.M.S.; MICHEREFF FILHO, M.; LINS, P.M.P. Monitoramento fitossanitário da plantação de coqueiro. In: FERREIRA, J.M.S.; MICHEREFF FILHO, M. (Ed.) **Produção integrada de coco: práticas fitossanitárias**. Aracaju, Embrapa, CPATC, 2002, p.11-35.

FONTENELLE, A.C.F.; ARAGÃO, W.M. **Caracterização morfológica reprodutiva do coqueiro gigante (Cocos nucifera L. var. Typica) em condições de sequeiro**. Aracajú: Embrapa-CPATC, 1998. 3p. . (Embrapa, pesquisa em andamento, 43).

FONTES, H.R.; LEAL, M. de L. da S. **Efeito da irrigação, cobertura morta e entalhe da semente, sobre germinação de coqueiro gigante do Brasil**. Aracaju: Embrapa-CNPCo. 1994. 7p. (Comunicado Técnico, 5).

FREMOND, Y.; ZILLER, R.; NUCÉ de LAMOTHE, M. **El cocotero: técnicas agrícolas y producciones tropicales**, Barcelona: Editorial Blune, 1975. 236p.

FREMOND, Y.; ZILLER, R.; NUCÉ de LAMOTHE, M. De. **Le cocotier**. Paris: Maisonneuve & Larose, 1966. 267p.

IRHO. Coconut – water supply and drought tolerance. **Oléagineux**. v.47, n.6, p.334-337, 1982.

JAYASEKARA, M.; JAYASEKARA, C. Efficiency of water use in coconut under different soil/plant management systems. In: NAIR, M.; KHAN, H.H.; GOPALASUNDARM, P.; BHASKAARARAO, E.V.V. ed. **Advances in coconut research and development**. New Delhi: ISOCRAD, 1993. 427p.

KERBAUY, Gilberto Barbante. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 63p.

KLAR, A. E. **A água no sistema solo-planta-atmosfera**. 2. ed. rev. São Paulo: Nobel, 1988. 488p.

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

KRAMER, P.J.; KOZLOWSKI. T.T. **Fisiologia das árvores**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian. 1960. 745p.

KITZKE, E. D.; JOHNSON, D. Commercial palm products other than oils, **Principes** v.19, n.1, p.3-26, 1975.

LAMBERS, H; POORTER, H. Inherent variation in growth rate between higher plants: a search for physiological cause and ecological consequences. **Advances in Ecological Research**, San Diego, v. 23, p.187-261. 1992.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000.

LLERAS, E. Conservação de recursos genéticos florestais. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSENCIAS NATURAIS, 2., 1992, São Paulo, **Anais...**, São Paulo: Unipress, 1992, p.1179 – 1184.

LOPEZ, J.M.; LEIDI, E.O.; LOPEZ, M.; & GUTIERREZ, J.C. Fotossíntesis, condutância estomática, eficiência em el uso del água e temperatura foliar de cultivares de algodón em respuesta al estres hídrico. **Investigación agrária: producción y protección vegetales**, v.8, n.1, p.17-27, 1993.

LEHNINGER, A.L.; COX, M.M. **Princípios de bioquímica**. 2. ed. São Paulo: Sarvier, 1995. 839p.

MARENCO, R. A, **Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. Viçosa - UFV, 2005, p. 219-223.

MAHINDAPALA, R.; PINTO, J.L.J.G. **Coconut cultivation**. Lunuwila: Coconut Research Institute, 1991. 162p.

MEIJIA, C. K. Utilization of palms in eleven mestizo villages of the Peruvian amazon (ucayali river, department of Loreto). **Advances in Economic Botany**, v.6: p.130-136, 1988.

NI, B.: PALLARDY, S.G. Stomatal and non stomatal limitation to net photosynthesis in seedings of wood angiosperms. **Plant Physiology**, 1992. v.99: p.1502-1508.

NUCÉ de LAMOÛTE, M. de.; WUIDART, W. L. Observation des caractéristique de développement végétatif, de florasion et de production chez lê cocotier. **Oleagineux**, Montpellier, v. 36, n.6, p. 291-297, 1981.

NUNES, M.A.L. **Comportamento ecofisiológico e fitopatológico de bananeiras (*Musa spp*) em solo artificialmente infestado com *Fusarium oxysporum f.sp. cubense* (E.F. Smith) Sn. & Hansen**. 2000. 184p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2000.

OCHS R.; DANIEL C. Research on techniques adapted to dry regions. In: CORLEY; HARDON; WOODS (Ed.). Oil palm research. Amsterdam: Elsevier, 1976. Cap. 23, p.315-329.

♀

OCHS R., – Recherches de pédologie et de physiologie pour l'étude du probleme de l'eau dans la culture du palmier à huile. **Oléagineux**, Montpellier, v.18 n.4, p. 231-238, 1963.

OHLER, J.G. Coconut, tree of life. Rome: **FAO**. Plant Production and Protection Paper, 57, 1984. 446p.

OLIVEIRA J. et al. Espécies vegetais produtoras de fibras utilizadas por comunidades amazônicas. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, ser. Bot. v.7,n.2, p. 393-428, 1991.

PASSOS, E.E.M. Ecofisiologia do coqueiro. In: FERREIRA, J.M.S; WARWICK, D.R.N; SIQUEIRA, L.A. A cultura do coqueiro no Brasil. Brasília: Embrapa SPI, 1998. p.65-72.

PASSOS, E.E.M. **Impacto sofrido pelo coqueiro após plantio definitivo: mudas com raízes nuas e em sacos plásticos**. Aracaju: Embrapa –CNPCo., 1989. 8p.

\_\_\_\_\_; SILVA, J.V. Fonctionnement des stomates de cocotier (*Cocos nucifera* L.) au champ. **Canadian Journal of Botany**, v.68, p.223-226, 1990.

PASSOS, E.E.M.; SILVA, J. V. Détermination de l'état hydrique du cocotier par lê méthode dendrométrique. **Oléagineux**, Montpellier, v.46 n. 6, p.233-237, 1991.

\_\_\_\_\_ et al. Condutância estomática, potencial hídrico foliar e emissão de folhas e inflorescências em três genótipos de coqueiro anão. Centro de pesquisa do cacau. **Agrotrópica**. Ilhéus, v.11,n.3, p.147-152, 1999.

\_\_\_\_\_ et al. Comportamento sazonal do potencial hídrico e das trocas gasosas de quatro variedades de coqueiro-anão. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal –SP, v.27 n.2, p.248-254, 2005.

PERSLEY, G. P. **Replanting the tree of life: towards na international agenda for coconut palm research**. Wallingford. CAB; ACIAR, 1992, 156p.

PIMENTEL, C. A. relação da planta com a água. In: **Seropédica**. Rio de Janeiro: Editora Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2004. p. 98-102.

PRADO, C.H.B.A., PASSOS, E.E.M. e MORAES, J.A.P.V. 2000. Photosynthesis and water relations of six tall genotypes of *Cocos nucifera* in wet and dry seasons. *South African Journal os Botany*.

PRADO, C.H.B.A.; PASSOS, E.E.M.; MORAES, J.A.P.V. Photosynthesis and water relations of six tall genotypes of *Cocos nucifera* in wet and dry seasons. **South African Journal os Botany**, v. 67, p.169-176, 2001.

PURSEGLOVE, J.W. **Tropical crops monocotyledons**. London: Longman, 1972. 607p.

RIBEIRO, F. E.; SIQUEIRA, E. R. de; ARAGÃO, W. M. Coqueiro. In: BRUCKNER, C. H. **Melhoramento de fruteiras tropicais**. Viçosa : UFV, 2002. p. 225-247.

RIBEIRO, F. E.; SIQUEIRA, E. R. de; ARAGÃO, W. M.; TUPINAMBÁ, E.A. **O coqueiro anão no Brasil**, Aracajú: EMBRAPA/CPATC. 1999. 22p.

REPELLIN, A.; DANIEL, L.; ZUILY-FODIL, Y. Merits of physiological test for characterizing the performance of different coconut varieties subjected to drought. **Oléagineux**, v.49, p. 155-169, 1984.

ROGNON, F. Biologie floral du cocotier, durée et succession des phases mâles et femelles chez divers types de cocotiers. **Oléagineux**, Montpellier, v.31, n.1, p.13-18, 1976.

SANGARÉ, A.; ROGNON, F.; NUCE de LAMOTHE M. De. Lés phases mâles et femelles de l'inflorescence de cocotier: influence sur le mode de production. **Oléagineux**, Montpellier, v.33, n. 12, p. 609-617, 1978.

S. BRACONNIER; J. D'AUZAC. L'ion chlore et la conductance stomatique chez le cocotier. **Oléagineux**, Montpellier, v. 45, n. 6, p. 264-266, 1990.

SCHULZE, E.D. Plant life forms and their carbon, water and nutrient relations. **Encyclopedia of plant physiology**. New York: Springer-verlag. 1982. p. 615-676.

SIQUEIRA, E. R.; RIBEIRO, F.E.; ARAGÃO, W.; TUPINANBÁ, E. A. Melhoramento Genético de coqueiro. In: FERREIRA J. M. S. F.; WARWICK, D. R. N.; SIQUEIRA, L. A. **A cultura do coqueiro no Brasil**. Aracajú: EMBRAPA - SPI, P. 73-98, 1998.

SILVA JUNIOR, C.D. da. **Effects du déficit hydrique et de l'irrigation avec l'eau de mer diluée sur le comportement physiologique des plants de cocotier (Cocos nucifera L.) Grand du Brésil em conditions naturelles**. 1993. 158p Tese (Doutorado) - Université Paris, Paris, 1993.

SLATYER, R.O. **Plant water relationships**. London: Academic Press, 1967, 366p.

SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Plant physiology**. 4. ed., California: Wadsworth publishing Company, 1991, 682p.

TAIZ, L; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 615.

THIEN, S.J. The Soil as Water Reservoir. In: TEARE, D.; PEET, M.M.(ed.) **Crop- water relations**. New York: John Wiley, 1983, p.45-72.

VILHENA POTIGUARA, R.C. et al. Plantas fibrosas – I. Levantamento botânico na microrregião do salgado (Pará, Brasil). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, ser. Bot. v.3, n.2, p. 279-301, 1987.

WORMER T.H; OCHS R. – Humidité du sol, ouverture des stomates et transpiration du palmier à huile et de l'arachide. **Oléagineux** Montpellier, v.14, p.571-580, 1959

## APÊNDICE

**CARACTERIZAÇÃO DOS GENÓTIPOS**

<b>1</b>	<b>AVG</b>	<b>ANÃO VERMELHO DE GRAMAME</b>
2	AAG	ANÃO AMARELO DE GRAMAME
<b>3</b>	<b>AVJ</b>	<b>ANÃO VERDE DE JIQUI</b>
4	AVJxGBRN	ANÃO VERDE DE JIQUI x GIGANTE BRASILEIRO DO RIO GRANDE NORTE
<b>5</b>	<b>AVGxGPF</b>	<b>ANÃO VERMELHO DE GRAMAME x G. BRASILEIRO DA PRAIA DO FORTE</b>
6	AAGxGOA	ANÃO AMARELO DE GRAMAME x GIGANTE DO OESTE AFRICANO
<b>7</b>	<b>AVJxGOA</b>	<b>ANÃO VERDE DE JIQUI x GIGANTE DO OESTE AFRICANO</b>

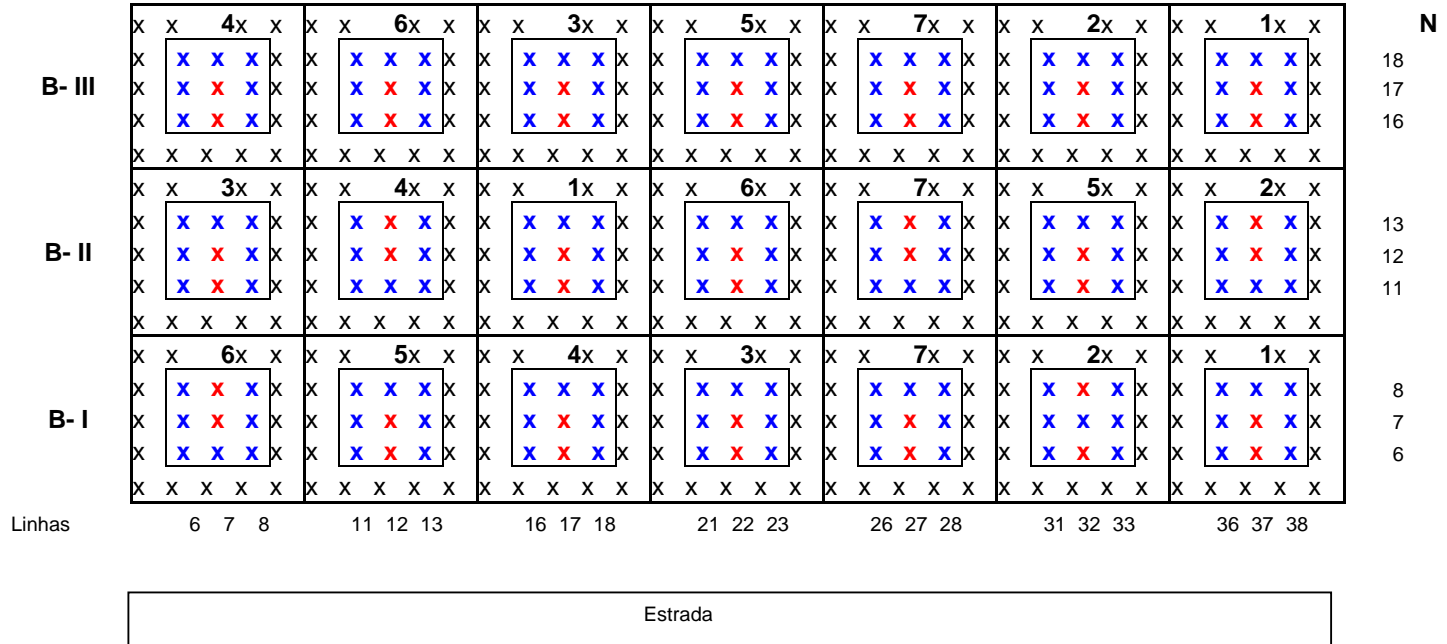
Apêndice 1. Conteúdo Relativo de Água (CRA, %), Área Foliar Específica (AFE,  $m^2.kg^{-1}$ ), Fotossíntese líquida (A)( $mmol.CO_2m^{-2}.s^{-1}$ ), Condutância estomática (gs) ( $mol.m^{-2}.s^{-1}$ ), Transpiração (E)(  $\mu molH_2O.m^{-2}.s^{-1}$ ), Eficiência no Uso da Água (EUA, $\mu mol mm^{-1}$ ), Intervalo de abertura da inflorescência (IAI), Número de flores femininas na inflorescência 10 (NFF), Percentual de fecundação (PF), Frutos formados no cacho 14 (FF) e Peso de albumem fresco por coco (PAF). Os dados são médias de três repetições.

GENÓTIPO	PERÍODO	CRA	AFE	A	gs	E	EUA	IAI	NFF	PF	FF	PAF	PAF MÉDIO
AVG	Chuvoso	63,61	7,04	12,22	0,45	3,62	4,11	21,28	19,45	31,63	5,37	312,03	310,16
	Seco	79,44	7,30	8,67	0,13	1,84	5,13	21,28	15,86	39,32	5,94	308,29	
AAG	Chuvoso	65,00	7,57	10,98	0,41	3,76	3,26	20,71	15,95	39,97	6,01	271,69	268,70
	Seco	74,02	7,52	10,52	0,19	2,24	4,90	19,02	16,93	50,40	7,82	265,71	
AVJ	Chuvoso	67,02	7,15	12,02	0,40	3,68	3,50	22,50	17,34	39,21	6,74	252,42	285,78
	Seco	79,42	7,51	10,00	0,21	2,58	4,65	19,98	45,21	29,85	10,25	319,15	
AVJxGRGN	Chuvoso	70,46	6,73	11,80	0,43	3,65	3,62	22,06	24,84	29,95	6,85	372,71	384,76
	Seco	79,65	7,31	11,24	0,28	3,28	4,00	21,43	27,31	34,63	8,63	396,81	
AVGxGPF	Chuvoso	64,21	6,86	11,19	0,47	4,04	3,06	21,53	28,36	23,91	6,02	372,72	367,37
	Seco	83,75	7,00	10,14	0,21	2,35	4,68	22,62	23,25	33,04	6,89	362,01	
AAGxGOA	Chuvoso	64,39	6,75	12,86	0,47	3,81	3,71	20,19	24,17	22,96	5,03	402,31	393,81
	Seco	77,31	7,14	9,02	0,20	2,36	4,45	21,95	22,13	33,85	5,98	385,31	
AVJxGOA	Chuvoso	63,55	7,25	13,20	0,52	4,00	3,79	21,33	33,05	24,33	7,31	391,03	374,55
	Seco	82,82	7,35	11,17	0,24	2,85	4,24	22,26	22,77	37,19	8,09	358,07	



# CROQUI EXPERIMENTAL

Plantas



## **ANEXOS**

## ANOVA

**CONTEÚDO RELATIVO DE ÁGUA (CRA)**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SQ</b>	<b>QM</b>	<b>F</b>	<b>SIG.</b>
BL	2	63,5000	31,7500	2,0500	0,1500
TRAT	6	133,9700	22,3300	1,4400	0,2380
EP	1	2065,0100	2065,0100	133,0600	0,0000*
TRAT*EP	6	170,1900	28,3600	1,8300	0,1330
Error	26	403,5000	15,5200		
Total	41				

CV: 5,4356

**ÁREA FOLIAR ESPECÍFICA (AFE)**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SQ</b>	<b>QM</b>	<b>F</b>	<b>SIG.</b>
BL	2	0,4278	0,2138	1,5000	0,4310
TRAT	6	1,8744	0,3124	2,1900	0,0761
EP	1	0,6679	0,6679	4,6900	0,0397*
TRAT*EP	6	0,4038	0,0672	0,4700	*****
Error	26	3,7021	0,9372		
Total	41				

CV: 5,2582

**FOTOSSÍNTESE (A)**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SQ</b>	<b>QM</b>	<b>F</b>	<b>SIG.</b>
BL	2	26,7921	13,3960	1,9200	0,0076
TRAT	6	11,6662	1,91110	0,8400	*****
EP	1	46,2895	46,2895	20,4400	0,0001*
TRAT*EP	6	18,6436	3,10728	1,3700	0,2627
Error	26	58,8747	2,2644		
Total	41				

CV: 13,5640

**CONDUTÂNCIA ESTOMÁTICA (g)**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SQ</b>	<b>QM</b>	<b>F</b>	<b>SIG.</b>
BL	2	0,08054	0,0403	4,5900	0,0196
TRAT	6	0,03628	0,0060	0,6900	*****
EP	1	0,58414	0,5841	66,6000	0,0000*
TRAT*EP	6	0,03409	0,0057	0,6500	*****
Error	26	0,22806	0,0087		
Total	41				

CV: 28,786

**TRANSPIRAÇÃO (E)**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SQ</b>	<b>QM</b>	<b>F</b>	<b>SIG.</b>
BL	2	13,5961	6,7980	8,8400	0,0012
TRAT	6	2,4052	0,4008	0,5200	*****
EP	1	14,8582	14,8582	19,3100	0,0002*
TRAT*EP	6	2,0704	0,3451	0,4500	*****
Error	26	20,0052	0,7694		
Total	41				

CV:28,462

**INTERVALO DE ABERTURA DE INFLORESCÊNCIAS (IAI)**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SQ</b>	<b>QM</b>	<b>F</b>	<b>SIG.</b>
BL	2	4,8686	2,4343	2,8300	0,0770
TRAT	6	18,9344	3,1557	3,6700	0,0090*
EP	1	0,2469	0,2469	0,2900	0,5970
TRAT*EP	6	21,8715	3,6453	4,2400	0,0040*
Error	26	22,3432	0,8594		
Total	41	68,2645			

CV:4,3543

**NÚMERO DE FLORES FEMININAS NA INFLORESCÊNCIA N° 10 (NFF)**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SQ</b>	<b>QM</b>	<b>F</b>	<b>SIG.</b>
BL	2	334,7200	167,3600	2,2100	0,1300
TRAT	6	1043,6400	173,9400	2,2900	0,0660
EP	1	22,6700	22,6700	0,3000	0,5890
TRAT*EP	6	1376,8900	229,4800	3,0300	0,0220*
Error	26	1971,8500	75,8400		
Total	41				

CV: 36,225

**PERCENTUAL DE FECUNDAÇÃO (PF)**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SQ</b>	<b>QM</b>	<b>F</b>	<b>SIG.</b>
BL	2	14,4400	7,2200	0,1700	0,8450
TRAT	6	1209,7600	201,6300	4,7200	0,0020*
EP	1	460,0900	460,0900	10,7700	0,0030*
TRAT*EP	6	507,4200	84,5700	1,9800	0,1050
Error	26	1110,5500	42,7100		
Total	41				

CV:19,457

**FRUTOS FORMADOS NO CACHO N° 14 (FF)**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SQ</b>	<b>QM</b>	<b>F</b>	<b>SIG.</b>
BL	2	17,9190	8,9600	6,9000	0,0040
TRAT	6	45,5280	7,5880	5,8500	0,0010*
EP	1	22,6750	22,6750	17,4700	0,0000*
TRAT*EP	6	9,4010	1,5670	1,2100	0,3340
Error	26	33,7390	1,2980		
Total	41				

CV:16,448

**PESO DE ALBUMEM FRESCO ( PAF)**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SQ</b>	<b>QM</b>	<b>F</b>	<b>SIG.</b>
BL	2	453,3000	226,7000	0,2700	0,7650
TRAT	6	94509,1000	15751,5000	18,8500	0,0000*
EP	1	89,4000	89,4000	0,1100	0,7460
TRAT*EP	6	9770,4000	1628,4000	1,9500	0,1100
Error	26	21724,5000	835,6000		
Total	41				

CV: 8,4835