



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
COPEAG - COORD. DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENG. AGRÍCOLA



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

Tese de Doutorado

INFLUÊNCIA DA IRRIGAÇÃO E COBERTURA DO SOLO
NO CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO INICIAL
DO COQUEIRO ANÃO VERDE

CLAUDIA GERMANA DA FONSECA SANTOS

Campina Grande
Paraíba

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS - CTRN
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
DOUTORADO EM IRRIGAÇÃO E DRENAGEM**

TESE

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

**INFLUÊNCIA DA IRRIGAÇÃO E COBERTURA DO SOLO NO
CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DO COQUEIRO
ANÃO VERDE**

Cláudia Germana da Fonseca Santos

CAMPINA GRANDE, PB.

MAIO – 2007

CLÁUDIA GERMANA DA FONSECA SANTOS

**INFLUÊNCIA DA IRRIGAÇÃO E COBERTURA DO SOLO NO
CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DO COQUEIRO
ANÃO VERDE**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado
em Engenharia Agrícola da Universidade
Federal de Campina Grande, em
cumprimento às exigências para obtenção
do grau de Doutor em Engenharia Agrícola.

Área de Concentração: Irrigação e Drenagem

Linha de Pesquisa: Relação Solo, Água, Planta

Orientadores: PROF. DR. CARLOS ALBERTO VIEIRA DE AZEVEDO

PROF. DR: HUGO ORLANDO CARVALLO GUERRA

CAMPINA GRANDE, PB.

MAIO, 2007



FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCC

S237I

2007 Santos, Cláudia Germana da Fonseca.

Influência da irrigação e cobertura do solo no crescimento e desenvolvimento inicial do coqueiro anão verde / Cláudia Germana da Fonseca Santos. — Campina Grande, 2007.

63f. : il.

Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.

Referências.

Orientadores: Prof. Dr. Carlos Alberto Vieira de Azevedo, Prof. Dr. Hugo Orlando Carvalho Guerra.

1. Coqueiro. 2. Irrigação. 3. Cobertura do solo. I. Título.

CDU – 626.81/.84 (043)



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

COPEAG - PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

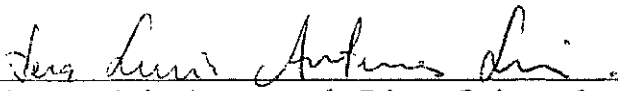
PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DO MESTRANDO

CLÁUDIA GERMANA DA FONSECA SANTOS

Título: "Avaliação do Desempenho de um Sistema de Irrigação Localizada utilizando Águas Residuárias".

BANCA EXAMINADORA

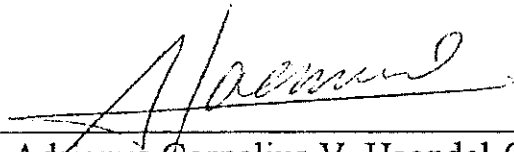
PARECER


Dra. Vera Lúcia Antunes de Lima-Orientadora

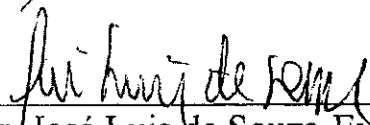
APROVADO


Dr. José de Arimatéa Matos-Orientador

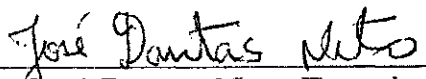
APROVADO


Dr. Adrianus Cornelius V. Haandel-Orientador

Aprovado


Dr. José Luis de Souza-Examinador

APROVADO


Dr. José Dantas Neto-Examinador

APROVADO

ABRIL - 2002

*Dedico este trabalho aos meus pais, José e
Sia e as minhas irmãs Gláucia, Geórgia e
Anastácia, pelo apoio moral e espiritual em
minha Vida.*

*Ofereço aos meus sobrinhos Bernardinho,
Ana Beatriz, Maria Clara e Segundinho,
pelo GRANDE AMOR que decidiu unir
nossas almas.*

AGRADECIMENTO A DEUS

Eu te agradeço Grande Deus por todos os momentos maravilhosos que tenho tido em minha vida. Por todos os momentos felizes e porque não os tristes? Muitas coisas aprendi com eles, muitos valores guardei e muitas vitórias conquistei. O que seriam desses momentos felizes se não existissem os tristes? Eles simplesmente não teriam significado algum. Seriam como sol sem chuva, dia sem noite, calor sem frio. Alegria sem dor? Uma jamais teria sentido sem a outra. Os momentos de dor que serviram para eu reconhecer e valorizar os momentos alegres, vitoriosos e as conquistas.

E hoje eu te agradeço Senhor mais essa grande conquista. Quantos gostariam de estar no meu lugar! E tu me destes coragem, perseverança e força pra lutar, sem medo de ser feliz, sem medo de vencer as tribulações e obstáculos que surgiram nesta caminhada, os dias de angústia, as noites de solidão e lágrimas. Mas, eu sei que nestas horas estavas ao meu lado com tua mão estendida sobre mim, protegendo-me com o teu Grande Amor de Pai! Minha gratidão Senhor!

Claudia Germana!

AGRADECIMENTOS

- Aos meus pais, que muitas vezes abdicaram das suas próprias aspirações em favor das minhas, pelo apoio constante, incentivo e exemplo de integridade moral e espiritual em momentos difíceis e alegres da minha vida.
- As minhas irmãs - Gláucia, Geórgia e Anastácia - pela amizade constante e por estarem sempre ao meu lado toda essa trajetória.
- A Denver e a Kelly (*in memoriam*) por todos os momentos felizes que me proporcionaram.
- Ao João Bosco, proprietário do sítio onde foi desenvolvida a pesquisa e ao seu ajudante João Barros, pela acolhida, contribuição e amizade prestadas durante toda a fase do experimento, o nosso reconhecimento.
- Aos meus orientadores, professor Carlos Alberto Azevedo e professor Hugo Carvalho Guerra, pela confiança em mim depositada para a realização deste trabalho e pelo exemplo de conduta profissional mostrando-se compreensivos, atenciosos e amigos. A minha gratidão.
- Ao professor Antônio Ricardo pela valiosa ajuda e contribuição na análise estatística dos dados e pela sua amizade, paciência e dedicação prestadas a mim durante todo o desenvolvimento deste trabalho.
- Ao aluno PIBIC de engenharia agrícola, Luciano Barreto Mendes, pela sua prestimosa ajuda e contribuição profissional durante todas as fases da minha pesquisa de doutorado (fracassos e vitórias). Pela sua amizade, seus conselhos de amigo, pelas tangerinas que mataram minha sede e pelas belas gargalhadas nos momentos de descontração.
- A professora Vera Lúcia Antunes de Lima, por ter aberto as portas pra mim na pós graduação, pela sua amizade, paciência e pelo o seu exemplo de humanidade.
- Aos funcionários Geraldo, Neide, Rivanilda, Zé Maria e Adilson Barros pela amizade, apoio, compreensão e doçura sempre que falavam comigo.
- As amigas: Madalena, Betaninha, Marineide, Daniele Quirino, Soahd, Sally, Vanda e Valneide pela amizade, apoio, atenção e palavras de coragem e conforto nos momentos em que eu mais precisei.

- Aos colegas Frederico, Wagner, Roberto Sílvio, Jardel, Rossini, Euler, Lígia, Valneide, Walker, Maria Betânia, Aline, Ivana, Robi, Joelma e Magnólia pelo alto astral que me transmitiram durante este trabalho.

- Aos amigos da Casa do Caminho: Ítalo, Niedja, Júlio Cesar e Dona Beta.

- Aos professores Geraldo Barachuy, José Dantas e Hans Raj Gheyi pela valiosa contribuição na minha vida profissional.

- Ao pesquisador da Embrapa Algodão - Aurelir Nobre Barreto - pela sua nobreza de alma, atenção, compreensão, apoio e incentivo todas as horas que solicitei sua ajuda.

- Agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro.

- E finalmente, a todos os que me acompanharam durante a trajetória do curso.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE FIGURAS	xii
RESUMO	xii
ABSTRACT	xv
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	03
2.1. A Cultura do coqueiro	03
2.1.1. Características botânicas do coqueiro	03
2.1.2. Fatores Ambientais	04
2.1.3. Aspectos morfofisiológicos do coqueiro.....	05
2.1.4. Necessidades Hídricas do Coqueiro.....	08
2.1.5. Manejo da Irrigação	13
2.1.6. Cobertura do solo	15
3. MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1. Área Experimental	18
3.1.1. Localização	18
3.1.2. Clima	18
3.1.3. Solos.....	19
3.2. Tratamentos e delineamento experimental	22
3.2.1. Tratamentos.....	22
3.2.1.1. Volumes de água	22
3.2.1.2. Cobertura do solo	23
3.2.2. Delineamento experimental	23

3.3. Cultura e tratos culturais.....	24
3.4. Manejo da Irrigação.....	25
3.5. Parâmetros avaliados.....	26
3.6. Características avaliadas.....	27
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
4.1. Quantidade de água aplicada.....	28
4.2. Variáveis de crescimento.....	31
4.3. Variáveis de produção.....	50
5. CONCLUSÃO.....	57
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58

LISTA DE TABELAS

		Página
Tabela 2.1.	Quantidade de água necessária a ser aplicada em coqueiro Anão	10
Tabela 2.2.	Coefficiente de cultivo (Kc) do coqueiro da fase inicial a fase adulta	12
Tabela 3.1.	Precipitação mensal media para o período estudado da cidade de Pocinhos/PB	19
Tabela 3.2.	Características físico-hídricas e químicas do solo	20
Tabela 3.3.	Características físico-químicas da água utilizada na irrigação do coqueiro	25
Tabela 4.1.	Volume de água (litros) aplicado por irrigação, número de irrigações, volume irrigado, precipitação efetiva e volume total (irrigação mais precipitação efetiva) em cada tratamento durante o período avaliado (março de 2005 a maio 2006)	28
Tabela 4.2.	Análise de variância da altura da planta (AP) e diâmetro do caule (DC) do coqueiro submetidos aos diferentes tratamentos aos 240, 420, 570 e 630 dias após o transplante	32
Tabela 4.3.	Valores médios da altura da planta (AP) e diâmetro do caule (DC) do coqueiro anão verde quando submetidos aos diferentes tratamentos de irrigação (D) e cobertura do solo aos 240, 420, 570 e 630 dias após o transplante (DAT)	33
Tabela 4.4.	Análise de variância com desdobramento em efeito linear, quadrático e cúbico no período de 630 DAT dos dados de altura da planta (AP) e diâmetro do caule (DC) do coqueiro submetidos aos diferentes tratamentos	39
Tabela 4.5.	Análise de variância das variáveis teor de água na raiz (TARa), razão peso seco e comprimento da raiz (PS/CRa), razão altura da planta e comprimento da raiz (AP/CRa) e razão diâmetro do caule e comprimento da raiz (DC/CRa) aos 630 DAT do coqueiro submetidos aos diferentes tratamentos	42
Tabela 4.6.	Teor de água na raiz (TARa), razão peso seco e comprimento da raiz (PS/CRa), razão altura da planta e comprimento da raiz (AP/CRa), razão diâmetro do caule e comprimento da raiz (DC/CRa), do coqueiro submetidos aos diferentes tratamentos	42
Tabela 4.7.	Valores médios das interações significativas da análise de variância referentes ao TARa, PS/CRa, AP/CRa e DC/CRa submetidos aos diâmetros dos anéis (D) e tipos de cobertura (C) 630 dias após o transplante (DAT)	43
Tabela 4.8.	Análise de variância com desdobramento em efeito linear, quadrático e cúbico no período de 630 DAT dos dados de TARa, PS/CRa, AP/CRa e DC/CRa, do coqueiro submetidos aos diferentes tratamentos	46

Tabela 4.9.	Análise de variância das variáveis massa verde (MV) e massa seca (MS) aos 630 DAT do coqueiro submetidos aos diferentes tratamentos	51
Tabela 4.10.	Massa verde (MV) e massa seca (MS) aos 630 DAT do coqueiro submetidos aos diferentes tratamentos	51
Tabela 4.11.	Valores médios das interações significativas da análise de variância referentes ao MV e MS submetidos aos diâmetros dos anéis (D) e tipos de cobertura (C) 630 dias após o transplântio (DAT)	52
Tabela 4.12.	Análise de variância com desdobramento em efeito linear, quadrático e cúbico no período de 630 DAT dos dados de MV e MS, do coqueiro submetidos aos diferentes tratamentos	54

LISTA DE FIGURAS

		Página
Figura 3.1.	Vista parcial da área experimental no sítio Jucurí, Pocinhos-PB	18
Figura 3.2.	Curvas de retenção de água para as profundidades de 0,00-0,20; 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m	21
Figura 3.3.	Condutividade capilar em função do teor de água do solo em diversas profundidades	22
Figura 3.4.	Croqui da área experimental, indicando distribuição das plantas e o delineamento	23
Figura 4.1.	Quantidade de água aplicada durante o experimento	29
Figura 4.2.	Precipitação mensal no período de 230 a 630 DAT	30
Figura 4.3.	Evaporação do Tanque Classe A e temperaturas médias, máximas e mínimas do ar	31
Figura 4.4a.	Distribuição dos tratamentos utilizados no experimento para solo coberto	34
Figura 4.4b.	Distribuição dos tratamentos utilizados no experimento para solo descoberto	35
Figura 4.5.	Crescimento médio da cultura do coqueiro em função do DAT, para diferentes diâmetros do anel de alumínio: 70 cm (D1); 80 cm (D2); 90 cm (D3) e 100 cm (D4)	37
Figura 4.6.	Diâmetro do caule médio da cultura do coqueiro em função do DAT, quando submetidos a dois tipos de cobertura do solo: SC (solo coberto) e SD (solo descoberto)	38
Figura 4.7a.	Curvas de regressão dos dados da altura da planta (AP) dos diferentes diâmetros de anel (D) utilizados, com cobertura do solo (SC) e sem cobertura (SN) no final do experimento	40
Figura 4.7b.	Curvas de regressão dos dados de diâmetro do caule (DC) dos diferentes diâmetros de anel (D) utilizados, com cobertura do solo (SC) e sem cobertura (SN) no final do experimento	41
Figura 4.8.	Valores médios para as variáveis TARA e PS/CRA, com desvio padrão do coqueiro aos 630 dias após o transplântio (DAT) da cultura sob diferentes diâmetros de anel e tipo de cobertura	44
Figura 4.9.	Valores médios para as variáveis AP/CRA e DC/Cra, com desvio padrão do coqueiro aos 630 dias após o transplântio (DAT) da cultura sob diferentes diâmetros de anel e tipo de cobertura	45
Figura 4.10.	Análise de regressão dos dados de teor de água na raiz (TARA), e razão peso seco da raiz com o comprimento da raiz (PS/CRA), submetidos aos diferentes diâmetros de anel (D) e tipos de cobertura do solo (C), período de 630 DAT do coqueiro	48

Figura 4.11.	Análise de regressão dos dados de razão altura da planta com comprimento da raiz (AP/CRa) e razão diâmetro do caule com comprimento da raiz (DC/CRa), submetidos aos diferentes diâmetros de anel (D) e tipos de cobertura do solo (C), período de 630 DAT do coqueiro	49
Figura 4.12.	Valores médios para as variáveis MS e MV, com desvio padrão do coqueiro aos 630 dias após o transplandio (DAT) da cultura sob diferentes diâmetros de anel e tipo de cobertura	53
Figura 4.13.	Análise de regressão dos dados de massa verde (MV), e massa seca (MS), submetidos as diferentes diâmetros de anel (D) e tipos de cobertura do solo (C), período de 630 DAT do coqueiro	55

Influência da irrigação e cobertura do solo no crescimento e desenvolvimento do coqueiro anão verde

RESUMO

O objetivo desta pesquisa consistiu em avaliar o efeito da aplicação de diferentes volumes de água em solo coberto e descoberto sobre o crescimento e desenvolvimento vegetativo do coqueiro (*Cocos nucifera* L.) cultivar anão verde, durante o segundo ano após o transplântio. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial [(4 x 2) + 1], com tratamento adicional e três repetições, cujos fatores consistiram de quatro diferentes volumes de água de irrigação (em função do diâmetro do anel) e duas condições de cobertura do solo (SC - solo coberto e SD - solo descoberto), mais uma testemunha. Os resultados não revelaram diferença significativa entre os tratamentos para as variáveis altura de planta e diâmetro do caule nos quatro períodos de avaliações (DAT – dias após transplântio); a interação diâmetro de anel versus tipos de cobertura do solo foi significativa, indicando existir uma dependência entre os efeitos. Verificou-se também que os melhores resultados para as variáveis altura de planta, massa verde e massa seca foram obtidos quando a cultura foi submetida ao diâmetro do anel D3 (90 cm) na presença do solo descoberto, já para a variável de crescimento diâmetro do caule os melhores resultados ocorreram para o diâmetro D4 (100 cm) aos 420, 570 e 630 DAT para a condição de solo descoberto. As variáveis teor de água nas raízes, razão peso seco e comprimento da raiz, razão altura de planta e comprimento da raiz apresentaram melhores resultados quando a cultura foi submetida ao diâmetro D3 (90 cm). Observa-se pelos valores médios do fator adicional (testemunha) que para as variáveis altura de planta, diâmetro do caule, massa verde e massa seca não ocorreram diferenças estatísticas nos quatro períodos de avaliações da cultura.

Palavras-chave: coqueiro, irrigação, cobertura do solo.

Influence of irrigation and soil covering on growth and development of green dwarfish coconut tree

ABSTRACT

The objective of this research consisted of evaluating the effect of application of different volumes of water in covered and discovered soil on growth and vegetative development of the coconut tree (*Cocconuts nucifera* L.), cultivar green dwarf, during the second year after the transplanting. The used experimental design was randomized blocks in factorial scheme $[(4 \times 2) + 1]$, with additional treatment and three repetitions, whose factors consisted of four different volumes of irrigation water (in function of ring diameter) and two soil covering conditions (SC - covered soil and SD - discovered soil), one more witness. The results didn't reveal significant difference among the treatments for the variables plant height and stem diameter in the four periods of evaluations (DAT - days after transplanting); the interaction ring diameter versus types of soil covering was significant, indicating an existing dependence among the effects. It was also verified that the best results for the variables plant height, green mass and dry mass were obtained when the crop was submitted to the ring diameter D3 (90 cm) in the presence of the discovered soil, already for the growth variable stem diameter the best results happened for the ring diameter D4 (100 cm) to the 420, 570 and 630 DAT for the condition of discovered soil. The variables root water content, ratio dry weight and root length, ratio plant height and root length presented better results when the crop was submitted to diameter D3 (90 cm). It is observed by the mean values of the additional factor (control), that for the variables plant height, stem diameter, green mass and dry mass didn't happen statistical differences in the four periods of evaluations of the crop.

Key words: coconut tree, irrigation, soil covering.

1.0. INTRODUÇÃO

Em face da incorporação de novas áreas ao processo produtivo, seja no Brasil ou em qualquer outra parte do planeta, a crescente demanda por recursos hídricos no meio agrícola tem aumentado a preocupação no que diz respeito ao uso racional de água, de modo a não causar influências negativas na sustentabilidade do meio ambiente; assim, o manejo da irrigação deve receber especial atenção principalmente na definição de quando e quanto de água aplicar ao solo. Esses importantes parâmetros de manejo de irrigação têm sido normalmente determinados por meio de medições de potencial matricial ou umidade do solo no campo (Kushwah et al., 1973).

O coqueiro é uma das plantas mais úteis do mundo, constituindo-se numa das mais influentes das culturas perenes passíveis de gerar um sistema auto-sustentável de exploração, como provam vários países do continente asiático (Passos, 1997; Persley, 1992). A área cultivada de coco no Brasil tem crescido consideravelmente, nos últimos 10 anos, aumentando a produção mundial de 1,12 para 3,77%, entretanto, apesar do avanço a produção nacional ainda é baixa quando comparada à de alguns países da Ásia, como Indonésia e Índia que participam, respectivamente, com 26,87 e 22,95% da produção mundial (FAO, 1984). A produção brasileira de coco se concentra, principalmente, no Nordeste, com cerca de 71 e 80% da produção e área plantada, respectivamente, sendo o Estado da Bahia o maior produtor (Cuenca & Costa, 2001), e em virtude da irregularidade das chuvas, a expansão da cultura foi devida a irrigação, principalmente da variedade Anã verde, cujos frutos se destinam ao mercado de coco “*in natura*” conforme Miranda et al. (1999). Estes autores enfatizam a escassez de informações sobre a irrigação do coqueiro para as condições do Nordeste brasileiro e alertam para a necessidade urgente de pesquisas que subsidiem a elaboração de projetos de irrigação e manejo da cultura.

No cálculo da quantidade de água a ser aplicada na cultura do coqueiro Gigante, tem-se utilizado, de modo geral, um coeficiente de cultura (K_c) de 0,8 para plantas adultas. Embora, os resultados obtidos com esses cálculos têm sido satisfatórios, mas esses valores não tem sido comprovados experimentalmente para diversas condições ambientais brasileiras, demandando, assim, ações de pesquisas específicas para este fim; além disso, é extremamente importante monitorar a umidade do solo para verificar a necessidade de ajuste na quantidade de água a ser aplicada (Ferreira et al., 1997).

A grande maioria dos estudos a respeito das necessidades hídricas do coqueiro tem sido conduzida nas condições de clima e solo da Ásia, empregando-se variedades

Gigantes no Brasil, porém, a maior parte dos plantios irrigados de coqueiros corresponde a variedade Anã e os estudos a respeito de suas necessidades hídricas se encontram em fase inicial.

Deve-se considerar, estas, quando se pretende irrigar uma área, deve-se considerar que um fornecimento adequado do volume de água de irrigação, além de reduzir os impactos ambientais negativos em decorrência de possível salinização, pode ainda diminuir os custos de energia como consequência do decréscimo das horas de bombeamento. A definição do momento certo de irrigar, não só proporciona uma melhoria uso da água mas poderá sobretudo apresentar consequência, aumento da produtividade das culturas. Pode-se acrescentar, também, a cobrança no uso adequado dos recursos hídricos, conforme o Art. 19 da Lei Federal nº 9.433/97, o que inexoravelmente implicará na implantação de métodos de controle.

Procura-se, ante o exposto, estudar o efeito da aplicação de diferentes volumes de água em solo coberto e descoberto sobre o crescimento e desenvolvimento vegetativo do coqueiro (*Cocos nucifera* L.), cultivar Anão verde, na região do Cariri Paraibano. Como objetivos específicos, poder:

- avaliar o efeito de diferentes volumes de água aplicados sobre o crescimento e desenvolvimento do sistema radicular da cultura após o término do experimento em cada tipo de cobertura;
- quantificar a razão entre altura da planta/comprimento da raiz, diâmetro do caule/comprimento da raiz e peso seco da raiz/comprimento da raiz em cada volume de água;
- avaliar o impacto na economia de água resultante da aplicação de diferentes volumes de água.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. A cultura do coqueiro

2.1.1. Características botânicas do coqueiro

O coqueiro (*Cocos nucifera L.*) é uma planta arbórea, com caule ereto, sem ramificações, mas com folhas terminais; pertence à família Palmae (Arecaceae), uma das mais importantes famílias da classe Monocotyledoneae, possui mais de 200 gêneros com mais de 200 espécies. Purseglove (1981) indica que o coqueiro tem origem no Sudeste Asiático, especialmente nas linhas entre os oceanos Índico e Pacífico. Daquela região teria sido levado para a Índia e de lá para o leste africano; depois, deve ter-se espalhado no oeste africano e, daí, para a América e para toda a região tropical do globo. Outros autores supõem que essa espécie tem origem no Panamá, México ou até na costa brasileira, entre o Rio Grande do Norte e a Bahia, onde ocorre espontaneamente (Lorenzi, 1996).

O coqueiro possui duas variedades principais: Gigante e Anã; a variedade coqueiro Anã se divide em três subvariedades: anão-verde, anão-vermelho e anão-amarelo. A variedade Anã apresenta desenvolvimento vegetativo lento, autofecundação e precocidade – três a quatro anos de crescimento vegetativo (Siqueira et al., 1997) e pode produzir, também, em sequeiro, cerca de 100 frutos/planta/ano (Cuenca, 1997). A variedade Anã é a que está sendo mais demandada neste momento para o plantio nas diversas regiões do Brasil. Acredita-se que essa variedade se originou de uma mutação do coqueiro Gigante (Santos et al, 1996).

A variedade Gigante ainda representa em torno de 70% da exploração do coqueiro no Brasil. É uma variedade rústica, de crescimento rápido e longa fase vegetativa, iniciando o florescimento entre cinco a sete anos, em condições ecológicas ideais, chegando a florescer, no entanto, com até dez anos, sem aplicação de tecnologias. A variedade coqueiro Gigante é predominantemente alógama, isto é, em geral não há sincronismo entre as fases feminina, que é curta, e a masculina, da mesma inflorescência ou da inflorescência seguinte; entretanto, de acordo com as condições ambientais e com a época do ano, pode ocorrer pequeno sincronismo entre essas fases não apenas da mesma, mas também, entre inflorescências sucessivas verificando-se, portanto, uma pequena taxa de autofecundação (Fontenelle & Aragão, 1998). Esta variedade atinge de 20 a 30 m de altura, produz em média 60 a 80 frutos/planta/ano de tamanho grande, com vida econômica de 60 a 80 anos.

2.1.2. Fatores ambientais

O desenvolvimento do coqueiro é favorável em climas quentes e úmidos, os quais são encontrados entre as latitudes 20° N e 20° S; a temperatura de 27 °C é considerada ótima para o coqueiro, que terá o desenvolvimento prejudicado se as temperaturas mínimas diárias forem inferiores a 15 °C. A umidade relativa do ar em torno de 80% é adequada ao desenvolvimento do coqueiro. Uma umidade relativa maior que 90% também pode prejudicar a planta, visto que reduz a absorção de nutrientes devido à menor transpiração, provocando queda prematura de frutos, além de favorecer a propagação de doenças. A luz é outro fator significativo para o bom desenvolvimento da cultura, considerando-se ideal uma insolação anual de 2.000 horas como no mínimo 120 horas mês⁻¹. Déficit hídrico prolongado (mais de 3 meses com precipitações abaixo de 50 mm) pode provocar queda prematura de frutos; daí a importância da irrigação sobre o rendimento da cultura; por outro lado, chuvas excessivas também prejudicam a cultura em virtude das menores insolações, eficiência de polinização e aeração do solo e da maior lixiviação de nutrientes (Anikumar & Wahide, 1988).-

Diversos trabalhos realizados em várias partes do mundo (Akpan, 1994; Bourdeix et al., 1992), evidenciam a importância da avaliação do grau de adaptabilidade de variedades ou de genótipos de coqueiro às condições edafoclimáticas de determinado local. Atualmente, é grande o interesse entre os principais países produtores de coco do mundo, na avaliação e seleção de híbridos, para solucionar seus problemas de produção, com pragas, doenças e de adaptação edafoclimática (Lamonthe et al., 1991). Nas Filipinas a escolha de variedades melhor adaptadas às condições edafoclimáticas é uma das principais medidas recomendadas para evitar o decréscimo do rendimento observado nos últimos anos (Aldaba, 1995).

2.1.3. Aspectos morfofisiológicos do coqueiro

O sistema radicular

O coqueiro não possui raiz principal mas, sim, um sistema radicular fasciculado, característico das monocotiledôneas. A base do seu tronco produz raízes, continuamente, durante toda a sua vida; as mais grossas (primárias) apresentam pequena capacidade de absorção, restrita apenas a uma pequena parte clara, situada logo atrás da coifa (Frédmond et al., 1975), a qual é responsável pela absorção de água e substâncias minerais do solo. Em condições de seca, essa parte da raiz primária se suberifica, perdendo a função de absorção, enquanto das raízes primárias partem as secundárias, de onde se originam as terciárias, que produzem radículas, sendo os verdadeiros órgãos de absorção, uma vez que as raízes do coqueiro não possuem pêlos absorventes. As radículas encontram-se nas camadas mais superficiais do solo podendo-se aprofundar dependendo da umidade (Passos, 1997).

A maior concentração de raízes principais ocorre próximo ao tronco. Devido a ocorrência constante de nascimentos e morte de raízes, alguns autores estimam um comprimento médio de raízes entre 5 e 7 m, variando conforme as condições de solo (Ohler, 1984). A maior concentração de raízes ocorre até 1 m de profundidade e 2 m de raio ao redor do tronco (Mahindapala & Pinto, 1991). O coqueiro é capaz de emitir raízes adventícias sob condições de alta umidade do solo provocada por excesso de chuvas, excessiva irrigação ou acúmulo de matéria orgânica na base de seu tronco (Passos, 1997).

Avaliando o sistema radicular do coqueiro-anão, Cintra et al. (1992) constataram que a maior concentração de raízes se encontra de 0,2 a 0,6 m de profundidade e que 70 a 90% das raízes totais se distribuem lateralmente, de 1 a 1,5 m do tronco.

Menon & Pandalai (1958), estudando o sistema radicular do coqueiro, concluíram que as propriedades físicas do solo, assim como o manejo do cultivo, influenciou acentuadamente na distribuição do sistema radicular. Esses autores afirmam, que para um adequado desenvolvimento do sistema radicular e obtenção de elevados rendimentos, é necessário solo com elevada fertilidade e profundidade efetiva mínima de um metro.

Segundo Maertens et al. (1974), quando as forças de retenção de água são semelhantes em todo o perfil, a disponibilidade de água no solo depende, essencialmente, do enraizamento. A homogeneidade do solo em questão e os sinais de que o sistema radicular reage com a produção de novas raízes em profundidade, durante o período seco, levam a crer que, o suprimento de água é regido, sobretudo pelo grau de exploração do sistema radicular e

pelo gradiente de umidade e movimento de água pelas raízes (Passos, 1997); da mesma forma, a constatação de que o coqueiro não promove regulação efetiva das perdas de água em condições de déficit hídrico (Passos & Silva, 1990), permite a suposição de que o sistema radicular pode atuar como um dos mecanismos de defesa do coqueiro para manter o suprimento regular de água.

Kushwah et al. (1973) observaram que 74% do sistema radicular não produzem ramificações além de 2 m do bulbo de raiz e que a maior concentração se encontra na profundidade entre 0,3 e 1,2 m. Anikumar & Wahide (1988) relatam que 80% das raízes atingem, em média, 6 m horizontalmente, embora a essa distância sejam escassas. O que favorece uma melhor distribuição das raízes são os solos férteis e leves como também o perfil de distribuição da umidade e nutrientes aplicados (Passos, 1997).

Caule

O caule do coqueiro é do tipo estipe, não-ramificado, muito desenvolvido e bastante resistente; em seu ápice se prende um tufo de folhas que protege sua única gema terminal. A inflorescência é a única ramificação deste caule, pois é considerado um ramo caulinar modificado (Ferri, 1973). Modificações nos fatores ambientais, em especial no tocante à falta d'água, induzem alterações no seu diâmetro em razão das variações no tamanho de cada uma de suas células (Passos, 1997).

Folha

A folha do coqueiro é do tipo penada, com aproximadamente seis metros de comprimento, quando madura, e com 200 a 300 folíolos de 90 a 130 cm de comprimento (Passos, 1997); este comprimento e o número de folíolos por folha decrescem sempre que a idade do coqueiro aumenta (Menon & Pandalai, 1958). Sob condições ambientais favoráveis uma planta de coqueiro Gigante emite de 12 a 14 folhas por ano, enquanto o coqueiro Anão pode emitir 18 folhas no mesmo período (Passos, 1997). Segundo Child (1974) as folhas do coqueiro permanecem vivas por um período de 36 a 42 meses, apresentado de 25 a 30 folhas por planta. Quando as condições ambientais são desfavoráveis há diminuição do número de folhas por árvore, em virtude da redução no ritmo de emissão foliar e da menor longevidade da folha (Passos, 1997). Para Frémond et al. (1975), a redução do número de folhas na copa

sob condições ambientais desfavoráveis, é causada principalmente pela redução no ritmo de emissão foliar e não pela morte precoce da folha.

Inflorescências

Planta monóica o coqueiro, logo possui órgãos sexuais em flores distintas reunidas em uma mesma inflorescência paniculada, axilar, protegida por brácteas grandes, chamadas espatas que, ao completar seu desenvolvimento, de três a quatro meses, se abre, libertando a inflorescência, que é formada pelo pendúculo, espigas e flores femininas, atende numerosas flores masculinas, nos dois terços terminais. O número de flores femininas é fortemente influenciado pelo estado nutricional e hídrico da planta (Passos, 1997). A primeira inflorescência pode ser constituída de apenas flores masculinas, sendo as femininas produzidas nas inflorescências posteriores.

Em um pomar de coqueiro as plantas de melhor produtividade não se caracterizam apenas em virtude do maior número de inflorescência por ano como, também, pelo maior número de flores femininas por inflorescência. A diferenciação das flores femininas ocorre de 11 a 12 meses antes da abertura da espata sendo possível relacionar um pequeno número de flores a condições desfavoráveis, tais como estresse hídrico durante os meses em que ocorre a diferenciação (Frédmond et al., 1975).

Fruto

O fruto do coqueiro é, botanicamente, uma drupa, sendo formado por uma epiderme lisa ou epicarpo, que envolve o mesocarpo espesso e fibroso, ficando mais para o interior o endocarpo (Passos, 1997). A água do coco se encontra no fruto jovem a uma pressão de 5 atm. Ao final desta etapa, por volta do oitavo mês, começa a se formar o albúmen sólido, tendo um princípio gelatinoso, solidificando-se devido à formação de membranas celulósicas que saem do tegumento seminal (Passos, 1997). O fruto do coqueiro Anão é extremamente rico em água (em torno de 450 ml). A diferenciação das flores femininas ocorre no palmito e a emissão da espata dura em torno de doze meses, quando esta se abre e é polinizada. O fruto se desenvolve e é colhido seis meses após a abertura da espata. A ocorrência de déficit hídrico durante a fase de produção irá comprometer a diferenciação e, conseqüentemente, a produção, no ano seguinte (Passos, 1997).

2.1.4. Necessidades hídricas do coqueiro

As necessidades de água do coqueiro dependem de vários fatores, tais como a idade da planta (altura e área foliar), o clima local (radiação solar, temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento), o tipo de solo, o teor de umidade do solo, o método de irrigação utilizado, e o estado nutricional da planta (Irho, 1976).

A variabilidade da precipitação pluvial, recursos escassos de água e o uso inadequado da irrigação e do manejo de água constituem uma das principais causas da baixa produtividade do coqueiro, mesmo nos locais onde é tradicionalmente cultivado (Yusuf & Pinto, 1991).

De acordo com Doorembos & Kassam (1994), a disponibilidade de água, durante a fase vegetativa inicial, floração, nos estágios de crescimento e na formação da produção do coqueiro deve ser mantida através de irrigações sucessivas previamente programadas, de modo que as plantas não sofram estresse hídrico.

Em geral, podem ser identificadas duas situações típicas de exploração do coqueiro: aquela em que as áreas de plantio se encontram sob a influência do lençol freático e aquela em que o suprimento de água depende exclusivamente da precipitação pluvial e da irrigação. No primeiro caso, a intensidade dos efeitos do estresse hídrico sobre a cultura depende não só da duração do período seco como, também e principalmente da profundidade do lençol freático durante a estação seca, que durante este período, tende a se aprofundar, ficando com frequência fora do alcance do sistema radicular, condições de exploração em que o suprimento de água fica prejudicado, com sérios reflexos sobre o desenvolvimento vegetativo e produtivo do coqueiro (Cintra et al., 1992). O segundo caso, é típico das regiões semi-áridas, nas quais a precipitação pluviométrica varia, na sua maioria, de 400 a 700 mm ano⁻¹ durante um período de 3 a 4 meses ao ano. Nos meses restantes a escassez de chuvas e assim, a irrigação é indispensável. A água necessária para atender a demanda evapotranspirativa de um coqueiral é um parâmetro importante a ser considerado no planejamento, dimensionamento e manejo da irrigação. A irrigação pode ser suplementar, quando se busca corrigir a escassez de chuvas ou total e em períodos secos (Yusuf & Varadan, 1993 apud Bezerra, 2002).

O coqueiro pode sobreviver a longos períodos de estresse hídrico; entretanto, nessas condições sua produtividade é severamente afetada; os primeiros sintomas de estresse são manifestados pela queda prematura de frutos e pela senescência precoce das folhas;

qualquer adição de água nessas condições será refletida diretamente na melhoria da aparência e da produtividade da planta (Ohler, 1984).

Segundo Mahindapala & Pinto (1991) as necessidades hídricas anuais do coqueiro (cv. Gigante) são da ordem de 1500 mm, uniformemente distribuídas, sendo que veranicos superiores a dois meses podem retardar o crescimento e reduzir a produtividade.

De acordo com a EMBRAPA (1993) em condições agroecológicas favoráveis e em boas condições de manejo o coqueiro Anão irrigado produz, em média, 20, 60, 80 e 100 frutos por planta ano⁻¹, respectivamente nos 3º, 4º, 5º e 6º anos após o plantio; em condições de sequeiro e neste mesmo período, a produção é de 5, 15, 30 e 50 frutos por planta ano. As produtividades médias em diferentes situações de manejo obtidas no Rio Grande do Norte, Maranhão, Pernambuco, Alagoas e Bahia, variam de 3000 e 5000 frutos ha⁻¹ano⁻¹ (Anuário Estatístico do Brasil, 1992).

O Institut de Recherches Pour Lês Huilles et Oléagineux, citado por Ferreira et al. (1997) indica que a evapotranspiração do coqueiro Anão é maior que a do coqueiro Gigante. A FAO (1984) afirma que o peso médio dos frutos no momento da colheita do coco está relacionado às características genéticas (individual e varietal) e às condições edafoclimáticas durante o desenvolvimento, sendo forte a influência dos fatores hídricos a partir do momento de formação do óvulo até a colheita.

O coqueiro pode ter suas necessidades hídricas calculadas através da evapotranspiração máxima ou potencial (ETP), e do coeficiente de cultivo (Kc), dependendo do estágio da cultura, em que a Evapotranspiração Real é Kc.ETP (Doorembos & Kassam, 1994). De um modo geral se tem utilizado no Brasil, cálculo da quantidade de água a ser aplicada no coqueiro, um Kc de 0,8 para plantas adultas em produção (Gomes, 1999).

Silva Júnior (1994) estudou os efeitos do estress hídrico sobre importantes características fisiológicas em coqueiros que foram irrigados moderadamente durante os primeiros anos de vida, em comparação com coqueiros cultivados em solo arenoso que nunca foram irrigados.

Fontes et al (1994) estudaram o efeito da irrigação (6 a 7 litros de água m⁻²) sobre a germinação da semente e constataram que a irrigação proporciona maior índice de plantas germinadas e aumento da velocidade de germinação. Passos (1997), estudando o efeito da irrigação na formação de mudas, afirmou que as mudas que foram irrigadas apresentaram vigor vegetativo superior, principalmente quanto à circunferência do coleto. Nair et al. (1995) encontraram na Índia efeitos positivos da irrigação sobre o coqueiro durante

a fase de produção com irrigação por gotejamento com uma lâmina de 30 L planta⁻¹ dia⁻¹, observando significativos aumentos na produção de frutos ao longo do estudo.

Miranda et al. (1999), trabalhando com o coqueiro Anão irrigado em região litorânea do Ceará, aplicando um volume de água por irrigação de forma que a tensão do solo medida no campo permanecesse sempre entre a capacidade de campo (-8kPa) e uma tensão máxima de 20kPa, constataram que o início de produção ocorreu quando as plantas apresentavam 28 meses de idade. Nesse mesmo trabalho se verificou que a produção de frutos no primeiro ano foi de 118 frutos planta ano⁻¹.

Nogueira et al. (1998), analisando o efeito da falta d'água sobre o desenvolvimento do coqueiro, mostraram que as plantas que receberam água, mesmo que moderadamente, apresentaram um desenvolvimento melhor que aquelas que não foram irrigadas; estes mesmo autores citam estudos em que as raízes, ao encontrarem camadas endurecidas de solo, achataram-se, formando uma superfície rugosa e perderam a função de absorção. A irrigação exerce influência no desenvolvimento e distribuição das raízes no perfil do solo.

A título de exemplo apresentam-se na Tabela 2.1, alguns dados de Miranda et al. (1999), mostrando as necessidades de água da cultura do coqueiro Anão a partir do segundo ano de cultivo. A estimativa da demanda hídrica da cultura (Etc) apresentada foi obtida considerando-se o mês com maior demanda climática e de acordo com a evapotranspiração de referência (Eto) média diária em torno de 5 mm dia⁻¹ e um coeficiente da cultura (Kc) igual a 0,8 (plantas adultas) e configuração de 7,5 x 7,5 x 7,5 m em triângulo (48,8 m² por planta) com uma eficiência do sistema de irrigação de 90% (irrigação localizada). Assim, para um volume líquido de 117 L planta⁻¹ dia⁻¹, o volume bruto será de 130 L planta⁻¹ dia⁻¹.

Tabela 2.1. Quantidade da água necessária a ser aplicada em coqueiro Anão

Cobertura do solo pela planta (%)	Quantidade de água (L planta ⁻¹ dia ⁻¹)	
	Necessidade líquida	A ser aplicada *
20	39	43
40	77	85
60	117	130
80	156	173

Fonte: Miranda et al. (1999)

De acordo com Alvim & Kozlowski (1977), o coqueiro possui características fisiológicas únicas que o fazem particularmente susceptível, tanto ao estresse hídrico como ao alagamento, ressaltando-se que o tamanho das folhas é quase o mesmo para todas as idades, de forma que a transpiração, em condição de constante temperatura, umidade e movimento do ar, varia pouco em todos os estádios de crescimento; o potencial gravitacional influencia significativamente, de forma negativa, o processo de absorção de água com o aumento da idade da planta e altura da árvore; a resistência a penetração de água através do atrito, também aumenta com a idade das plantas; enfim, a elevação do lençol freático na zona de desenvolvimento das raízes pode causar a morte das raízes, por asfixia.

Henry & Chandrasekar (1983), na Índia, estudando o efeito da irrigação no coqueiro Gigante durante oito anos, observaram aumento no número de folhas, tamanho do caule, produção de frutos, precocidade e uniformidade na floração em relação as plantas de cultivo em sequeiro.

Bhaskaran & Leela (1977) constataram, em Nileshtar, na Índia, aumento de 34 a 215% na produção do coqueiro Gigante (fase adulta) devido à prática de irrigação; as plantas com menores produções (< 20 frutos planta⁻¹ano⁻¹) foram as de maior resposta à irrigação de 800 L planta⁻¹semana⁻¹.

Nair et al. (1995) em Calicut (Índia), estudando diferentes métodos de irrigação em coqueiro Gigante, constataram as maiores produções quando as plantas foram irrigadas por gotejamento, aplicando-se 600 L planta⁻¹semana⁻¹.

Segundo Jayasekara (1993) um coqueiro adulto com 35 folhas (150 m² de área foliar) transpira 30 a 120 L dia⁻¹ de água, dependendo da demanda evaporativa da atmosfera e do teor de umidade do solo. No Brasil, de modo geral tem-se utilizado, no cálculo da quantidade de água aplicada na cultura do coqueiro, o coeficiente de cultivo (Kc) de 0,8 para plantas adultas (Nogueira et al., 1998).

Conforme Richards & Fireman (1943), é bastante difícil e imprecisa qualquer definição de água disponível no solo, dado o dinamismo do processo e a grande variabilidade dos fatores que o afetam. Na realidade as plantas só produzem satisfatoriamente em uma faixa que vai desde a capacidade de campo até uma umidade crítica, que varia com a espécie vegetal. É a partir da umidade crítica que a planta vai consumir energia para extrair água e nutrientes do solo, armazenando-a nos frutos e priorizando, assim sua sobrevivência à produção.

Souza (2005) estudando o manejo de irrigação e o consumo hídrico em plantas de coqueiro Anão Verde com seis anos de idade nos tabuleiros costeiros de Sergipe afirma

que o coeficiente de cultura (Kc), obtido pelo balanço de energia baseado na razão de Bowen, variou de 0,4 a 1,2. Com base no balanço hídrico do solo, os valores médios semanais do Kc variaram de 0,15 a 0,96 para o tratamento de 50 litros de água dia⁻¹; de 0,27 a 1,03 pra o tratamento de 100 L d⁻¹; e de 0,24 a 1,08 para o tratamento de 150 litros de água dia⁻¹.

Estudos realizados nas condições agroclimáticas de Keral (Índia), por Jayakumar et al. (1988), indicaram que o consumo de água do coqueiro-gigante de seis anos de idade variou de 2,7 mm dia⁻¹ até 4,1 mm dia⁻¹ (132 a 200 L planta⁻¹ dia⁻¹), com média de 3,3 mm dia⁻¹ (162 L planta⁻¹ dia⁻¹). Os coeficientes de cultivo (Kc) observados foram de 0,54 para valores de ETo calculados pelo método de Penman-FAO, 0,73 para o método de Blaney-Criddle e 0,65 para o método do tanque classe A. Na mesma região, Rao (1989) registrou, em coqueiro-gigante de cinco anos de idade, valores de Kc que variaram de 0,60 a 0,96 durante o ano, com valor médio anual de 0,82. Naquelas condições, a necessidade de água do coqueiro variou de 122 a 207 L planta⁻¹ dia⁻¹.

A grande maioria dos estudos a respeito das necessidades hídricas do coqueiro foi realizada nas condições edafoclimáticas da Ásia, utilizando variedades Gigantes. No entanto, no Brasil, a maior parte dos plantios irrigados de coqueiro utiliza a variedade Anã, e os estudos a respeito de suas necessidades hídricas encontram-se em fase inicial. Estudos em andamento em Paraipaba – CE, indicaram, em plantas jovens de coqueiro-anão irrigadas por microaspersão, um consumo de água variando de 8 a 12 L planta⁻¹ dia⁻¹ nos primeiros seis meses após o plantio, de 12 a 28 L planta⁻¹ dia⁻¹ dos 7 aos 12 meses, e de 30 a 55 L planta⁻¹ dia⁻¹ dos 13 aos 18 meses de idade (Miranda et al., 1999). No Brasil, de um modo geral, tem-se utilizado, no cálculo da quantidade de água a ser aplicada na cultura do coqueiro, o fator de cultivo (Kc) de 0,8 para plantas adultas. A Tabela 2.2 apresenta o Kc do coqueiro da fase inicial à fase adulta.

Tabela 2.2. Coeficiente de cultivo (Kc) do coqueiro da fase inicial à fase adulta

Fase do coqueiro	Kc da cultura
0 – 6	0,20 a 0,25
6 – 12	0,40 a 0,50
12 – 24	0,60 a 0,70
> 24	0,85 a 0,95

Fonte: Santos (2002)

2.1.5. Manejo da Irrigação

O manejo da água em culturas irrigadas tem como ponto chave, decidir como, quanto e quando irrigar. Normalmente, a quantidade de água a ser aplicada é determinada pela necessidade hídrica da cultura, podendo ser estimada através da evapotranspiração ou por meio de medições da tensão da água no solo. Para se definir o momento da irrigação podem-se utilizar, além dos critérios mencionados, outras medidas de avaliação de água no solo, como turno de irrigação, ou considerar os sintomas de deficiência de água nas plantas (Souza et al., 1997).

O monitoramento do desenvolvimento da cultura possibilita a utilização de práticas de manejo que visem à otimização da aplicação de água através da lâmina de irrigação mais adequada em cada fase fenológica da cultura. A redução de disponibilidade de água no solo representa fator ambiental de efeito limitante ao crescimento, rendimento e qualidade da produção (Hostalácio & Válio, 1984). Muitos processos fisiológicos, como germinação, crescimento e desenvolvimento foliar, acúmulo de fitomassa, tamanho e maturação do fruto, são afetados diretamente, tanto pelo déficit hídrico quanto pela concentração de sais na água de irrigação sendo, conseqüentemente, afetado todo o ciclo da cultura (Mendlinger & Pasternak, 1992).

Segundo Doorembos & Kassan (1979), o manejo correto da irrigação não permite a ocorrência de déficits prejudiciais à rentabilidade econômica da cultura e deve ser feito de acordo com as tensões de água no solo recomendadas para cada período do ciclo fenológico, obedecendo às seguintes recomendações: durante o período de germinação, estabelecimento das plântulas e início do período vegetativo a cultura demanda pequenas lâminas que devem ser aplicadas em turnos de rega pequenos; durante a segunda fase do período vegetativo (alongamento do colmo) e primeira fase da formação da parte colhível, a cultura, devido ao crescimento do sistema radicular, necessita de maior volume de água disponível no solo, devendo-se aplicar lâminas maiores em turnos de rega também maiores que os períodos anteriores; na segunda fase do período de formação da colheita a exigência da planta diminui devendo-se aplicar lâminas menores que as da fase anterior; e durante o período de maturação as lâminas devem ser ainda menores para aumentar a concentração de sacarose, devendo a irrigação ser suspensa nos últimos dias que antecedem a colheita.

A produtividade e a qualidade dos frutos estão diretamente relacionadas às condições edafoclimáticas de cada região, fazendo-se necessário, portanto, o domínio das condições edáficas e do conhecimento das necessidades hídricas das plantas nos seus

diferentes estágios de crescimento. As zonas áridas e semi-áridas são caracterizadas, na maioria das vezes, pela limitação no suprimento de água, em termos de quantidade e qualidade. São regiões onde os processos evapotranspirativos são elevados, o que facilita a perda de água pela cultura e a concentração de sais na superfície do solo (Yaalon, 1967).

A importância da água está relacionada não apenas a sua falta, mas, também, ao seu excesso. A restrição hídrica, além de reduzir o crescimento da planta, favorece a produção de flores masculinas e estéreis, reduzindo a produção de frutos; por outro lado, o excesso de água na região em torno da raiz da planta diminui a aeração, afeta a absorção de nutrientes, aumenta o aparecimento de doenças, além de possibilitar a lixiviação dos nutrientes (Marin et al., 1995).

A determinação da quantidade de água necessária para as culturas é um dos principais parâmetros para o correto planejamento, dimensionamento e manejo de qualquer sistema de irrigação; sua quantificação é realizada fazendo-se o balanço hídrico na camada do solo ocupada pelo sistema radicular da cultura, o qual tem na “evapotranspiração” e na precipitação pluviométrica, seus principais componentes (Bernardo, 1995). A evaporação da água de uma superfície representa uma parcela significativa de contribuição para o equilíbrio hidrológico e, em relação ao balanço hídrico, constitui a parcela de água transferida para a atmosfera (Silva et al., 2001). Conhecer valores representativos desse componente climatológico em ecossistemas atmosféricos torna-se essencial para compreensão de todo o sistema. Informações quantitativas de evaporação e evapotranspiração são oportunas nos vários campos científicos que tratam dos problemas do manejo de água. Dados confiáveis de evaporação são exigidos para o planejamento, construção e operação de reservatórios e sistemas de irrigação e drenagem (Berlato & Molion, 1981).

Um planejamento da irrigação baseado em valores empíricos do K_c , que não seja o local estabelecido, certamente acarretará sobrestimativa ou subestimativa das reais necessidades hídricas da cultura podendo refletir nos custos de produção, na redução da qualidade do produto e da produtividade agrícola (Silva et al., 2001).

O coeficiente da cultura K_c é um fator imprescindível no indicativo do consumo de água ideal para a planta durante todo o seu ciclo constituindo-se, portanto, em elemento essencial para um escalonamento mais racional de projeto e manejo de irrigação. O K_c depende do estágio de desenvolvimento da cultura, do sistema de irrigação, da densidade de plantio e das condições atmosféricas dominantes. Para Doorembos & Pruitt (1997), o coeficiente de cultivo é a relação entre a evapotranspiração máxima (ET_m) de uma cultura em

qualquer fase do seu desenvolvimento fenológico e sem restrição hídrica e a evapotranspiração de referência (ET_o), dado por:

$$K_c = \frac{ET_m}{ET_o} \quad (1)$$

donde :

ET_m – evapotranspiração máxima (ou potencial) da cultura (mm dia⁻¹)

ET_o- evapotranspiração de referência (mm dia⁻¹)

O conhecimento dos períodos críticos do desenvolvimento das culturas possibilita a adoção de práticas de manejo que visem à otimização da irrigação, alcançada através da aplicação da lâmina de irrigação certa e no estágio da cultura que apresente maior potencial de resposta (Cunha & Bergamaschi, 1992).

O crescimento e o rendimento da cultura do coqueiro são sensíveis ao estresse hídrico principalmente devido ao sistema radicular ser muito superficial (Doorembos & Kassam, 1979).

2.1.6. Cobertura do solo

A cobertura do solo ou mulching consiste na colocação de qualquer material na superfície do solo formando uma barreira física à transferência de energia e vapor de água para a atmosfera (Streck et al., 1994).

Coberturas transparentes e translúcidas proporcionam maior radiação líquida na superfície do solo, aumentando o fluxo de calor e, como consequência, as suas temperaturas mínima e máxima são superiores; já as coberturas opacas diminuem o fluxo de calor e, independente da sua natureza, reduzem a evaporação e aumentam a conservação da umidade.

A cobertura morta consiste na aplicação de restos de material vegetal sobre o solo e é utilizada, basicamente, para reduzir as perdas de água do solo por evaporação e a ocorrência de plantas invasoras. O uso desta técnica provoca modificações microclimáticas,

pois, além de alterar o balanço de radiação devido à diferença no coeficiente de reflexão, modifica todos os outros componentes do balanço de energia na superfície.

A cobertura morta exerce influência marcante nas características físicas, químicas e biológicas do solo. A superfície do solo protegida pela cobertura não sofrerá o impacto direto das gotas de chuva em a conseqüente desagregação. Tanto a qualidade como a quantidade dos resíduos vegetais exerce influência na infiltração. A densa e espessa cobertura morta promovida pela aveia preta proporciona as maiores taxas de infiltração de água no solo (Sidiras et al., 1984).

De acordo com Streck et al. (1994), ao se comparar temperatura entre solo descoberto e com mulching é conveniente levar em consideração as diferenças entre os teores de umidade no solo, que modificam suas propriedades térmicas e alteram o balanço de energia.

Cermeño (1990) enfatiza os benefícios que pode obter quando o solo é coberto com filmes plásticos e, entre eles, destaca-se a economia, uma vez que se evitam capinas e se diminuem as regas; o aumento da produção, já que se estabelecem um regime uniforme de umidade no solo, manutenção de boa estruturação do solo, maior aproveitamento de fertilizantes, inexistência de plantas competidoras e menor número de plantas apodrecidas ou danificadas.

Trabalhos citados por Streck et al. (1994) mostram que o uso de cobertura morta (plásticos opacos, resíduos de petróleo, resíduos de cultivos agrícolas e papel) amortece a curva diária da temperatura do solo, diminuindo a temperatura máxima e elevando a temperatura mínima. Schneider et al. (1993) relata que, em certos casos, os aumentos de produtividade em culturas que tiveram o solo coberto, foram superiores a 34% e, em muitos casos, acima de 100% em relação à parcela não-coberta. De acordo com Bergamaschi & Eguadagnin (1993), a amplitude de variação da temperatura do solo diminui acentuadamente nos primeiros centímetros de profundidade, no mesmo instante em que ocorre retardamento no período de ocorrência das máximas e mínimas, em função da magnitude e da lentidão do fluxo de calor no seu interior.

Trabalho realizado por Furlani (2000) sobre o efeito do preparo do solo e do manejo da cobertura de inverno na cultura do feijoeiro, mostra que dois dias após a semeadura da cultura do feijoeiro, os diferentes tipos de manejos estudados (rolo faca, palha picada e distribuída, com herbicida e solo descoberto) apresentaram pequena influência sobre a temperatura do solo. No tratamento em que o solo permaneceu sem cultura no período do inverno, a temperatura foi menor, fatos explicados pela quantidade de resíduos vegetais das

safras anteriores presentes na superfície do solo, visto que nesse tratamento não ocorreu mobilização do solo.

Trabalhos nos quais se utilizou casca de arroz (Lal, 1974), resíduo de aveia (Derpsch et al., 1985), palha de trigo (Bragagnolo & Mielniczuk, 1990) como mulching mostraram redução da temperatura do solo principalmente nas horas de maior incidência de radiação solar.

Bragagnolo & Mielniczuk (1990), trabalhando com cobertura do solo utilizando resíduos de várias culturas, notaram diminuição da temperatura máxima com o aumento da massa seca residual. Vieira et al. (1991) encontraram baixa correlação entre quantidade de cobertura e a temperatura do solo, atribuindo o resultado à reduzida radiação solar incidente, em razão de o experimento ter sido conduzido durante o inverno na região Sudeste do Brasil.

Bragagnolo & Mielniczuk (1990), estudando a palha de trigo como cobertura do solo, constatou redução de 0,6 a 1,1 °C, por t ha⁻¹ de matéria seca na sua temperatura máxima e concluíram que a diferença entre a temperatura do solo descoberto e aquele com cobertura morta, é função também do teor de água no solo, sendo maior quanto maior for a diferença de umidade do solo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área Experimental

3.1.1. Localização

O trabalho foi conduzido sob condições de campo, no período de 2 de março de 2005 a 30 de maio de 2006, totalizando 14 meses, no Sítio Jucurí, localizado no município de Pocinhos, PB, Mesorregião Agreste Paraibano, distante 132 km de João Pessoa, Capital do Estado, e a 18 km de Campina Grande, cuja área está situada nas seguintes coordenadas geográficas: 7°3'16 de Latitude Sul e 36°3'10 de Longitude Oeste do meridiano de Greenwich e altitude entre 646 m. A área que se realizou experimento mede 40 x 96 m, perfazendo área total de 3.840 m² (Figura 3.1).



Figura 3.1. Vista parcial da área experimental no sítio Jucurí, Pocinhos, PB

3.1.2. Clima

O clima é do tipo Tropical chuvoso, com verão seco e, de acordo com a classificação de Köppen, do tipo BSw^h, ou seja, clima seco do tipo estepe, com estação seca durante o inverno, apresentando temperatura mínima anual de 21 °C e máxima de 30 °C. A estação chuvosa se inicia em janeiro/fevereiro com término em agosto, podendo adiantar-se até outubro. A precipitação média anual se acha em torno de 400 mm e a evapotranspiração potencial em torno de 1.150 mm (Silva et al., 1987). O período de maior precipitação vai de

março a junho. A Tabela 3.1 apresenta os dados mensais de precipitação durante todo o período de pesquisa.

Tabela 3.1. Precipitação mensal média para o período estudado no município de Pocinhos, PB

Meses	Precipitação mensal média (mm)	
	2005	2006
Março	121,3	71,5
Abril	30,1	37,3
Maio	80,1	44,0
Junho	89,7	58,4
Julho	18,3	-
Agosto	48,9	-
Setembro	5,2	-
Outubro	4,4	-
Novembro	1,4	-
Dezembro	62,8	-

3.1.3. Solos

A área experimental é de relevo plano, com solos de boa drenagem, classificado como solos Litólicos Eutróficos, textura franco-arenosa, fase pedregosa e rochosa, caatinga hiperxerófila, relevo suave ondulado, substrato gnasse e granito (EMBRAPA, 1999). As características físico-hídricas e químicas do solo foram determinadas no Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS) da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande-UFCG, para as camadas de 0,00-0,20; 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m de profundidade (Tabela 3.2). As metodologias de análises foram as propostas pela EMBRAPA (1979).

Tabela 3.2. Características físico-hídricas e químicas do solo

Prof. (cm)	Granulometria (g kg ⁻¹)			Classe Textural	CC	PMP	Dg		
	areia	Silte	Argila					% base solo seco	(g cm ⁻³)
0-20	47,2	00,4	52,4	Franco-Arenoso	1,76	2,42	1,82		
0-40	6,74	0,02	3,24	Franco-Arenoso	2,39	2,51	1,81		
0-60	6,77	,99	5,24	Franco-Arenoso	2,55	2,48	1,73		
Fertilidade	al	Ca	Mg	Na	K	P	pH	CEes	M.O.
	----- (cmol _c kg ⁻¹) -----			----- (mg kg ⁻¹) -----				dS m ⁻¹	kg ⁻¹
	0,0	2,71	2,40	0,85	0,15	8,53	6,26	0,47	0,38

Dg = Densidade global; CEes = Condutividade Elétrica do extrato de saturação; PMP = Ponto de Murcha Permanente; CC = Capacidade de Campo; MO = Matéria Orgânica

Obtiveram-se as curvas de retenção de água do solo no laboratório, através da desorção de amostras de solo saturadas utilizando o Extrator de Richards (Carvalho, 2000). As amostras colhidas nas profundidades de 0,00-0,20; 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m foram submetidas as tensões de 10; 33; 50; 100; 500; 1.000 e 1.500 kPa e as curvas obtidas ajustadas, utilizando-se a equação de van Genuchten (1980) e o software SWRC, desenvolvido por Dourado Neto et al. (1990). A Figura 3.2 apresenta as curvas de retenção de água nas profundidades de 0,00-0,20; 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m.

A condutividade capilar do solo para as profundidades de 0,00-0,20; 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m, foi definida através do método do perfil instantâneo, segundo metodologia descrita por Libardi (1995). A Figura 3.3 apresenta a relação entre a condutividade capilar e o conteúdo de água do solo para as três profundidades estudadas.

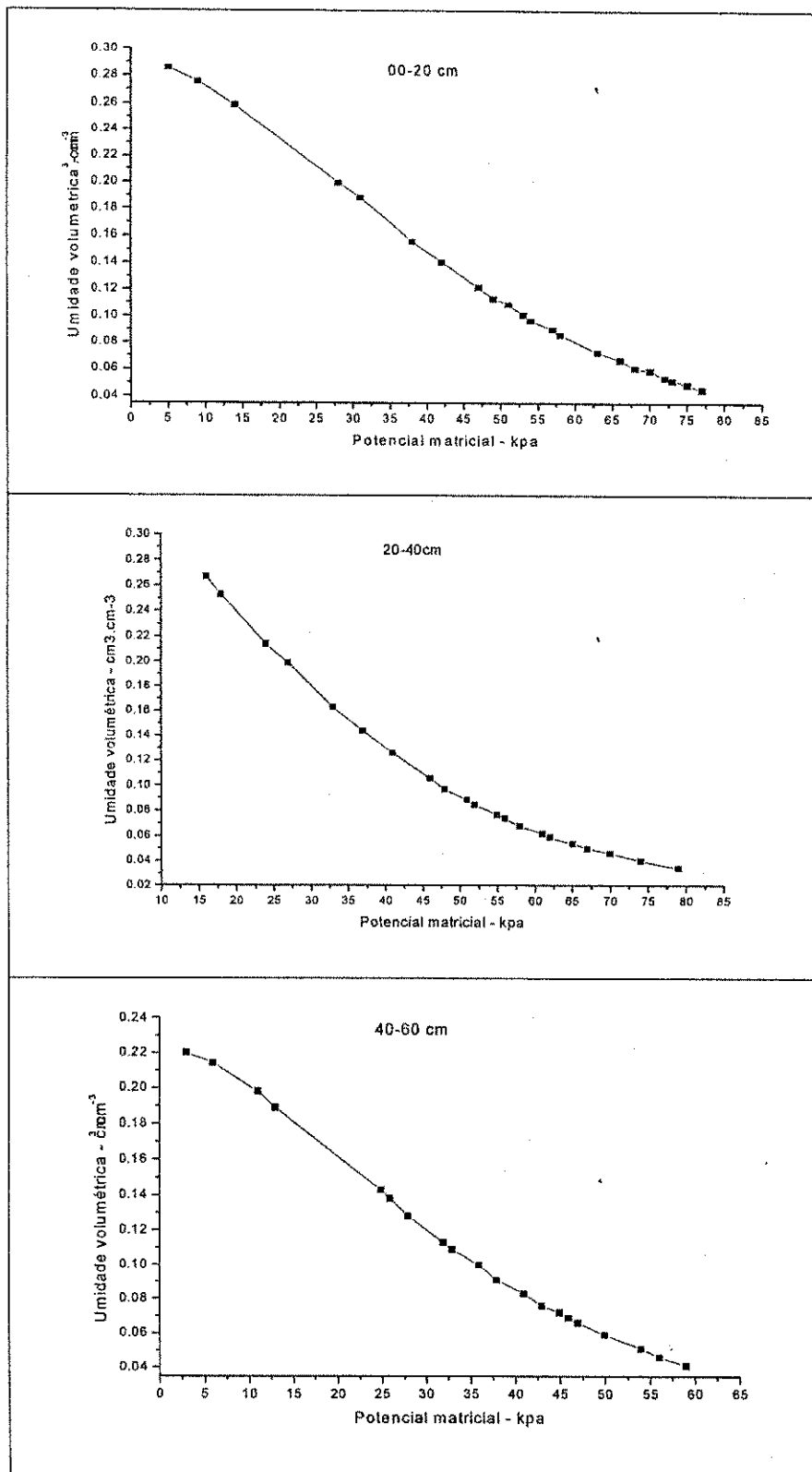


Figura 3.2. Curvas de retenção de água do solo para as profundidades de 0,00-0,20; 0,20-0,4 e 0,40-0,60 m

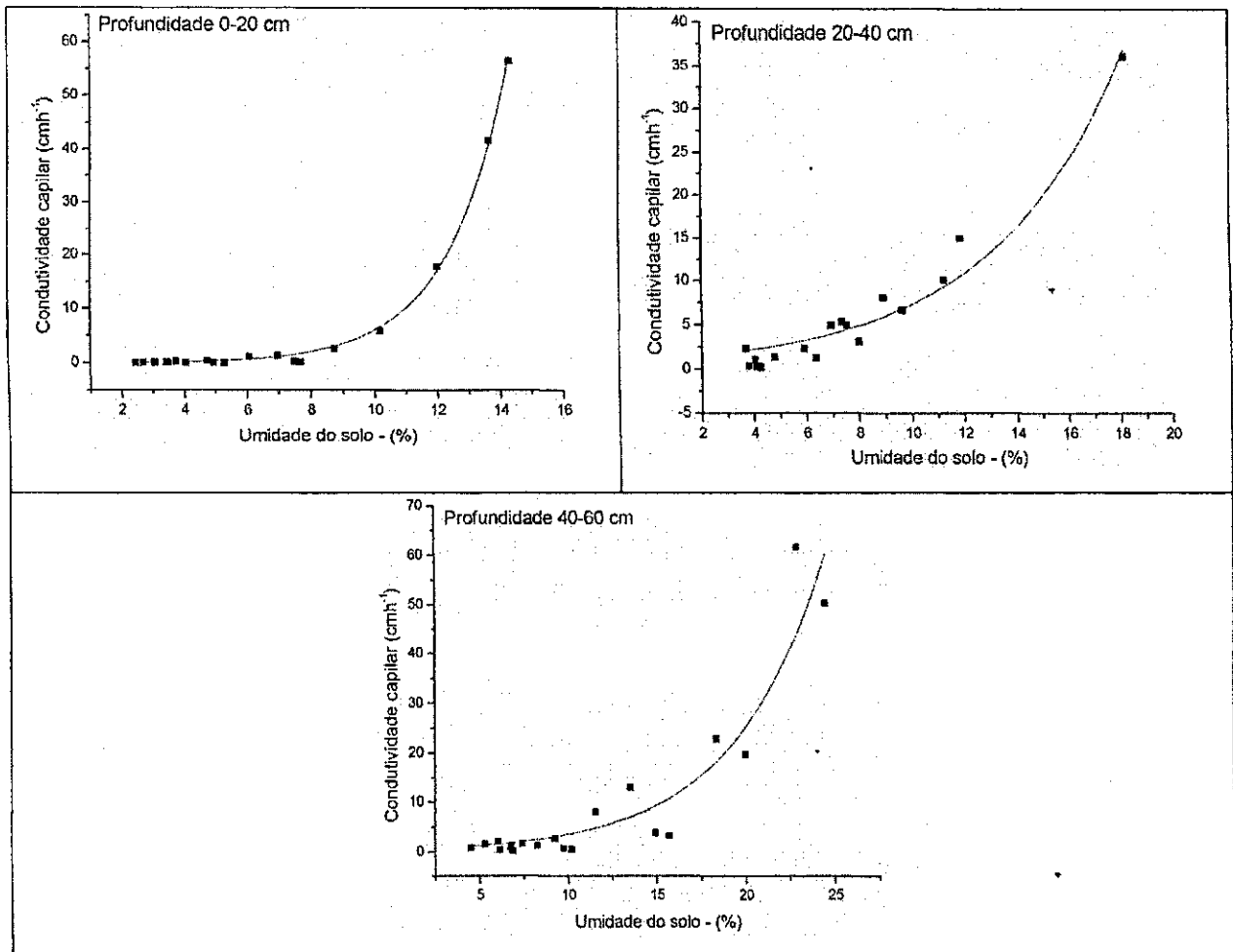


Figura 3.3. Condutividade capilar em função do teor de água do solo em diversas profundidades.

3.2. Tratamentos e delineamento experimental

3.2.1. Tratamentos

3.2.1.1. Volumes de água

A quantidade de água aplicada no coqueiro não correspondeu à que permitiria a manutenção da capacidade de campo; no entanto, ela foi determinada em função da evaporação e um tanque de evaporação Classe A, instalado na área de estudo.

Para a aplicação de diferentes volumes de água - correspondentes à uma lâmina constante de 7 mm - foram instalados ao redor dos coqueiros quatro anéis de zinco de diâmetros $D1 = 70$ cm, $D2 = 80$ cm, $D3 = 90$ cm e $D4 = 100$ cm, resultando nos seguintes volumes:

- V1 (70 cm de diâmetro) = 2,69 L planta dia⁻¹
- V2 (80 cm de diâmetro) = 3,52 L planta dia⁻¹
- V3 (90 cm de diâmetro) = 4,45 L planta dia⁻¹
- V4 (100 cm de diâmetro) = 5,50 L planta dia⁻¹
- Testemunha = 20 L planta dia⁻¹

3.2.1.2. Cobertura do solo

Utilizou-se dois tipos de cobertura - solo descoberto (SD) e solo coberto (SC) com uma manta plástica de polietileno de dupla face (preta e branca), tendo a face branca voltada para cima.

3.2.2. Delineamento experimental

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial mais um tratamento adicional (testemunha) [(4 x 2) + 1] cujos fatores foram quatro volumes de água: V1, V2, V3 e V4 correspondentes à lâmina de 7 mm quando colocada em anéis de zinco com diâmetros de 70, 80, 90 e 100 cm e duas condições de superfície de solo: solo descoberto (SD) e com cobertura (SC), com três repetições. Uma parcela manejada da forma como normalmente é feita na região (bacia com um diâmetro de 1,0 m e irrigada diariamente com 20 litros por planta) constituiu a testemunha.

A Figura 3.4 representa o croqui experimental, de acordo com a disposição das plantas experimentais e cada tratamento.

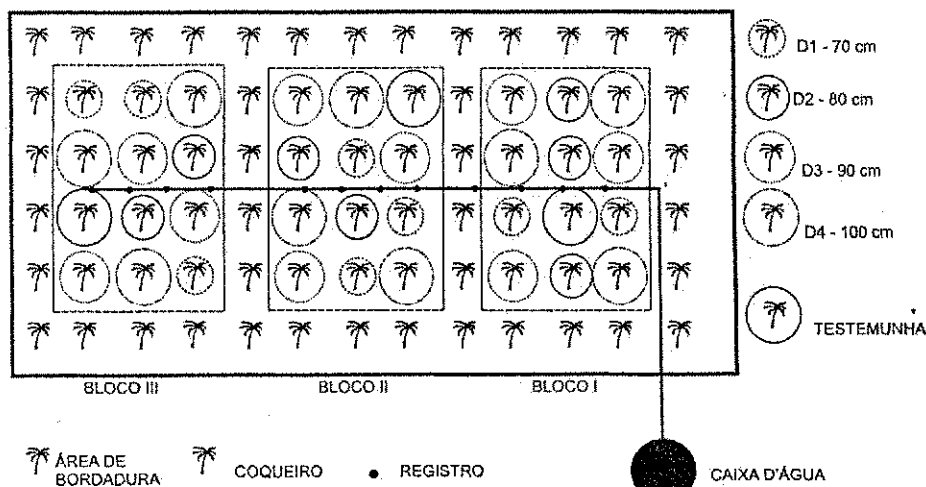


Figura 3.4. Croqui da área experimental, indicando distribuição das plantas e o delineamento

3.3. Cultura e tratos culturais

A cultivar estudada foi o coqueiro Anão verde (*Cocos nucifera* L.), com 6 meses de idade, cujas mudas foram provenientes da fazenda experimental do Jiqui, pertencente à Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN). As plantas encontravam-se espaçadas em formação quadrangular num espaçamento, de 8,0 x 8,0 m entre plantas.

De coloração verde, essa variedade apresenta um desenvolvimento vegetativo lento; reproduz-se por auto-fecundação, é mais precoce, isto é, três a quatro anos de crescimento vegetativo e produz grande número de frutos pequenos (120 a 150 plantas⁻¹ano⁻¹); entre as subvariedades (verde, amarela e vermelha), é a mais resistente às condições adversas do ambiente (Siqueira et al., 1997).

Realizou-se, mensalmente, durante o experimento capina, com o objetivo de eliminar a concorrência exercida pelas plantas daninhas. O controle de doenças, pragas e adubações foi realizado de acordo com recomendações técnicas da Embrapa Tabuleiros Costeiros, SE. Observou-se, durante o período experimental que a praga Broca-do-olho-do-coqueiro (*Rhynchophorus palmarum* L.) controlada com armadilhas iscadas com feromônio de agregação sintético (rincofol) + atraente alimentar (casca de frutos de coco) e coleta diária de besouros, pelas armadilhas; a doença queima das folhas causada pelo fungo *Botryosphaeria cocogena*, foi controlada pelo corte e queima das folhas atingidas.

A adubação foi realizada com aplicação de fertilizantes orgânicos e químicos. Os adubos orgânicos aplicados a cada dois meses, foram: esterco bovino 30 L planta⁻¹ e cama de frango 25 L planta⁻¹. As adubações químicas com nitrogênio e potássio foram realizadas com base nas sugestões de Sobral (1997) que recomenda a aplicação de 300 g de uréia e 200 g de cloreto de potássio por planta no primeiro ano após o plantio. Realizaram-se aplicações mensais fornecendo-se, por planta, 50 g de uréia, 60 g de cloreto de potássio e 80 g de fósforo.

ADP – capacidade de água disponível para a planta em mm

CC – capacidade de campo, % em peso

PMP – ponto de murcha permanente, % em peso

da – densidade do solo, g cm^{-3}

Z – profundidade efetiva do sistema radicular em cm

O volume de irrigação aplicado diariamente às 8h30min ao coqueiro com o tratamento SD (solo descoberto) foi aquele correspondente a cada diâmetro do anel de zinco que circundava a planta para uma lâmina de 7,0 mm; ao coqueiro com o tratamento SC (solo descoberto) a irrigação foi idêntica a aplicada no SD, porém aplicada em dias alternados. Durante o período chuvoso em que ocorreram precipitações superiores a 7 mm foram suspensas as irrigações.

3.5. Parâmetros avaliados

Estudou-se, durante 14 meses, o efeito dos tratamentos sobre o crescimento e desenvolvimento do coqueiro Anão (cultivar Anão Verde do Jiqui). Na avaliação do efeito dos tratamentos foram consideradas variáveis de crescimento e desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular.

O crescimento e desenvolvimento da planta foram avaliados mensalmente nas plantas, e enquanto do sistema radicular, ao final do experimento.

Definiram-se os seguintes parâmetros relacionados ao crescimento da planta:

- Diâmetro do caule (DC)
- Altura da planta (AP)
- Comprimento da raiz (CRa)
- Peso verde da raiz (PVRa)
- Peso seco da raiz (PSRa)
- Relação peso seco da raiz/comprimento da raiz (PSRa/CRa)
- Relação peso seco da raiz/altura da planta (PSRa/AP);
- Relação peso seco da raiz/diâmetro do caule (PSRa/DC)

Nas avaliações de crescimento das plantas realizadas em intervalos de 30 dias, obteve-se a altura das plantas (h) medindo-se com uma fita métrica o lado longitudinal da

maior folha de cada planta; o diâmetro do coleto (D) foi medido a partir de quatro centímetros do solo com o auxílio de um paquímetro; o peso verde da raiz (PVRa) e o peso seco da raiz (PSRa) ao final do experimento, segundo Beninncasa (1988).

3.6. Análise Estatística

O efeito dos tratamentos (volumes de água de irrigação e cobertura do solo) sobre o crescimento e desenvolvimento do coqueiro foi avaliado aplicando-se análise de variância simples e teste "F" (Gomes, 1990; Ferreira, 2000). Os resultados com respeito ao volume de água de irrigação também foram submetidos à análise de regressão seguida de ajuste de função polinomial, em virtude da natureza quantitativa dos tratamentos. A escolha da equação de melhor ajuste foi baseada na significância do efeito da regressão, dos desvios testados pelo teste F a 5% e no maior coeficiente de determinação (R^2). Os coeficientes das equações de regressão foram testados até 10 % pelo teste "t".

4.0. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Quantidade de água aplicada

O volume de água aplicado por meio da irrigação em cada tratamento, o volume de água recebido através da precipitação bem como a quantidade total (Volume aplicado por irrigação mais precipitação efetiva) se encontram na Tabela 4.1.

Tabela 4.1. Volume de água diário aplicado por irrigação (VADI), número de irrigações (NI), volume de água total irrigado (VATI), precipitação efetiva (Pe) e o volume de água de cada total aplicado (VATA) em cada tratamento durante o período avaliado (Março de 2005 a maio 2006)

Tratamentos	VADI (L)	NI	VATI (L)	Pe (Li)	VATA (L)
D1SC	2,5	196	490	0,00	490
D1SD	2,5	391	977,50	197,42	1194,92
D2SC	3,5	196	686	0,00	686
D2SD	3,5	391	1368,50	257,85	1626,35
D3SC	4,5	196	882	0,00	882
D3SD	4,5	391	1759,50	326,35	2085,85
D4SC	5,5	196	1078	0,00	1078
D4SD	5,5	391	2150,50	403,90	2554,44
Testemunha	20	391	7820,00	403,90	8223,90

SC- Solo Coberto; SD- Solo Descoberto; D- Diâmetro

Embora a lâmina de irrigação aplicada ao coqueiro tenha sido igual para cada um dos tratamentos de irrigação, 7,0 mm por dia, o volume de água aplicado pela irrigação variou, aumentando com o diâmetro do anel em que a água de irrigação era confinada; desta forma, na condição de solo descoberto com uma frequência de irrigação de 1 dia, resultando em 391 dias de irrigação, para o diâmetro 1 de 70 cm, para o diâmetro 2 de 80 cm, para o diâmetro 3 de 90 cm e para o diâmetro 4 de 100 cm os volumes aplicados através da irrigação foram de 977,50; 1368,50; 1759,59 e 2150,50 L, respectivamente.

A precipitação efetiva recebida durante o período em que se conduziu este experimento foi de 634,8 mm. Somados os volumes de água aplicados pela irrigação mais a precipitação efetiva, obtém-se os volumes totais aplicados ao coqueiro, e mostrados na última coluna da Tabela 4.1; assim, embora as lâminas de irrigação sejam iguais, os volumes aplicados são diferentes.

Na Figura 4.1 se encontra a quantidade total mensal de água aplicada no experimento durante todo o período analisado (630 DAT) nas quatro áreas definidas pelos

anéis de zinco de diâmetros D1, D2, D3 e D4 e para a testemunha, no período de março de 2005 a maio de 2006; nota-se que as maiores quantidades de água foram aplicadas nos intervalos de 240 a 330 DAT e 480 a 630 DAT. As menores lâminas foram encontradas próximo aos 400 DAT em decorrência da baixa pluviometria.

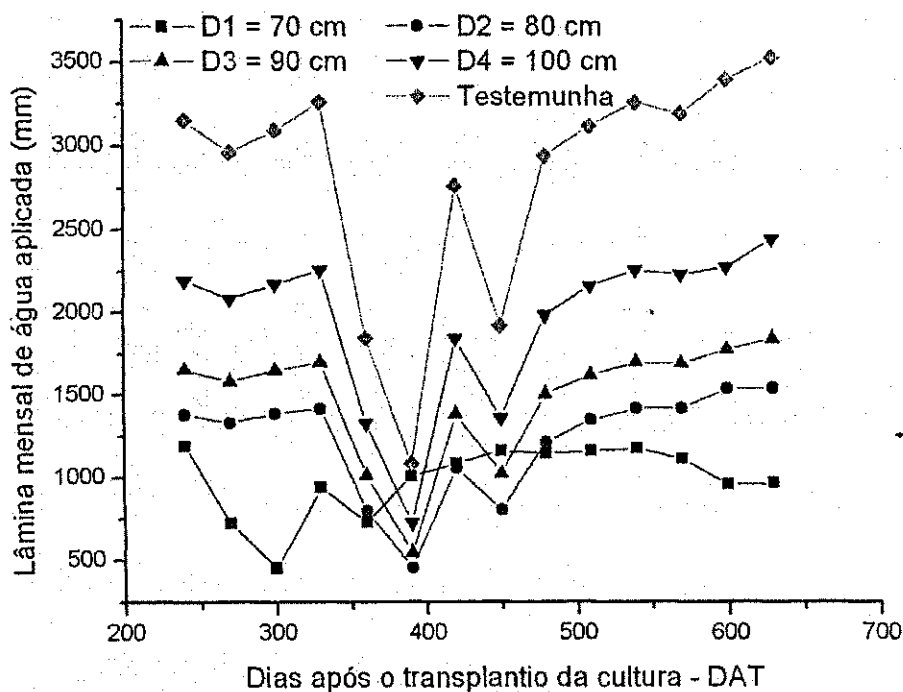


Figura 4.1. Quantidade de água aplicada durante o experimento

As variações da precipitação efetiva ocorridas durante a condução do experimento, são apresentadas na Figura 4.2. A soma dos valores mensais da precipitação desde 240 DAT no campo até 630 DAT, foi de 513,50 mm, sendo a precipitação média mensal neste período de aproximadamente 36,68 mm. Os maiores valores de precipitação, entre 80,10 a 89,70 mm, ocorreram entre 270 e 300 DAT.

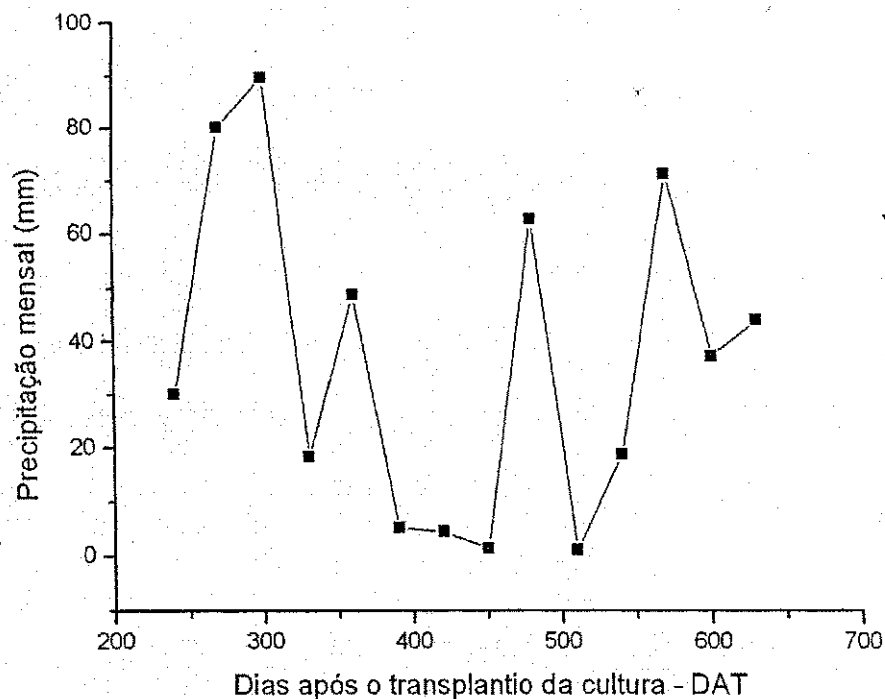


Figura 4.2. Precipitação mensal no período de 230 a 630 DAT

O campo experimental onde foi conduzido o trabalho apresentou elevadas variações de temperatura do ar, dependendo da época do ano, chegando a valores extremos de 38 °C durante o dia, e de 18 °C durante a noite; resultados similares foram encontrados por Santos (2005). As temperaturas médias, máximas e mínimas mensais ao longo do experimento foram de 24,42, 31,24 e 19,52 °C, respectivamente. A evaporação média diária do Tanque Classe A em todo o período (630 DAT) foi de aproximadamente 7,1 mm.

Observa-se, na Figura 4.3, variação da evaporação média mensal, e das temperaturas durante o todo o período do experimento. Os resultados indicam que os valores médios de evaporação do Tanque Classe A apresentaram comportamento similar aos valores observados de temperatura do ar. Durante os meses com valores de temperaturas do ar mais elevadas, houve tendência de aumentar a evaporação, e também nos dias de valores de temperatura do ar menores, observaram-se reduções na evaporação.

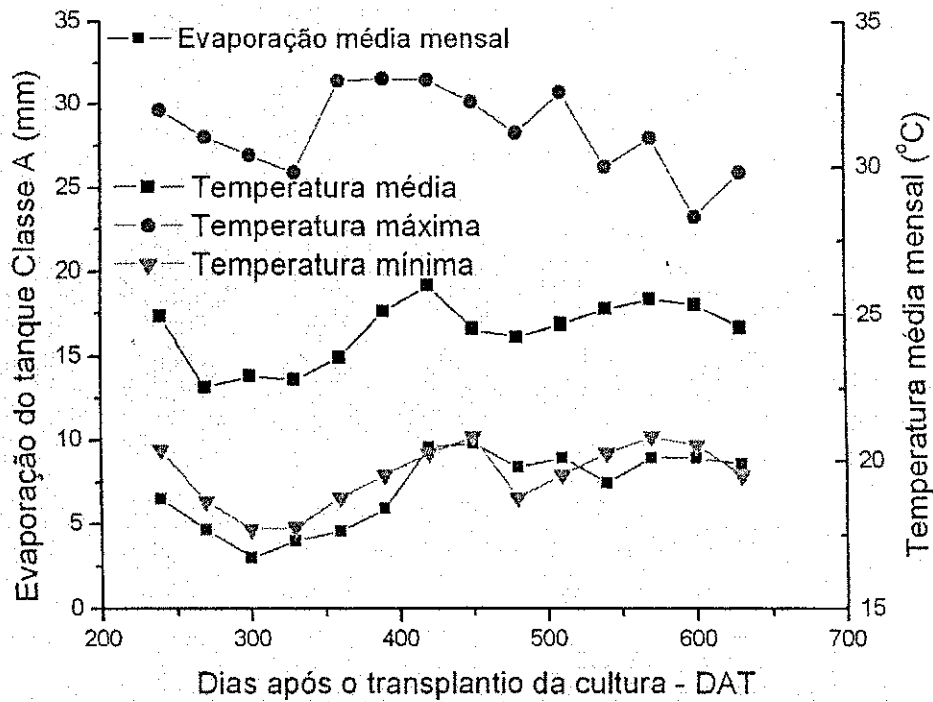


Figura 4.3. Evaporação média mensal do Tanque Classe A e temperaturas médias, máximas e mínimas do ar.

4.2. Variáveis de crescimento

Na Tabela 4.2, são apresentados os resultados das análises de variância referentes à altura da planta e diâmetro do caule. Observa-se, do início até o final da avaliação (240 a 630 DAT), não houve diferença significativa pelo teste F a 1% de probabilidade entre os fatores e a testemunha (fator adicional). A interação D x C também não foi significativa a nível de 5% de probabilidade para as duas variáveis de crescimento de desenvolvimento do coqueiro, indicando não haver dependência entre os efeitos dos fatores diâmetro do anel (D) e tipo de cobertura do solo (C).

Tabela 4.2. Análise de variância da altura da planta (AP) e diâmetro do caule (DC), do coqueiro submetidos aos diferentes tratamentos aos 240, 420, 570 e 640 dias após o transplante

Fonte de variação	GL	Soma do quadrado médio (SQM)			
		AP			
		240 DAT	420 DAT	570 DAT	630 DAT
Diâmetro do anel (D)	3	0,71ns	0,76ns	0,89ns	1,15ns
Cobertura do solo (C)	1	0,05ns	0,46ns	0,14ns	0,27ns
Dx C	3	1,46ns	1,97ns	0,64ns	1,17ns
(DxC) vs. Testemunha	1	0,22ns	0,02ns	1,11ns	2,41ns
Tratamento	8	0,85ns	1,08ns	0,73ns	1,21ns
Bloco	2	3,37ns	5,20ns	5,8**	5,67**
Resíduo	16	1,18	1,85	1,31	1,19
Total corrigido	26	32,43	48,64	38,35	40,14
CV (%)		13,34	12,22	8,11	7,10
Medial Geral		8,2	11,3	14,10	15,39
		DC			
Diâmetro do anel (D)	3	0,07ns	0,19ns	0,12ns	0,10ns
Cobertura do solo (C)	1	0,31ns	0,57ns	0,41ns	0,32ns
Dx C	3	0,99ns	0,22ns	0,08ns	0,06ns
(DxC) vs. Testemunha	1	0,16ns	0,00ns	0,00ns	0,05ns
Tratamento	8	0,46ns	0,23ns	0,13ns	0,11ns
Bloco	2	0,29ns	0,33ns	0,23ns	0,19ns
Resíduo	16	0,64	0,29	0,15	0,15
Total corrigido	26	14,5	7,23	3,97	3,65
CV (%)		13,26	5,9	3,44	3,29
Medial Geral		6,04	9,3	11,16	11,78

GL - graus de liberdade; ns - não significativo, * - significativo ao nível de 5% de probabilidade no teste F; ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade no teste F.

Os coeficientes de variação para as variáveis de crescimento avaliadas indicaram uma amplitude com relação ao período analisado, da ordem de 6,24 e 9,97% para AP e DC, respectivamente indicando, desta forma, uma boa precisão experimental, conforme Pimentel Gomes (1990), sendo os maiores valores observados para no início (240DAT) e os menores no final do ciclo (630 DAT). Santos (2005) estudando o crescimento desta mesma variedade de coqueiro Anão verde nesta mesma área experimental, não constatou diferença significativa para a altura de planta e diâmetro do caule para nenhum tratamento, após os 120 DAT.

Tem-se, na Tabela 4.3, os valores médios da altura da planta (AP) e diâmetro do caule (DC) do coqueiro Anão verde, quando submetidos aos diferentes tratamentos de irrigação (D) e cobertura do solo, aos 240, 420, 570 e 630 dias após o transplante (DAT). Observam-se também valores da altura das plantas e os diâmetros do caule para a testemunha que foi irrigada da forma como o é, comumente na região (Figuras 4.4 e 4.5).

Tabela 4.3. Valores medios da altura da planta (AP) e diâmetro do caule (DC) do coqueiro Anão verde quando submetidos aos diferentes tratamentos (D - diâmetro do anél, SC - solo coberto, SD - solo descoberto) aos 240, 420, 570 e 630 dias após o transplantio (DAT)

Tratamentos	Dias após o transplantio (DAT)			
	240	420	570	630
Altura da planta (AP) – cm				
D1 (40 cm)	57,760	117,94	186,32	214,91
D2 (50 cm)	68,22	116,85	189,88	235,00
D3 (60 cm)	68,72	133,86	209,96	243,36
D4 (70 cm)	69,22	126,33	201,64	242,73
Testemunha (100 cm)	71,06	127,46	217,85	266,06
SC	66,58	120,56	194,60	230,73
SD	65,12	126,78	199,09	237,16
Diâmetro do caule (DC) – mm				
D1 (70 cm)	36,60	85,74	122,54	137,12
D2 (80 cm)	35,28	82,81	123,43	136,65
D3 (90 cm)	38,44	84,82	123,43	137,12
D4(100 cm)	36,84	90,82	129,50	143,04
Testemunha (100 cm)	33,98	85,37	125,44	141,61
SC	35,40	83,17	121,66	135,72
SD	38,19	88,92	127,46	141,13

As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente a nível de 1% de probabilidade no Teste de Tukey.

As Figuras 4.4a e 4.4b, apresentam o comportamento do crescimento e desenvolvimento em campo das variáveis AP e DC, quando submetidos aos diferentes diâmetros do anel (D), tipos de cobertura do solo (C) e ao tratamento testemunha, repectivamente.

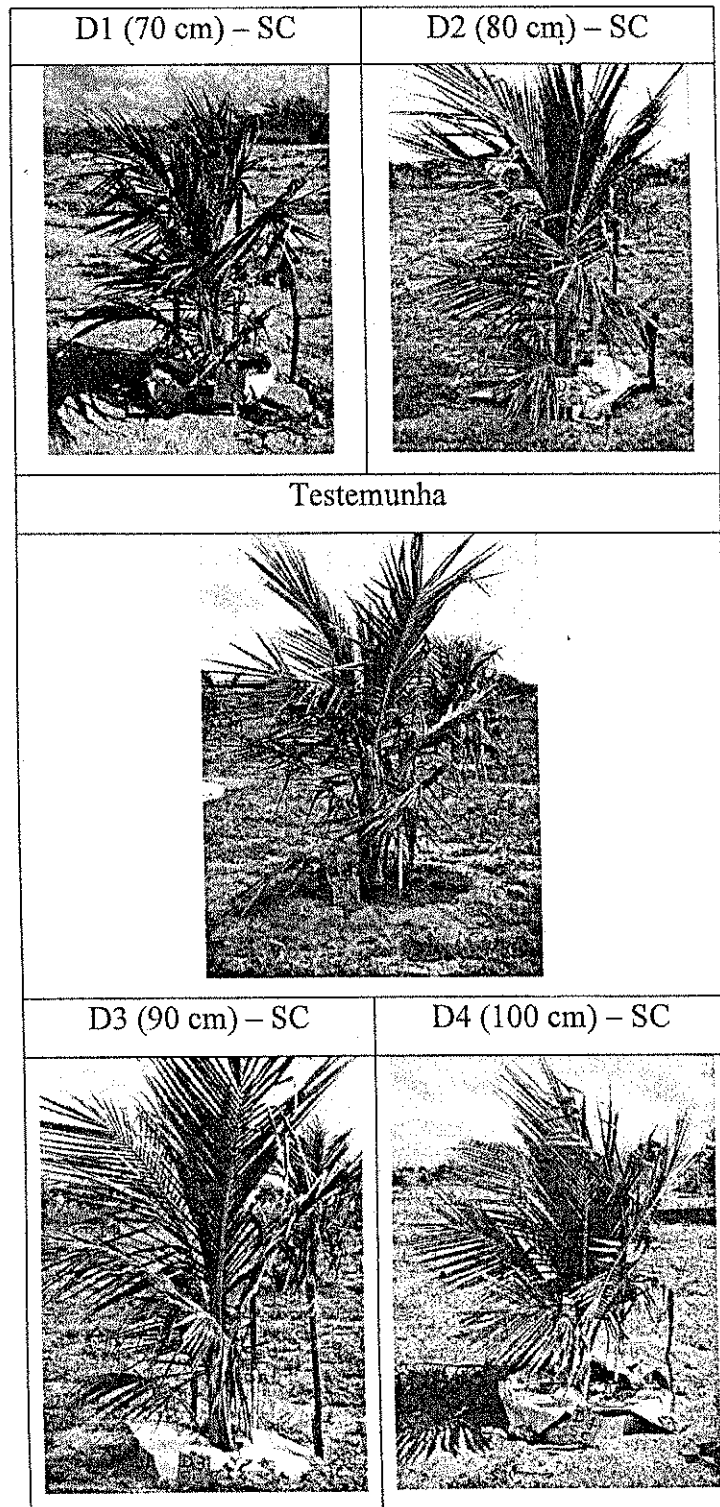


Figura 4.4a - Efeito dos tratamentos no desenvolvimento da cultura para o solo coberto

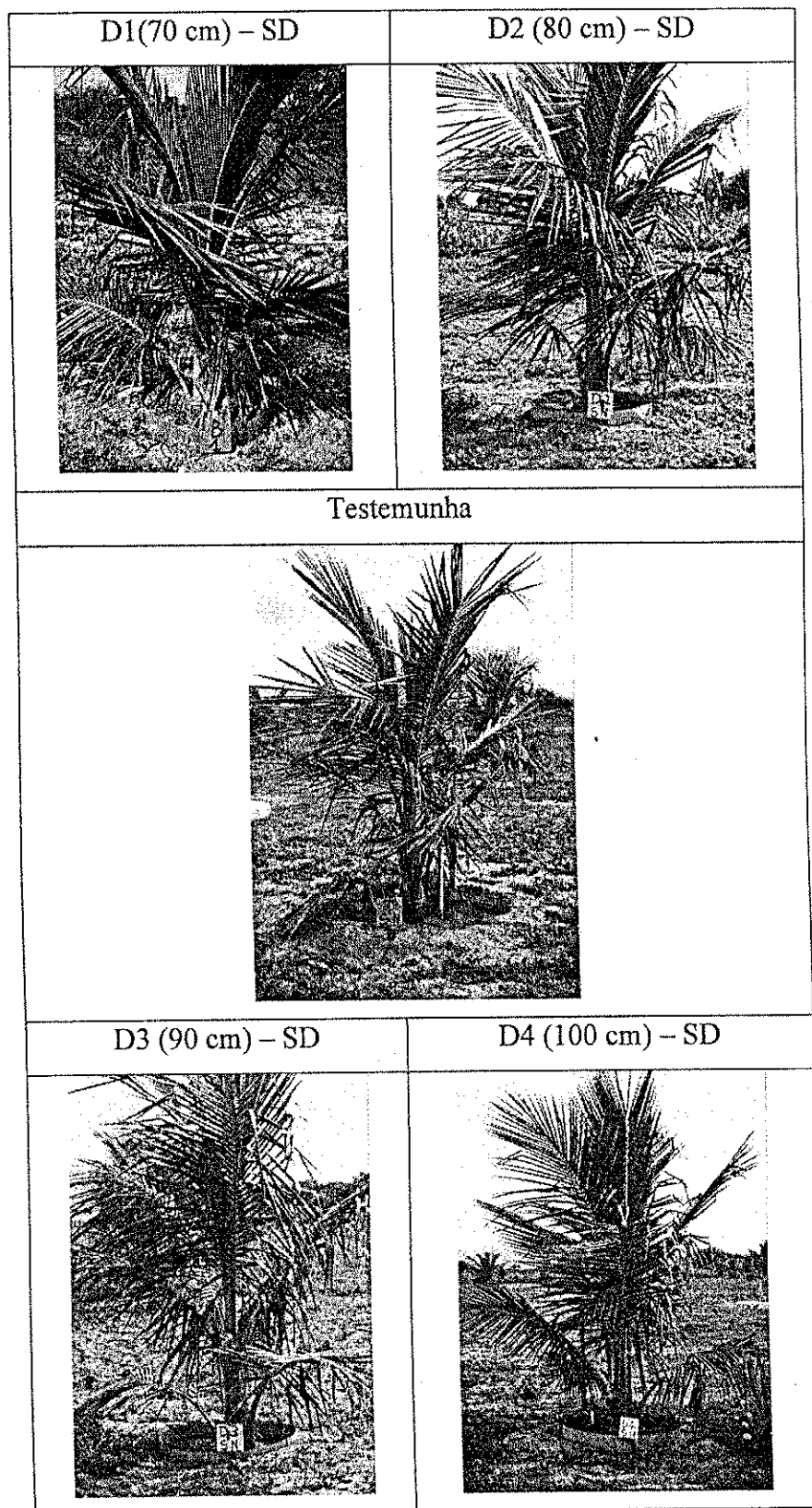


Figura 4.4b -Efeito dos tratamentos no desenvolvimento da cultura para o solo descoberto

As Figuras 4.5 e 4.6 apresentam o comportamento dos valores médios das variáveis altura da planta e diâmetro do caule em função dos dias após o transplântio (DAT) quando submetidos aos diferentes diâmetros de anel de zinco (D) e tipo de cobertura do solo (C), respectivamente.

Observar-se na Figura 4.5 que o menor crescimento das plantas desde o início até o final do período (DAT) foi observado quando submetido ao tratamento D1 (70 cm). Da Figura 4.6, pode-se observar que os menores valores médios da AP e DC deste o início até o final do período (DAT) foram observados quando submetido ao tratamento do solo coberto (SC).

Pode-se notar, nas Figuras 4.5 e 4.6, que independente dos diferentes diâmetros e tipos de cobertura onde a cultura foi submetido, o crescimento do coqueiro representado pela altura da planta e diâmetro do caule aumentou com o tempo numa taxa relativamente constante.

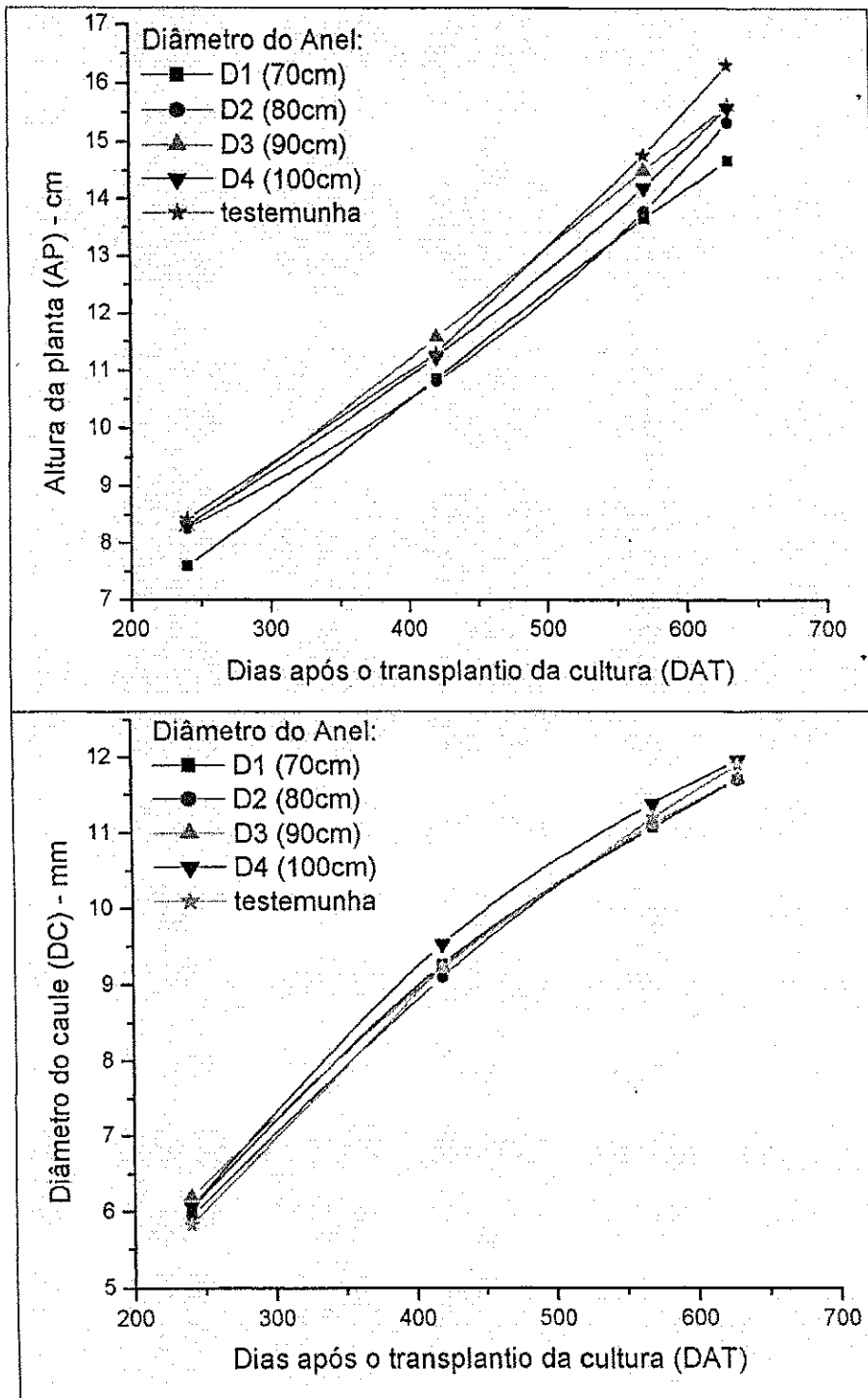


Figura 4.5. Crescimento em função DAT, para os diferentes tratamentos.

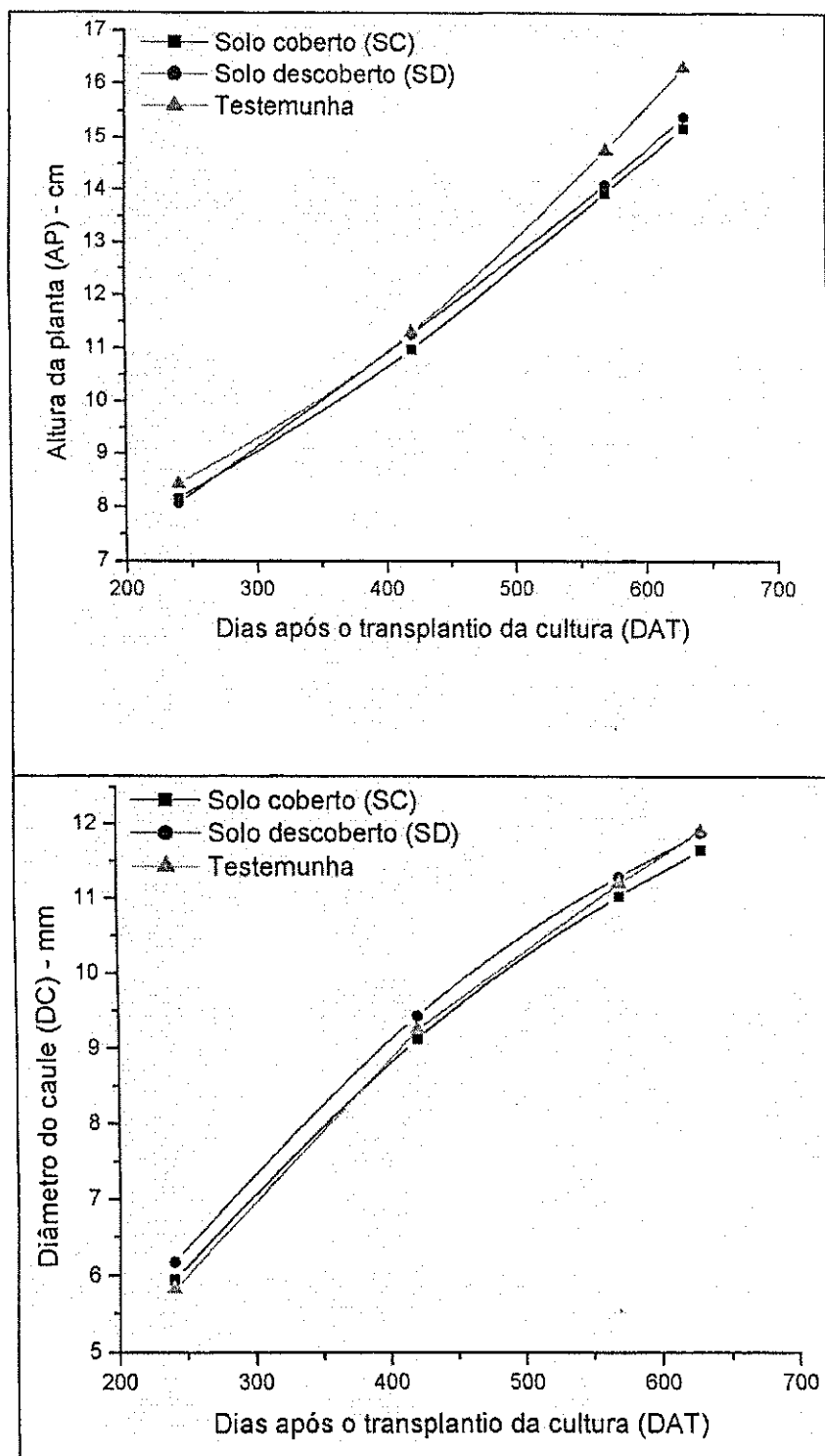


Figura 4.6. Diâmetro do caule médio da cultura do coqueiro em função DAT, quando submetidos a dois tipos de cobertura do solo: SC (solo coberto) e SD (solo descoberto).

A Tabela 4.4 mostra que os quatros diâmetros do anel de zinco (D) em cada fator da cobertura do solo (SC e SD) exercem efeitos diferentes ($P < 0,05$) sobre a altura da planta e diâmetro do caule tanto para o solo com cobertura como para o solo nu. Observa-se que estas duas variáveis apresentaram um efeito quadrático. Este modelo quadrático foi o que melhor se ajustou aos dados observados e apresentou os maiores coeficientes de determinação.

Tabela 4.4. Análise de variância com desdobramento em efeito linear, quadrático e cúbico no período de 630 DAT dos dados de altura da planta (AP) e diâmetro do caule (DC) do coqueiro submetidos aos diferentes tratamentos

Fonte de variação	GL	Soma do quadrado médio (SQM)	
		AP (cm)	DC (mm)
Diâmetro do anel (D)		1,15ns	0,10ns
Cobertura do solo (C)		0,27ns	0,32ns
Interação D x C:		1,17ns	0,06ns
Diâmetro dentro de SC			
Equação linear		1,09ns	0,06ns
Equação quadrática		1,48*	0,27*
Equação cúbica		0,058ns	0,015*
Diâmetro dentro de SD			
Equação linear		1,69ns	0,13ns
Equação quadrática		3,52*	0,002*
Equação cúbica		0,11ns	0,0014*

GL – grau de liberdade; ns - não significativo, * - significativo a nível de 5% de probabilidade no teste F; ** - significativo a nível de 1% de probabilidade no teste F

A Figura 4.7a apresenta as curvas de regressão dos dados de altura da planta (AP) e diâmetro do caule (DC) para os diferentes diâmetros de anel (D) utilizados com solo coberto (SC) e solo descoberto (SD), no final do experimento. Segundo a equação de regressão, observa-se que a altura da planta aumentou de 14,50 no menor D1 (70 cm), até 16,12 no ponto máximo (D = 88,05 cm) correspondendo a um incremento de 11,17%; evidencia-se então, que nos diâmetros de zinco menores na presença do SD, houve aumento da AP até o valor máximo; por outro lado, a partir desse ponto de máximo (D = 88,05 cm) até o maior diâmetro do anel de zinco (D4 = 100 cm) a altura da planta sofreu pequeno decréscimo de 4,67%. Assim, os diâmetros de anéis maiores (88,05 cm) ocasionaram redução da altura da planta e comportamento inverso foi observado quando se utilizou os quatro diferentes diâmetros dos anéis combinados com SC, já que a equação de regressão quadrática tem a concavidade voltada para cima.

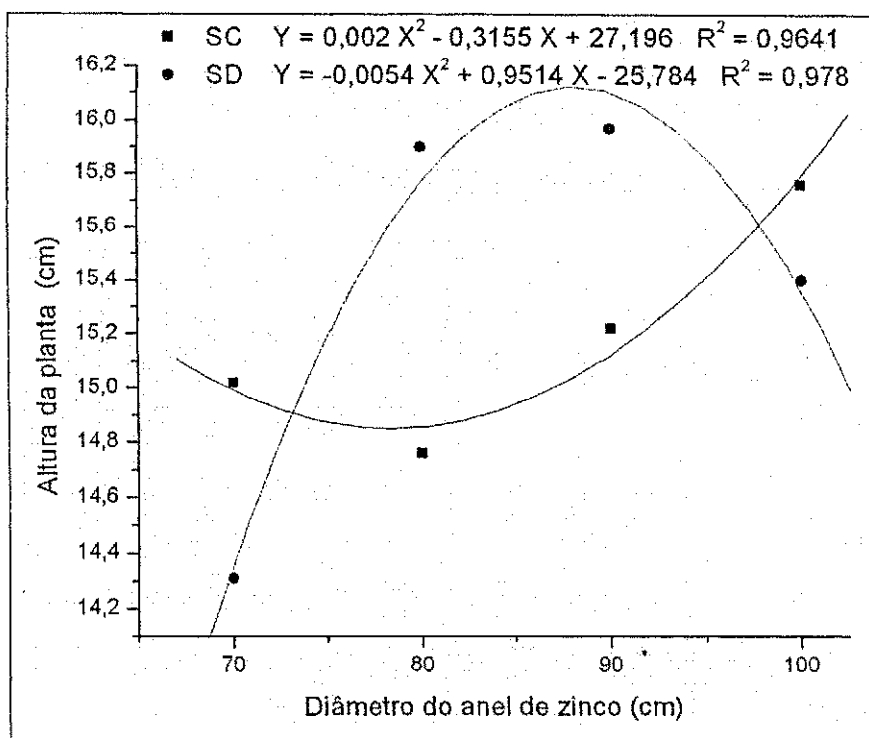


Figura 4.7a. Curvas de regressão dos dados da altura da planta (AP) submetidos aos diferentes diâmetros de anel (D) utilizados com solo coberto (SC) e solo descoberto (SD) no final do experimento

Para a equação de regressão do diâmetro do caule quando se analisou a influência dos quatro fatores diâmetros dos anéis dentro de cada fator de cobertura do solo (SC e SD) (Figura 4.7b) observou-se aumento de 11,72 mm (D1 = 70 cm), até 12,52 mm no ponto máximo (D_{máx} = 152,5 mm) ocasionando um incremento de 6,82%; ressalta-se também que menores valores do diâmetro do anel de zinco ocasionaram diminuição do DC dentro de SD. Quando se analisou o comportamento dos diâmetros do anel dentro de SC, notou-se que o DC reduziu de 11,69 mm (D1 = 70 cm) até 11,46 mm (D_{max} = 82,93 cm), correspondendo a um incremento de 1,97%; entretanto, quando se utilizou o diâmetro D4 (100 cm) que foi acima do valor máximo (D_{max} = 82,93 cm), observou-se aumento do DC, embora pequeno, seguido do acréscimo de 3,93%.

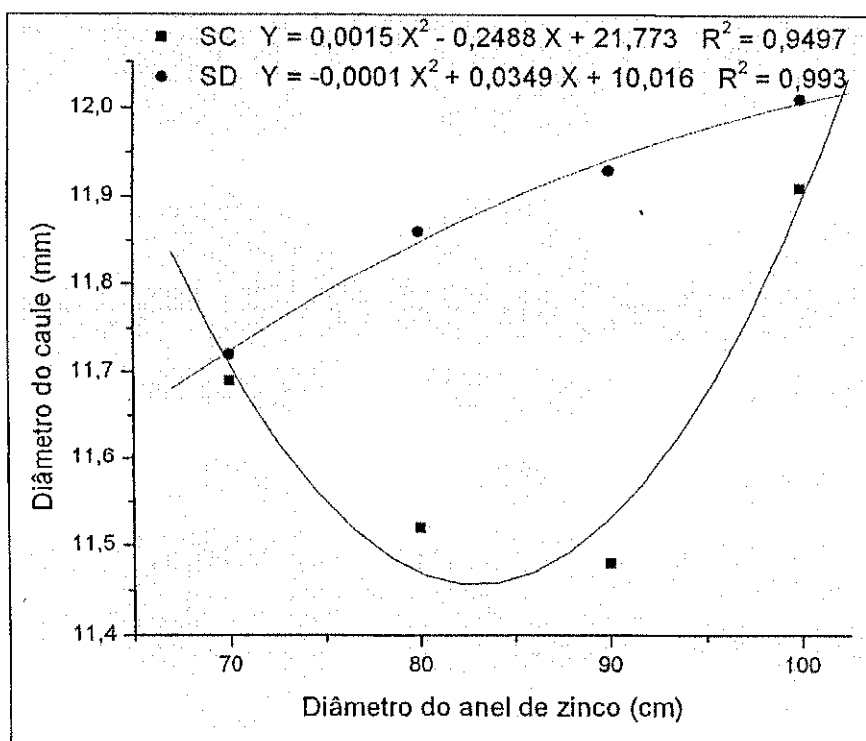


Figura 4.7b. Curvas de regressão dos dados de diâmetro do caule (DC) submetidos aos diferentes diâmetros de anel (D) utilizados, com cobertura do solo (SC) e sem cobertura (SN) no final do experimento

Apresenta-se, na Tabela 4.5, os resultados das análises de variância referentes ao peso seco da raiz (PSRa), razão peso seco e comprimento da raiz (PSRa/CRa), razão altura da planta e comprimento da raiz (AP/CRa) e razão diâmetro do caule e comprimento da raiz (DC/CRa), avaliados aos 630 dias após o transplante da cultura. Verificou-se, pelo teste F, diferenças significativas a 1% de probabilidade para o fator diâmetro (D) em relação as variáveis analisadas.

Não se observou diferença significativa para as variáveis de crescimento raiz (Ra) com o fator tipo de cobertura do solo (C) e a interação (D x C) vs. testemunha entre os tratamentos e a testemunha para as variáveis PSRa e PSRa; no entanto, para as AP/CRa e DC/CRa o efeito foi significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, na interação D x testemunha. Os coeficientes de variação foram considerados adequados para todas as variáveis analisadas indicando, desta forma, boa precisão experimental (Gomes, 1990).

Tabela 4.5. Análise de variância das variáveis teor de água na raiz (TARa), razão peso seco e comprimento da raiz (PSRa/CRa), razão altura da planta e comprimento da raiz (AP/CRa) e razão diâmetro do caule e comprimento da raiz (DC/CRa) aos 630 DAT do coqueiro submetidos aos diferentes tratamentos

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio (QM)			
		TARa (g)	PSRa/CRa	AP/CRa	DC/CRa
Diâmetro do anel (D)	3	188,3048*	0,0034 ns	0,0160*	0,0444**
Cobertura do solo (C)	1	1,4263ns	0,0000 ns	0,0009ns	0,0004ns
D x C	3	10,8000ns	0,0006 ns	0,0048ns	0,0006ns
(DxC) vs. Testemunha	1	52,6419ns	0,0002ns	0,0294*	0,0220**
Tratamento	8	81,4228ns	0,0015ns	0,0116ns	0,0197**
Bloco	2	10,1794ns	0,0044ns	0,0242*	0,0024ns
Resíduo	16	41,6057	0,0023	0,0045	0,0017
Total corrigido	26	1337,4335	0,0579	0,2141	0,1889
CV (%)		19,51	13,61	7,82	3,65
Média Geral		33,0565	0,3528	0,8614	1,1198

GL – grau de liberdade; ns - não significativo, * - significativo a nível de 5% de probabilidade no teste F, ** - significativo a nível de 1% de probabilidade no teste F.

Na Tabela 4.6, verificou-se pela análise comparativa das médias através do teste Tukey, que as variáveis de crescimento da raiz PSRa, PSRa/Cra e AP/CRa apresentaram melhores resultados quando submetidas ao diâmetros D3 = 90 cm. A razão DC/Cra apresentou o melhor resultado quando submetido ao D2, embora não exista diferença estatística entre si. As médias das variáveis de crescimento da raiz observadas aos 630 DAT não apresentou diferença significativa embora tenham seguido a mesma tendência das demais características. Com relação aos tipos de cobertura, os melhores resultados para o crescimento da raiz foram obtidos com o tratamento SD, porém sem existir diferença significativa com o fator SC.

Tabela 4.6. Teor de água na raiz (TARa), razão peso seco e comprimento da raiz (PSRa/CRa), razão altura da planta e comprimento da raiz (AP/CRa), razão diâmetro do caule e comprimento da raiz (DC/CRa), do coqueiro submetidos aos diferentes tratamentos.

Fonte de variação	Variáveis de crescimento da raiz do coqueiro			
	TARa	PSRa/CRa	AP/CRa	DC/CRa
Diâmetro do anel				
D1 (70 cm)	30,97 ab	0,34 a	0,86 ab	1,07 a
D2 (80 cm)	29,73 a	0,39 a	0,85 ab	1,11 a
D3 (90 cm)	41,87 b	0,35 a	0,97 b	1,25 b
D4 (100 cm)	31,62 ab	0,34 a	0,83 a	1,08 a
Testemunha (100 cm)	29,24 a	0,35 a	0,78 a	1,03 a
Tipo de cobertura				
Solo Coberto (SC)	33,30 a	0,35 a	0,87 a	1,12 a
Solo Descoberto (SD)	33,75 a	0,35 a	0,88 a	1,13 a

As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente a nível de 1% de probabilidade no teste de Tukey.

As razões PSRa/CRa, AP/CRa e DC/CRa apresentaram os melhores resultados nas interações SC x D2 (80 cm) = 0,40 g cm⁻¹, SC x D3 (90 cm) = 0,955 g cm⁻¹ e SC x D3 (90 cm) = 1,258 g cm⁻¹, respectivamente; embora não havendo diferença significativa (p < 0,05) quando se analisou o comportamento do fator SD dentro do diâmetro D3 (Tabela 4.7).

Tabela 4.7 - Valores médios das interações significativas da análise de variância referentes ao PSRa, PSRa/CRa, AP/CRa e DC/CRa submetidos aos diâmetros dos anéis (D) e tipos de cobertura (C) 630 dias após o transplântio (DAT)

Tipos de cobertura (C)	Diâmetros dos anéis (D)			
	D1 (70 cm)	D4 (80 cm)	D3 (90 cm)	D4 (100 cm)
Teor de água na raiz (TARa) – g .				
SC	30,6388 aA	29,4064 aA	40,0740 aA	33,1066 aA
SD	31,3054 aA	30,0588 aA	43,6670 aA	30,1449 aA
DMS C dentro (D)	11,96			
Razão peso seco e comprimento da raiz (PSRa/Cra) – g cm⁻¹				
SC	0,3413 aA	0,4009 aA	0,3512 aA	0,3260 aA
SD	0,339654 aA	0,3774 aA	0,3435 aA	0,35075 aA
DMS C dentro (D)	0,08467			
Razão altura da planta e comprimento da raiz (AP/CRa) – g cm⁻¹				
SC	0,8232 aA	0,8762 aA	0,9555 aA	0,8120 aA
SD	0,9060 aA	0,8294 aA	0,9390 aA	0,8433 aA
DMS C dentro (D)	0,12			
Razão diâmetro do caule e comprimento da raiz (DC/CRa) – g cm⁻¹				
SC	1,0550aA	1,1162aA	1,2583bA	1,0737aA
SD	1,0927aA	1,1096aA	1,2541bA	1,0798aA
DMS C dentro (D)	0,07			

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha (dentro dos diferentes diâmetros) e maiúscula na coluna (dentro dos tipos de cobertura), não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% e 1% de probabilidade.

As Figuras 4.8 e 4.9 mostram o comportamento dos valores médios com o seu desvio padrão nas interações dos fatores analisados (C x D) com o fator adicional (testemunha) para as variáveis PSRa, PSRa/CRa, AP/CRa e DC/CRa aos 630 dias após o transplântio (DAT) da cultura. Por meio da aplicação do teste de comparação de média de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade, observou-se que os maiores valores de PSRa, PSRa/CRa ocorreram na presença da interação D3 (90 cm) x SD e D2 (80 cm) x SC, respectivamente, embora não tenha havido diferença estatística em relação à testemunha e aos demais tratamentos (Figura 4.8).

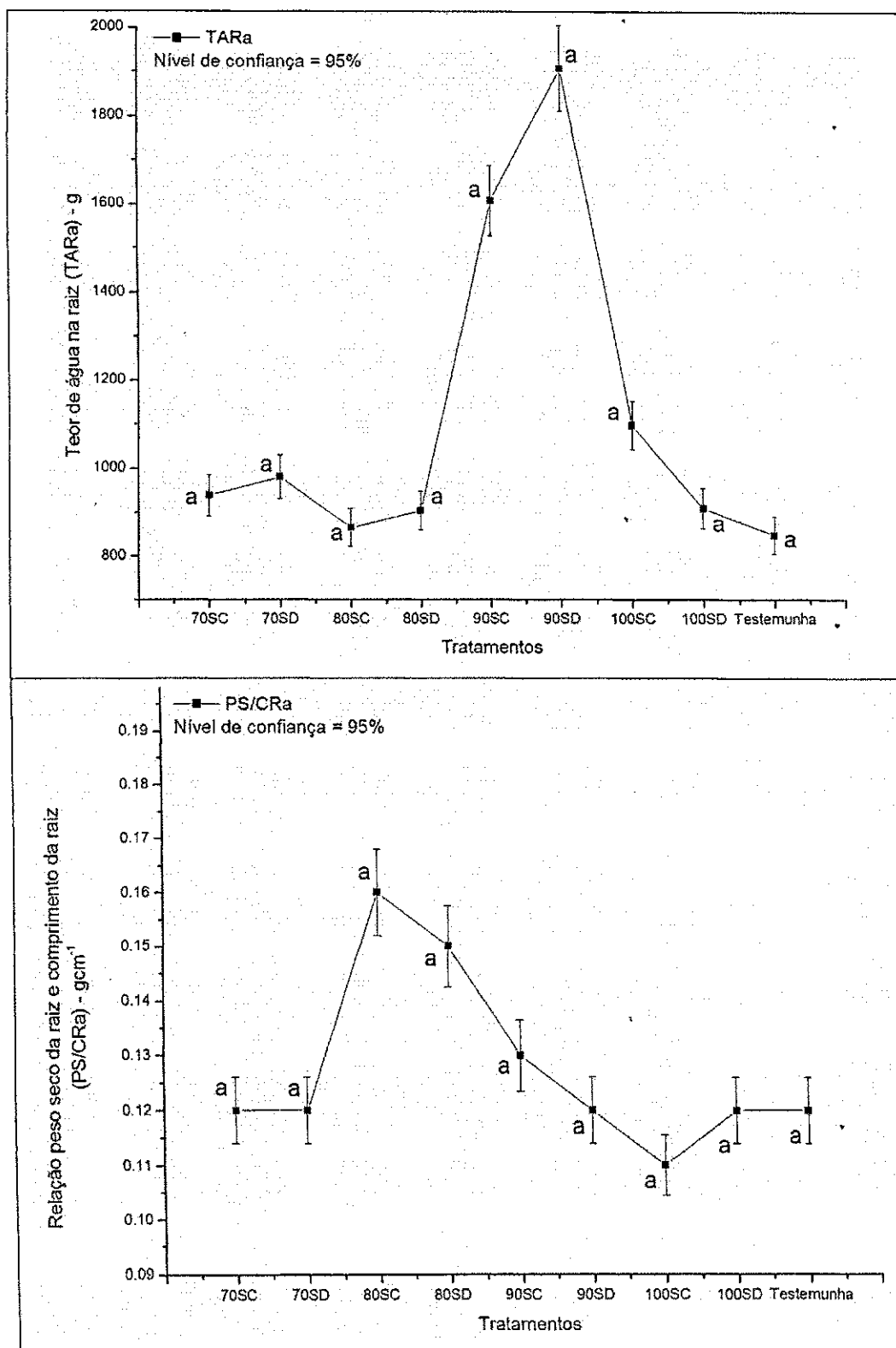


Figura 4.8. Valores médios para as variáveis TRa e PS/CRa, com desvio padrão, aos 630 dias após o transplandio (DAT) do coqueiro sob diferentes diâmetros de anel e tipo de cobertura do solo.

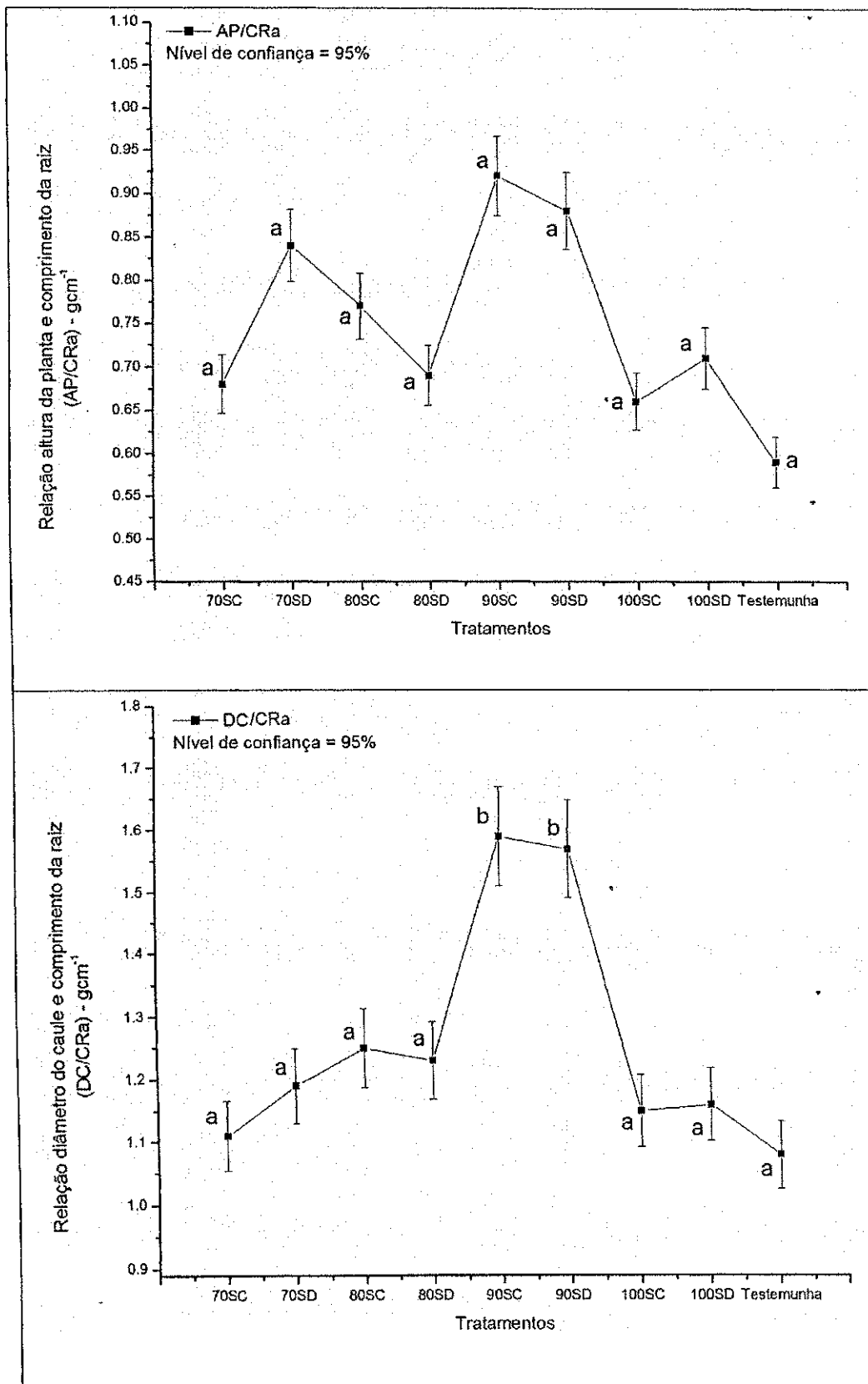


Figura 4.9. Valores médios para as variáveis AP/CRa e DC/CRa, com desvio padrão aos 630 dias após o transplandio (DAT) do coqueiro sob diferentes diâmetros de anel e tipo de cobertura do solo.

De acordo com a Figura 4.9, os maiores valores de AP/CRa aos 630 dias após o transplante (DAT) ocorreram na presença da interação D3 (90 cm) x SC seguida de D2 (80 cm) x SD, respectivamente, mas sem haver diferença estatística entre eles. Para a variável DC/Cra observou-se diferença significativa na presença dos tratamentos D3 (90 cm) x SC e D3 (90 cm) x SD, sem existir diferença entre si; no entanto, diferenças significativas foram observadas entre os demais tratamentos e a testemunha ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

De acordo com os resultados de desdobramento em componentes de regressão do fator diâmetro de anel de zinco (D) em cada nível do fator cobertura do solo (SC e SD), constatou diferença significativa ($P < 0,05$) sobre as variáveis TARA, PSRa/CRa, AP/CRa e DC/CRa aos 630 DAT, onde os efeitos variaram de linear a cúbico (Tabela 4.8). Dentre os modelos significativos, preferiu-se pelo quadrático para as duas variáveis de crescimento em virtude do melhor ajuste aos dados observados e por apresentarem maior coeficiente de determinação (R^2), como pode ser visualizado nas Figuras 4.10a e b.

Tabela 4.8. Análise de variância com desdobramento em efeito linear, quadrática e cúbico no período de 630 DAT dos dados de TARA, PSRa/CRa, AP/CRa e DC/CRa, do coqueiro submetidos aos diferentes tratamentos

Fonte de variação	GL	Soma do quadrado médio (SQM)			
		TARA (g)	PSRa/CRa	AP/CRa (gcm ⁻¹)	DC/CRa
Diâmetro do Anel (D)	3	188,30*	0,0034ns	0,016*	0,0444**
Cobertura do Solo (C)	1	1,42ns	0,0000ns	0,0009ns	0,0004ns
D x C	3	10,80ns	0,0006ns	0,0048ns	0,0006ns
Diâmetro dentro de SC	3				
Equação linear	1	48,98ns	0,001ns	0,000ns	0,005*
Equação quadrática	1	24,67ns	0,005ns	0,028*	0,045**
Equação cúbica	1	130,85*	0,002**	0,009ns	0,029**
Diâmetro dentro de SD	3				
Equação linear	1	15,38ns	0,000ns	0,001ns	0,001ns
Equação quadrática	1	113,02ns	0,001*	0,000ns	0,027**
Equação cúbica	1	264,41*	0,002*	0,022*	0,029**

GL – grau de liberdade; ns - não significativo, * - significativo ao nível de 5% de probabilidade no teste F; ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade no teste F

Conforme os modelos estatísticos obtidos para as variáveis teor de água na raiz (TARa) e razão peso seco da raiz/comprimento da raiz (PSRa/CRa), observa-se influência dos diâmetros dos anéis sobre o fator cobertura do solo (SC e SD), além de que os menores valores para TARa e PSRa/CRa foram observados, na presença do D3, tanto para solo coberto (SC) como para solo descoberto (SD) (Figura 4.10).

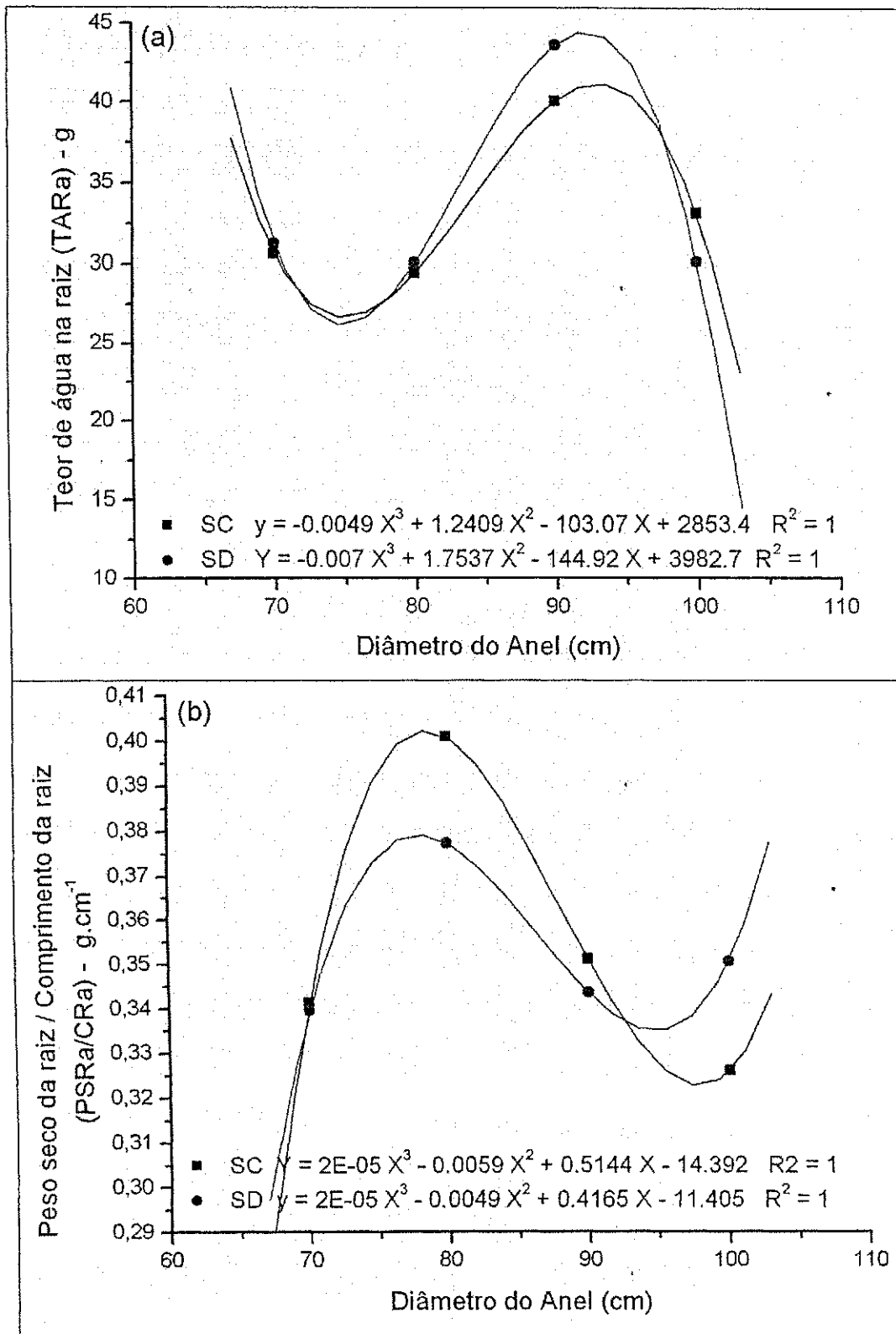


Figura 4.10. Análise de regressão dos dados de teor de água na raiz (TARa), e a razão entre o peso seco da raiz com o comprimento da raiz (PSRa/CRA), em função dos diâmetros de anel e tipos de cobertura do solo (SC - solo coberto, SD - solo descoberto), período de 630 DAT do coqueiro.

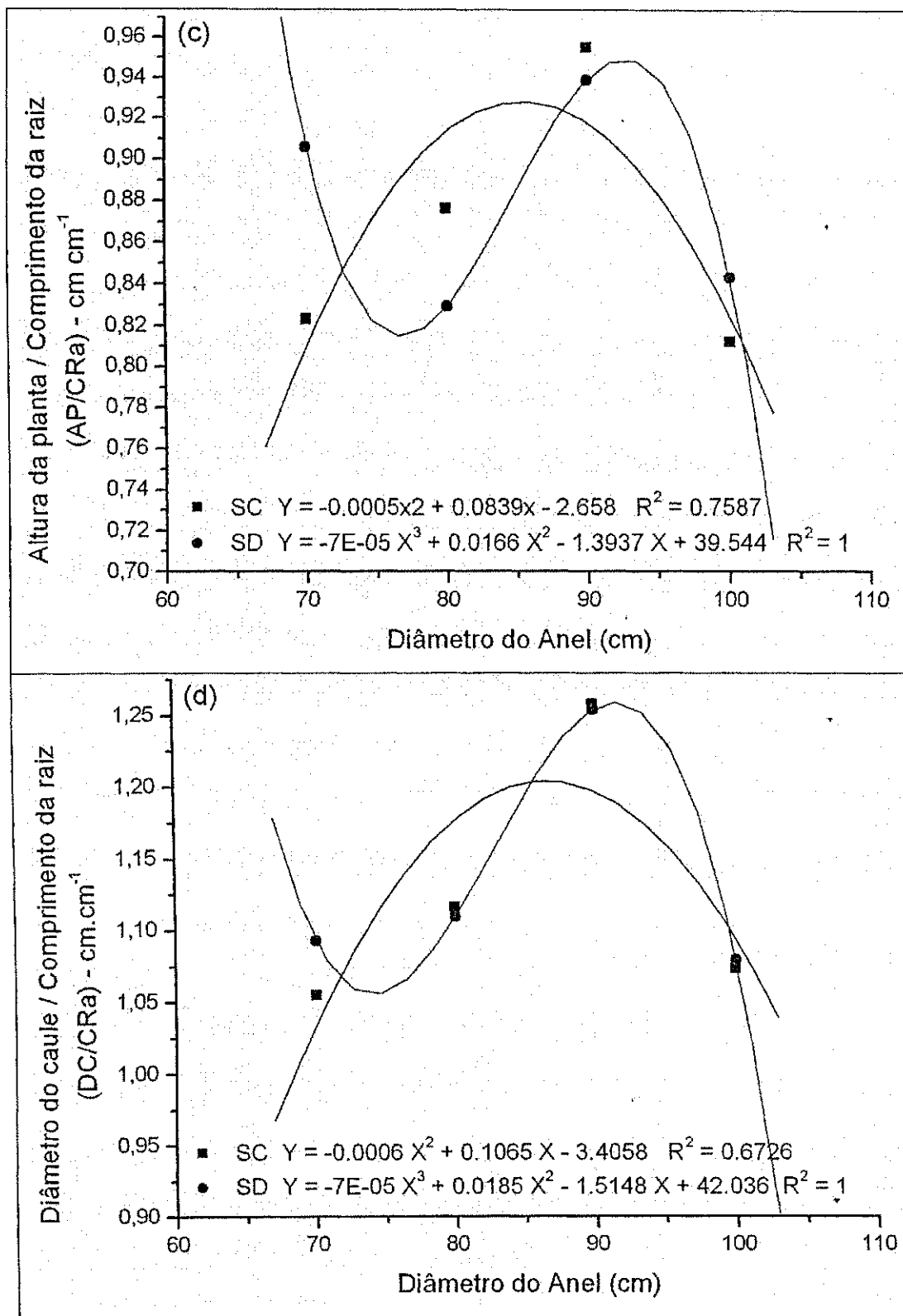


Figura 4.11. Análise de regressão dos dados de razão altura da planta com comprimento da raiz (AP/CRA) e razão diâmetro do caule com comprimento da raiz (DC/CRA), submetidos aos diferentes diâmetros de anel (D) e tipos de cobertura do solo (C), período de 630 DAT do coqueiro

Segundo a equação de regressão obtida para os quatro diâmetros de zinco (D) em cada fator da cobertura do solo (SC e SD) (Figura 4.10c e d), observa-se que AP/CRA dentro de SC aumentou de $0,823 \text{ cm cm}^{-1}$ no menor D1 (70 cm) para $0,861 \text{ cm cm}^{-1}$ (valor máximo) em $D = 83,9 \text{ cm}$ que corresponde a um incremento de 4,61%, evidenciando que volumes de água menores na presença do SC ocasionam aumento na AP até um valor máximo; por outro lado, a partir desse ponto máximo $D = 83,9 \text{ cm}$ ($0,812 \text{ cm cm}^{-1}$), até o maior diâmetro do anel de zinco ($D4 = 100 \text{ cm}$) há uma redução na AP/CRA. Porém, observa-se que o maior e o menor valor para a razão AP/CRA sofreu um decréscimo em torno de 5,69%. Mas nota-se que os maiores e os menores valores para AP/CRA e solo descoberto (SD) foram obtidos com os diâmetros D3 e do D2, respectivamente (Figura 4.11).

Observou-se na razão DC/CRA um aumento de $1,055 \text{ cm cm}^{-1}$ ($D1 = 70 \text{ cm}$) até $1,320 \text{ mm cm}^{-1}$ ($D = 88,75 \text{ cm}$), ocasionando um incremento de 25,12%, deixando transparecer que menores valores de D quando o solo está coberto (SC) ocasionam diminuição da razão DC/CRA. Quando se analisou o comportamento dos diâmetros do anel dentro de SD, notou-se que a DC/CRA apresentou alto coeficiente de determinação (R^2) com ajuste da equação na forma polinomial de terceiro grau além, de tendência crescente e decréscimo, com o aumento do diâmetro, nos quais o maior valor para esta variável ocorreu no D3 ($1,254 \text{ mm cm}^{-1}$) e o menor para o D1 ($1,092 \text{ mm cm}^{-1}$), que correspondeu a um acréscimo de 13,01%.

4.3. Variáveis de desenvolvimento

Na Tabela 4.9 são apresentados os resultados das análises de variância referentes à massa verde (MV) e à massa seca (MS), avaliadas aos 630 DAT. Verificou-se pelo teste F que houve diferenças significativas a 1% e a 5% de probabilidade para o fator diâmetro (D), respectivamente, em relação às variáveis MV e MS. Porém para o fator cobertura do solo (C) não houve diferença significativa para as variáveis MV e MS.

Verifica-se que para os fatores diâmetro (D), cobertura do solo (C) e para a interação DxC não houve diferença significativa aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, para as duas variáveis estudadas. Também observou-se mas estatisticamente diferença significativas entre a interação DxC e a testemunha (fator adicional) para a variável MV, embora não tenha ocorrido diferença significativa para MS. Os coeficientes de variação foram

considerados adequados para as duas variáveis analisadas indicando, desta forma, uma boa precisão experimental (Gomes, 1990).

Tabela 4.9. Análise de variância das variáveis massa verde (MV) e massa seca (MS) aos 630 DAT das raízes do coqueiro submetidos aos diferentes tratamentos

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio (QM)	
		MV	MS
Diâmetro do anel (D)	3	2.864.182,61 **	479.958,10 *
Cobertura do solo (C)	1	68.459,87 ns	48.151,04 ns
D x C	3	296.880,25 ns	67.410,63 ns
(DxC) vs. Testemunha	1	679.710,97 *	88.242,52 ns
Tratamento	8	1.278.919,93 **	222.049,97 ns
Bloco	2	319.431,03 ns	20.8971,73 ns
Resíduo	16	138527,78	149.327,64
Total corrigido	26	3.086.666,10	4.583.585,42
CV (%)	---	14,31	26,49
Média Geral	---	2.600,91	1.458,64

GL – grau de liberdade; ns - não significativo, * - significativo a nível de 5% de probabilidade no teste F; ** - significativo a nível de 1% de probabilidade no teste F

A Tabela 4.10 apresenta a análise comparativa das médias do teste Tukey. As variáveis MV e MS apresentaram melhores resultados quando submetidas aos diâmetros D3 (90 cm) e D4 (100 cm), mesmo que não exista diferença estatística entre si para a massa seca (MS). As médias com relação às duas variáveis de produção observadas aos 630 DAT considerando o fator cobertura do solo (SC) não apresentaram diferença significativa a nível de 5% e 1% de probabilidade pelo teste de Tukey. Os melhores resultados para as duas variáveis analisadas foram constatados quando submetidas ao tratamento com SD, mas sem haver diferença significativa com relação ao fator SC.

Tabela 4.10 – Valores médios da massa verde (MV) e massa seca (MS) aos 630 DAT das raízes do coqueiro submetidos aos diferentes tratamentos.

Fonte de variação	Variáveis de produção	
	MV (g)	MS (g)
Diâmetro do anel		
D1 (70 cm)	2.344,91 a	1.378,90 a
D2 (80 cm)	2.090,94 a	1.205,53 a
D3 (90 cm)	3.656,74 b	1.871,96 a
D4 (100 cm)	2.535,42 a	1.449,00 a
Testemunha (100 cm)	2.152,14 a	1.296,94 a
Tipo de cobertura		
Solo coberto (SC)	2.603,60 a	1.434,05 a
Solo descoberto (SD)	2.710,41 a	1.523,64 a

As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente a nível de 1% de probabilidade no teste de Tukey.

Ao se comparar o tratamento diâmetro do anel (D) dentro de cada tipo de cobertura (C) para a variável MV, constatou-se que o melhor resultado ocorreu na interação SD x D3 (90 cm) = 3.873,75 g; não se verificou diferença significativa ($p < 0,05$) no tratamento SC x D3, mas para massa seca (MS) os melhores resultados ocorreram na interação SD x D3 (90 cm) = 1.932,27 g cm⁻¹ e SC x D3 (90 cm) = 1.811,66 g cm⁻¹, respectivamente; porém não houve diferença significativa ($p < 0,05$) quando analisados entre si e com relação às demais interações (D x C) (Tabela 4.11).

Tabela 4.11. Valores médios das interações significativas da análise de variância referentes as MV e MS submetidos aos diâmetros dos anéis (D) e tipos de cobertura (C) 630 dias após o transplântio (DAT)

Tipos de cobertura (C)	Diâmetros dos anéis (D)			
	D1 (70 cm)	D4 (80 cm)	D3 (90 cm)	D4 (100 cm)
Massa verde (MV) – g				
SC	2.227,63 aA	1.937,11 aA	3.439,73 bA	2.809,91 aA
SD	2.462,19 aA	2.244,77 aA	3.873,75 bA	2.260,94 aA
DMS C dentro (D)			937,35	
Massa seca (MS) – g				
SC	1.285,70 aA	1.072,116 aA	1.811,66 aA	1.566,75 aA
SD	1.472,08 aA	1.338,95 aA	1.932,27 aA	1.351,26 aA
DMS C dentro (D)			945,74	

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha (dentro dos diferentes diâmetros) e maiúscula na coluna (dentro dos tipos de cobertura), não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% e 1% de probabilidade.

Figura 4.12 apresenta valores médios da MV e MS, com seus respectivos erros padrões nos tratamentos e na testemunha, aos 630 dias após o transplântio (DAT) da cultura, por meio da aplicação do teste de comparação de média de Dunnett a nível de 5% de probabilidade.

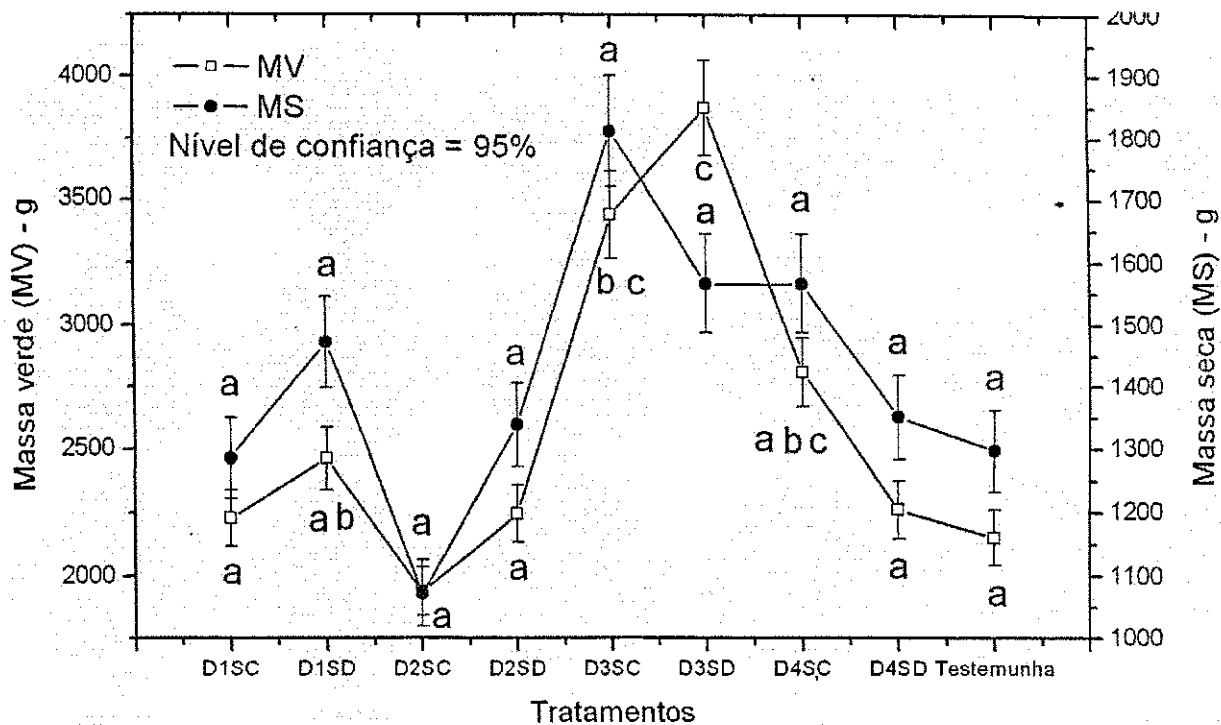


Figura 4.12. Valores médios para as variáveis MS e MV com desvio padrão, aos 630 dias após o transplante (DAT) das raízes do coqueiro sob diferentes diâmetros de anel e tipo de cobertura

Observa-se na Figura 4.12, que os maiores valores de MV e MS aos 630 dias após o transplante (DAT) ocorreram nos tratamentos D3SD e D2SC x SC, respectivamente, com diferença estatística em relação à testemunha a nível de significância de 5% de probabilidade.

De acordo com os resultados de desdobramento em componentes de regressão do fator diâmetro do anel de zinco (D) em cada tipo de cobertura do solo (SC e CD), constatou-se diferença significativa ($P < 0,05$) sobre as variáveis MV e MS aos 630 DAT da cultura, ocorrendo para essas variáveis efeitos variando de linear a cúbico (Tabela 4.12). Dentre os modelos significativos, preferiu-se pelo cúbico para as duas variáveis de produção em virtude do melhor ajuste aos dados observados e também por apresentarem maior coeficiente de determinação (R^2), como pode ser visualizado na Figuras 4.13.

Tabela 4.12. Análise de variância com desdobramento em efeito linear, quadrático e cúbico, dos dados de MV e MS aos 630 DAT das raízes do coqueiro submetidos aos diferentes tratamentos

Fonte de variação	GL	Soma do quadrado médio (SQM)	
		MV	MS
Diâmetro do Anel (D)	3	2.864.182,61 **	479.958,10 *
Cobertura do Solo (C)	1	68.459,87 ns	48.151,04 ns
D x C	3	296.880,25 ns	67.410,63 ns
Diâmetro dentro de SC	3	-	-
Equação linear	1	1.583.851,79 **	375.742,48 ns
Equação quadrática	1	86.351,85 ns	735,86 ns
Equação cúbica	1	2.311.538,52 **	563.130,50 *
Diâmetro dentro de SD	3	-	-
Equação linear	1	157.665,51 ns	7.994,22 ns
Equação quadrática	1	1.460.314,00 **	150.445,13 ns
Equação cúbica	1	3.883.466,88 **	541.957,99 *

GL – grau de liberdade; ns - não significativo, * - significativo a nível de 5% de probabilidade no teste F; ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade no teste F; SC – Solo coberto; SD – Solo descoberto.

Conforme os modelos estatísticos obtidos para as variáveis massa verde (MV) e massa seca (MS), observa-se influência dos diâmetros dos anéis no fator cobertura do solo (SC e SD) e que os menores valores para MV e MS são obtidos, respectivamente na presença do D2 (80 cm) tanto para solo coberto (SC) como para o descoberto (SD) (Figura 4.13).

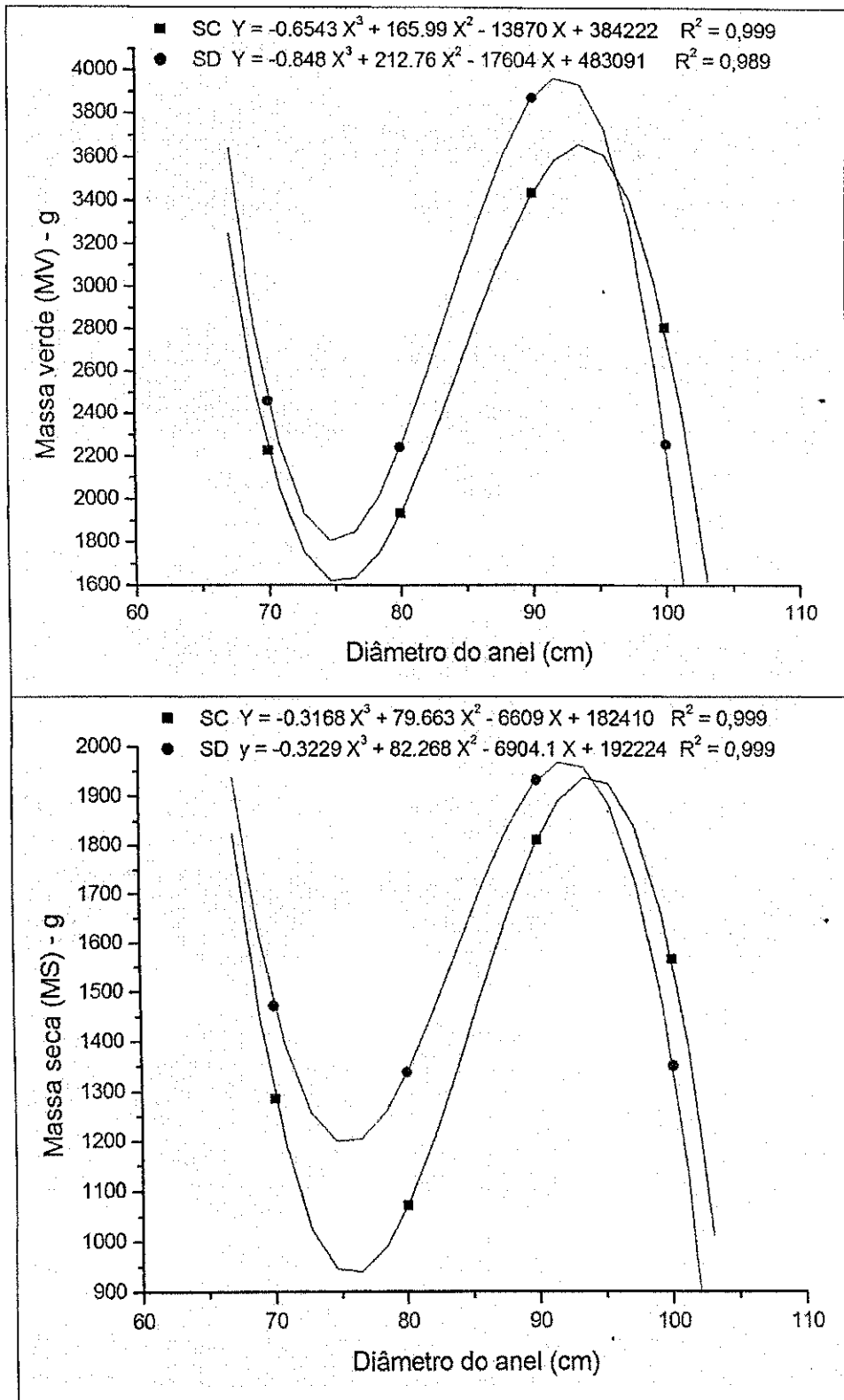


Figura 4.13. Análise de regressão dos dados massa verde (MV) e massa seca (MS) das variáveis submetidas aos diferentes diâmetros de anel (D) e tipos de cobertura do solo (C) aos 630 DAT do coqueiro

Considerando-se a produção de massa verde (MV) e de massa seca (MS) das raízes do coqueiro $Y(X)$ em função dos diferentes diâmetros do anel X (cm), em que $70 \leq X \leq 100$, segundo a equação de regressão obtida para cada fator da cobertura do solo (SC e SD) (Figura 4.13), observa-se que $D = 93,78$ cm dentro de SC é o diâmetro que dá a massa verde (3679,41 g), sendo $D = 75,35$ cm o diâmetro dá a massa verde dentro de SC (1630,72 g).

Quando da análise do comportamento dos diâmetros do anel dentro de SC e SD para a MS, verificaram-se altos valores do coeficiente de determinação (R^2) com ajuste da equação na forma polinomial de terceiro grau, apresentando tendência de aumentos e decréscimos com incremento do diâmetro. O diâmetro do anel máximo (D_{max}) obtido pela equação de regressão referente à produção máxima para a MS de 9,78, foi 94,16 cm, para os fatores de cobertura SC e SD, respectivamente. Os diâmetros 75,33 e 75,69 cm proporcionaram a produção mínima de massa verde dentro de SC e SD, respectivamente, que corresponderam aos valores de 1630,30 g e 946,18 g, respectivamente.

No geral, observou-se na Figura 4.13, que tanto a MV como a MS para os fatores cobertura do solo (SC e SD) teve decréscimo na presença do diâmetro D3 (90 cm) e que diâmetros de anéis maiores ocasionaram redução na produção.

5. CONCLUSÕES

1. Os resultados não revelaram diferença significativa entre os tratamentos para as variáveis altura de planta e diâmetro do caule nos quatros períodos de avaliações.
2. A interação diâmetro de anel versus tipos de cobertura do solo foi significativa, indicando existir uma dependência entre os efeitos.
3. Verificou-se que os melhores resultados para as variáveis altura de planta, massa verde e massa seca foram obtidos quando a cultura foi submetida ao diâmetro do anel D3 (90 cm) na presença do solo descoberto.
4. Para a variável de crescimento diâmetro do caule os melhores resultados ocorreram para o diâmetro D4 (100 cm) aos 420, 570 e 630 DAT para a condição de solo descoberto.
5. As variáveis teor de água nas raízes, razão peso seco e comprimento da raiz, razão altura de planta e comprimento da raiz apresentaram melhores resultados quando a cultura foi submetida ao diâmetro D3 (90 cm).
6. Observa-se pelos valores médios do fator adicional (testemunha) que para as variáveis altura de planta, diâmetro do caule, massa verde e massa seca não ocorreram diferenças estatísticas nos quatros períodos de avaliações da cultura.

6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

- ALVIM, P. de T.; KOZLOWSKI, T. T. (Ed.). *Ecophysiology of Tropical Crops*. Academic Press: New York, 1977, 479 p.
- AKPAN, E. E.J. Evaluation of tall coconut (*Cocos nucifera* L.) genotypes within the nigerian coconut germplasm bank. *Oléagineux*, Paris, v.49, n. 1, p.13-20, 1994.
- ALDABA, F.R. Coconut production in the Philippines: problems and prospects. *Plantations Recherche Developpement*, Paris, v. 2, n. 5, p.15-21, 1995.
- ANIKUMAR, K. S.; WAHIDE, P. A. La réposition des racines actives chez le cocotier. *Oléagineux*, v. 49, n.8/9, p.337-342, 1988.
- BERGAMASCHI, H.; GUADAGNIN, M.R. Modelos de ajuste para médias de temperatura do solo, em diferentes profundidades. *Rev. Bras. Agrometeorol.*, Santa Maria, v.1, n 1, p. 95-99, 1993.
- BERNARDO, S. *Manual de Irrigação*. 6ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1995, 657p.
- BEZERRA, J. W. T, Efeito da frequência de irrigação no desenvolvimento radicular e produção do coqueiro anão. 2002. 48f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2002.
- BHASKARAN, U. P. LEELA, K. Response of coconut to irrigation in relation to production status of palms and soil type. In: *Proceedings of PLACROSYMI 1*. Kasaragod: Indian Society for Plantation Crops, 1977. p. 200-206.
- BOURDEIX, R. La selection du cocotier *Cocos nucifera* L. Etude theorique et pratique optimisation des strategies d'amélioration genetique. Paris, Université de Sud Centre D'orsay, 1992. 193p. Tese de Doutorado.
- BRAGAGNOLO, N.; MIELNICZUK, J. Cobertura do solo por resíduos de oito seqüências de culturas e seu relacionamento com a temperatura e umidade do solo, germinação e crescimento inicial do milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.14, p.91-98, 1990.
- CERMEÑO, Z.S. *Estufas - instalações e manejo*. Lisboa. Litexa Editora, Ltda. 355 p. 1990.
- CHILD, R. *Coconuts*. London: Longman, 1974. 335p.

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. (Embrapa-CNPCo. Comunicado Técnico, 36).

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. 3 Ed. Brasília: Embrapa- SPI; Aracaju: Embrapa – CPATC, 1997, p. 65-71.

CUENCA, M.A.G; COSTA, W.V. Estatística da cocoicultura no Brasil. Aracaju, SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2001 (DOCUMENTOS).

CUNHA, G. R. da; BERGAMASCHI, H. Efeitos da disponibilidade hídrica sobre o rendimento das culturas. In: BERGAMASCHI, H. (Coord.). **Agrometeorologia aplicada à irrigação**. Porto Alegre : Editora da UFRGS, 1992. p. 85-97.

DERPSCH, R.; SIDIRAS, N. & HEINZMANN, F.X. Manejo do solo com coberturas verdes de inverno. *Pesq. Agropec. Bras.*, 20:761-773, 1985.

DOOREMBOS, J.; KASSAM, A. H. Efeito da água no rendimento das culturas, Campina Grande, UFPB, 1994. 306 p. (Estudos da FAO Irrigação e Drenagem).

DOOREMBOS, J.; KASSAN, A.H. *Yield response to water*. Rome: FAO, 1979. 193 p.

DOOREMBOS, J.; PRUITT, W.O. Necessidades hídricas das culturas. Trad. H.R. Gheyi, Campina Grande: UFPB, 1997. 204 p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 24).

EMBRAPA. Centro de Pesquisas agropecuárias dos Tabuleiros Costeiros (Aracaju, SE). *Recomendações Técnicas para o cultivo do coqueiro*. Aracaju, 1993. 49 p., il. (EMBRAPA-CPATC, circular técnica n.1)

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro, 1999. 412p.

FAO Coconut tree of life. Rome: FAO. 1984. 446p. (Plant Production and Protection Paper 57).

FERREIRA, J.M.S.; WARWICK, D.R.N.; SIQUEIRA, L.A. A cultura do coqueiro no Brasil. 3 Ed. Brasília: Embrapa- SPI; Aracaju: Embrapa – CPATC, 1997, 292 p.

FERREIRA, P.V. *Estatística Experimental Aplicada à Agronomia*. Maceió, 3ª Ed. Gráfica e Editora da Universidade Federal de Alagoas. 2000. 422p.

FERRI, M. G. *Botânica: morfologia externa das plantas (organografia)*. São Paulo: Melhoramentos, 1973. 149p.

FONTENELLE, A.C.F. & ARAGÃO, W.M. Caracterização morfológica reprodutiva do coqueiro Gigante (*Cocos nucifera* L. Var. *Typica*) em condições de sequeiro. Aracaju: Embrapa- CPATC, 1998, 3p.

FONTES, H. R. ; CINTRA, F. L. D.; CARVALHO FILHO, O. M. de S. Efeito da irrigação, cobertura morta e entalhe da semente, sobre a germinação de coqueiros Gigante- do – Brasil. Aracaju: Embrapa-CNPCo, 1994. 7p. (Aracaju: Embrapa CNPCo. Comunicado Técnico, 5).

FRÉDMOND, Y;ZILLER, R.; LAMONTHE, M.N. de. EL cocotero: técnicas agrícolas y producciones tropicales. Barcelona: Editorial Blume. 1975. 236 p.

FURLANI. C.E.A. Efeito do preparo do solo e do manejo da cobertura de inverno na produtividade da cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). 2000. 218f. Tese Doutorado em Agronomia) – Curso de Pós-graduação em Energia na Agricultura, Universidade Estadual Paulista.

GOMES, H. P. Engenharia de irrigação: hidráulica dos sistemas pressurizados, aspersão e gotejamento. 3 ed., Campina Grande: UFPB, 1999, 412p.

HENRY, L.; CHANDARASEKAR, N.R. Effect of intercluture and manuring on coconut in Tamil Nadu, Índia, In; NAYAR, N.M. Coconut researcha end development. Tamil Nadu: Wiley Eastern Limited. 1983. p. 92-97.

HOSTALÁCIO, S.; VÁLIO, I. F. M. Desenvolvimento de plantas de feijão cv. Goiano precoce, em diferentes regimes de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 2, p. 211-218, 1984.

IRHO. Premiers resultats dès essais d'irrigation sur cocotier. Paris, 1976. Paginação irregular.

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

KUSHWAH, b. l.; NELLIAT, E. V.; MORKAVE, V. T.; SUNNY, A. F. Rooting pattern of coconuts (*Cocos nucifera* L.) Indian Coconut of Agronomy, v.18. p. 71-74, 1973.

LAL, R. No-tillage effects on soil properties and maize (*Zea mays* L.) production in Western Nigeria. Plant and Soil, Amsterdam, v.40, p.321-331, 1974.

LIBARDI, P.L. Dinâmica da água no solo. 1ª ed., Piracicaba, SP: ESALQ, 1995, 497p.

- LORENZI, H. Palmeiras no Brasil: exótica e nativas. Nova Odessa, SP: Plantarum, 1996. 303 p.
- MAERTENS, C.; BLANCHER, R.; PIECH, J. Influence de different régimes hidriques sue l'absortion l'eau et des elements minéraux por les cultures. Annales of Agronomy, v.25, n.4, p.575-586, 1974.
- MAHINDAPALA, R.; PINTO, J.L. J. G. **Coconut cultivation**. Lunuwila: Coconut Research Institute, 1991. 162 p.
- MARIN, S. L. D.; GOMES, J. A.; SALGADO, J. S.; MARTINS, D. S.; FULLIN, E. A. **Recomendações para a cultura do mamoeiro dos grupos Solo e Formosa no Estado do Espírito Santo**. 4 ed. Vitória: EMCAPA, 1995. 57p. (Circular Técnica, 3).
- MENON, K. P. V.; PANDALAI, K. M. Plantation management. In: MENON, K. P. V.; PANDALAI, K. M. The coconut palm: a monograph. Ernakulam: Indian Central Coconut Committee, 1958. p. 184-198.
- MIRANDA, F. R.; OLIVEIRA, V. H.; MONTENEGRO A. A. T.. Desenvolvimento e precocidade de produção do coqueiro Anão (*Cocos nucifera* L.) sob diferentes regimes de irrigação. *Antropica*, v.11, n. 2, 1999.
- NAIR, M.K.; KHAN, H. H.; GOLPALSUNADRAM, P. High production technology in coconut. *Indian Coconut Journal*, v. 25, n. 9 p. 3-18, 1995.
- NOGUEIRA, L. C.; NOGUEIRA, L. R. Q.; MIRANDA, F. R. Irrigação do coqueiro. In: FERREIRA, M. S.; WARWICK, D. R. N.; SIQUEIRA, L. A. (ed.). *A cultura do coqueiro no Brasil*. Brasília: Embrapa: Embrapa/SPI, Aracaju: EMBRAPA/CPATC, 1998. CAP 7. P. 159-187.
- NUCE de LAMONTHE, M. de; SANGARE, A.; MEUNIER, J.; LE SAINT, J.P. Coconut hybrids – interest and prospects, IRHO contribution to research and devolopment. In: SILAS, E.G.; ARAVINDAKHAN, M.; JOSE, A.I. *Coconut breeding and management*. Vellinakkara, Karala Agriocultural University, 1991. p.26-38.
- OHLER, J.G. Coconut, ter of life. Rome: FAO. 1984. v. 57. 446 p. (Plant Production and Protection Paper 57).
- PASSOS, E. E. M. Ecofisiologia do coqueiro. In: FERREIRA, M. S.; WARWICK, D.R.N.; SIQUEIRA, L.A. 2ED. *A cultura do coqueiro no Brasil*. Brasília: Embrapa-SPI. Aracaju: EMBRAPA/CPATC, 1997. cap 3. p. 65-72.

PERSLEY, G.J. Replanting the tree of life: Towards an International Agenda for Coconut Palm Research. Wallingford: CAB International, 1992, 156p.

PIMENTEL GOMES, F. *Curso de Estatística Experimental*. 13ª ed. São Paulo: Nobel, 1990. 468p.

PURSEGLOVE, J.W. Tropical crops monocotyledons. London: Longman, 1981. 607p.

RICHARDS, L. A.; FIREMAN, M.; Pressure plate apparatus for measuring moisture sorption and transmission by soils. *Soil Science*, v.56, p.395- 404, 1943.

Yaalon, D.H. Salinization and salinity. *Journal of Chemical Education*, v.44, n.10, p.591-593, 1967.

SCHNEIDER, F.M., STRECK, N.A., BURIOL, G.A. Modificações físicas causadas pela solarização do solo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 1, n. 1, p. 149-157, 1993.

SIDIRAS, N.; VIEIRA, S.R. & ROTH, C.H. Determinação de algumas características físicas de um Latossolo Roxo distrófico sob plantio direto e preparo convencional. *R. Bras. Ci. Solo*, 8:265-268, 1984.

SILVA JÚNIOR, C.D. Effets 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 en conditions naturelles, Université de Paris VII - Université Denis Diderot, U.P. VII, França. 1994. p. 108. Tese de Doutorado.

SILVA, A.T. da; PASQUAL, M.; ISHIDA, J.S.; ANTUNES, L.E.C. Aclimação de plantas provenientes da cultura *in vitro*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, n.1, p.49-53, jan. 1995.

SIQUEIRA, E. R. de; RIBEIRO, F. E.; ARAGÃO, W. M.; TUPINAMBÁ, E. A. Melhoramento genético do coqueiro. In: FERREIRA, M. S.; WARWICK, D. R. N.; SIQUEIRA, L. A. 2ed. *A cultura do coqueiro no Brasil*. Brasília: Embrapa-SPI. Aracaju: EMBRAPA/CPATC, 1997. cap 4. p.73-98.

SANTOS, G.A.; BATUGAL, P.A.; OTHAM, A.; BAUDOWIN, L. & LABOUISSSE, J.P. *Manual on standardized Research Techniques in coconut breeding*. IPGRI, 1996. 45p.

SANTOS, C.R. Comunicação pessoal. Petrolina: Embrapa-CPATSA, 2002.

SANTOS, I.S. Proposta de redução do volume de água a ser aplicado pela irrigação localizada na fase inicial da cultura do coqueiro anão. Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande, 2005. p. 52 (Dissertação de Mestrado).

SOUZA, I. F.: Manejo de Irrigação, Consumo Hídrico e Produtividade do Coqueiro Anão Verde nos Tabuleiros Costeiros Norte do Estado de Sergipe-SE. Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande, 2005. 143p. (Tese de Doutorado)

STRECK, N.A. Modificação na temperatura do solo causada pela solarização em estufa plástica. Santa Maria, 1994. 82p. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal de Santa Maria.

VIEIRA, S.R.; NASCIMENTO, P.C.; SARVASI, F.O.C. & MOURA, E.G. Umidade e temperatura da camada superficial do solo em função da cobertura morta por resteva de soja em plantio direto. R. Bras. Ci. Solo, 15:219-224, 1991.

YUSUF, M.; VARADAN, K.M. Water mangement studies on coconut in Índia. In: NAIR, M.K.; KHAN, H. H.; GOPALASUNDARAM, P.; BHASKAARARAO, E. V. V., ed. Advances in coconut research and development. New Delhi: IBH, 1993. p.337-346.