



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ – REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM**

**PROPOSTA DE REDUÇÃO DO VOLUME DE ÁGUA A SER APLICADO PELA
IRRIGAÇÃO LOCALIZADA NA FASE INICIAL DA CULTURA DO COQUEIRO
ANÃO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

IVANDELSON SIQUEIRA SANTOS

Campina grande - Paraíba

Julho – 2005

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**PROPOSTA DE REDUÇÃO DO VOLUME DE ÁGUA A SER
APLICADO PELA IRRIGAÇÃO LOCALIZADA NA FASE INICIAL
DA CULTURA DO COQUEIRO ANÃO**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ – REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**PROPOSTA DE REDUÇÃO DO VOLUME DE ÁGUA A SER APLICADO PELA
IRRIGAÇÃO LOCALIZADA NA FASE INICIAL DA CULTURA DO COQUEIRO
ANÃO**

IVANDELSON SIQUEIRA SANTOS

ORIENTADORES

Prof. PhD Hugo Orlando Carvalho Guerra

Prof. Dr. Carlos Alberto V. de Azevedo

Campina grande - Paraíba

Julho – 2005

IVANDELSON SIQUEIRA SANTOS
ENGENHEIRO AGRÍCOLA

**PROPOSTA DE REDUÇÃO DO VOLUME DE ÁGUA A SER APLICADO PELA
IRRIGAÇÃO LOCALIZADA NA FASE INICIAL DA CULTURA DO COQUEIRO
ANÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Área de Concentração em Irrigação e Drenagem, do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola.

AREA DE CONCENTRAÇÃO: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM
ORIENTADOR: Dr. CARLOS ALBERTO V. de AZEVEDO
ORIENTADOR: .PhD HUGO ORLANDO CARVALLO GUERRA

Campina Grande - PB

Julho - 2005



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
COPEAG – PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DO MESTRADO

*Em memória de meus pais **Dionízio Olegário dos Santos, Argemira Siqueira Santos** , pelo exemplo de integridade, simplicidade, amor, carinho e paz interior.*

MINHA HOMENAGEM

*A minha amiga, companheira e esposa **Egilda Guedes Duarte Siqueira**, meus filhos **Caroline Duarte Siqueira, Carine Duarte Siqueira** , **Caio Vinicius Duarte Siqueira** e meus irmãos **Maria do Socorro Siqueira Santos e Silva, Ivanildo dos Santos** pelos exemplos de vida que são, bem como pela compreensão, carinho e amor a mim dedicados e que serve de estímulos para continuar lutando por momentos felizes como esse.*

*Aos meus sobrinhos **Sandro Márcio Siqueira e Silva** , **Servulo Mercier Siqueira e Silva, Ivanildo dos Santos Junior, Pedro Arthur, Mteus, Lucas** parentes e amigos.*

OFEREÇO E DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao ser todo poderoso, por toda força que me dispôs, para a conclusão deste trabalho.

Aos meus pais Dionozio Olegário dos Santos e Argemira Siqueira Santos, por tudo que me propiciaram na vida.

À minha esposa, que sempre esteve ao meu lado nos momentos de dificuldades e por ter realizado a maior felicidade de minha vida, e a meus filhos.

À coordenação e aos professores do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande.

Aos Prof. Drs. Carlos e Hugo meus orientadores, pela inquestionável contribuição na minha formação acadêmica, profissional e como ser humano.

Ao Prof. Dr., Zé Dantas pela contribuição prestada no decorrer do trabalho e pela sua gratificante amizade, assim como pela participação do julgamento do mesmo.

Ao Dr. Adilson David de Barros, por sua atenção, ensinamentos transmitidos de maneira construtiva e pela participação no julgamento do mesmo.

Ao Prof. Dr. Hugo Orlando Carvalho Guerra e aos funcionários do Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS), Chico, Wilson, Doutor e seu Pedro que ajudaram a conduzir as análises de água e solo feitas no decorrer do experimento, além das amizades conquistadas.

A Sra. Rivanilda e Aparecida pela atenção e ajuda dada sempre que necessitei durante todo o curso.

A Frederico Antônio Loureiro Soares, que dedicou uma parte do seu precioso tempo na condução deste trabalho e cuja amizade é salutar.

SUMÁRIO

<i>LISTA DE TABELAS</i>	<i>viii</i>
<i>LISTA DE FIGURAS</i>	<i>ix</i>
<i>RESUMO</i>	<i>x</i>
<i>ABSTRACT</i>	<i>xi</i>
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. A Cultura do Coqueiro	3
2.2. Evapotranspiração	6
2.3. A Transpiração	7
2.4. Necessidades Hídricas da Cultura do Coqueiro	8
2.5. O Processo Físico de Evaporação	10
2.6. Disponibilidade de Energia	10
2.7. Importância do Isolamento da Evaporação	11
2.8. Os Processos de Transferência de Calor	11
2.9. Propriedades Térmicas dos Solos	12
2.10. Cobertura do Solo	12
3. MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1. Instalação e Condução do Experimento	14
3.2. Adubação	15
3.3. Água	15

3.4. Necessidade hídrica baseada no fator de cobertura (Cv)	20
3.5. Necessidade hídrica baseada em áreas de maior adensamento do sistema radicular do coqueiro	22
3.6. Variáveis analisadas	24
3.6.1. Altura de planta (AP) e Diâmetro do Coletor (DC)	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5. CONCLUSÕES	34
6. RECOMENDAÇÕES	34
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Estimativa de quantidade de água necessária a ser aplicada em coqueiro anão Miranda et al, 1999. _____	9
Tabela 2. Características químicas do solo do experimento. Pocinhos-PB , 2004. _____	14
Tabela 3. Análise de água utilizada na experimento. _____	16
Tabela 4. Kc do coqueiro da fase inicial a adulta _____	21
Tabela 5. Coeficiente de cobertura do solo da fase inicial a adulta (Cv) _____	22
Tabela 6. Altura das Plantas com crescimento médio até os 120 dias _____	25
Tabela 7. Diâmetro dos Coletos com crescimento médio aos 120 dias _____	25
Tabela 8. Resumo da análise de variância referente à variável altura de planta aos 0, 30, 60, 90 e 120 dias após transplântio (DAT) de plantas do coco, em função de diferentes diâmetros molhados, sem e com cobertura de solo _____	26
Tabela 9. Médias da altura de plantas em (m) do coco aos 0, 30, 60, 90 e 120 dias após transplântio (DAT), em função de diferentes diâmetros molhados, sem e com cobertura de solo _____	27
Tabela 10. Resumo da análise de variância referente à variável diâmetro da planta aos 0, 30, 60, 90 e 120 dias após transplântio (DAT) de plantas do coco, em função de diferentes diâmetros molhados, sem e com cobertura de solo _____	27
Tabela 11. Médias do diâmetro em (m) do caule de plantas do coco aos 0, 30, 60, 90 e 120 dias após transplântio (DAT), em função de diferentes diâmetros molhados, sem e com cobertura de solo _____	28
Tabela 12. Volumes d`água, em litros, aplicados nos diferentes tratamentos aos 30, 60, 90 e 120 dias após transplântio (DAT) _____	30
Tabela 13. Percentuais de economia no volume total de água aplicada _____	31

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de Solo _____	15
Figura 2. Layout da área do experimento _____	17
Figura 3. Detalhe da caixa d`água _____	18
Figura 4. Tratamento com solo coberto, exibindo o filme de polietileno e o anel de zinco _____	19
Figura 5. Tratamento com solo nu, exibindo o anel de zinco _____	19
Figura 6. Vista parcial do experimento _____	19
Figura 7. Demonstração da planta testemunha. _____	21
Figura 8. Distribuição do sistema radicular da fase inicial ate a adulta _____	23
Figura 9. Anel de zinco formando o diâmetro de concentração do sistema radicular _____	23
Figura 10. Formação do sistema radicular ate o primeiro ano _____	24
Figura 11. Altura da planta (AP) e diâmetro do caule (DC) do coco dias após transplântio (DAT), em função do diâmetro molhado (D) sem (A, B) e com (C, D) cobertura de solo _____	29
Figura 12. Volumes d`água aplicados nos diferentes tratamentos aos 30, 60, 90 e 120 dias após transplântio (DAT). SND e SCD, TST, significam, respectivamente solo descoberto e solo coberto e testemunha e seus respectivo diâmetro _____	30

**PROPOSTA DE REDUÇÃO DO VOLUME DE ÁGUA A SER APLICADO PELA
IRRIGAÇÃO LOCALIZADA NA FASE INICIAL DA CULTURA DO COQUEIRO
ANÃO**

RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo estudar diferentes possibilidades de redução do volume de água a ser aplicado pela irrigação localizada na cultura do coqueiro anão no semi-árido nordestino, através de um manejo de água, solo e da cultura. Para isto, foram realizadas as seguintes tarefas: testou-se uma nova metodologia de cálculo para o volume de água aplicado na cultura do coqueiro, que considera apenas a área efetiva de maior adensamento do sistema radicular, visando à domesticação de seu desenvolvimento num determinado bulbo molhado; controlou-se a temperatura do solo através da plasticultura, tendo em vistas redução na evaporação d'água no solo e, conseqüentemente, diminuição no volume d'água a ser aplicado; e avaliou-se o desenvolvimento inicial da cultura do coco, através das variáveis altura de planta e diâmetro do caule, para os procedimentos de manejo de água, solo e da cultura propostos nesta pesquisa. O experimento de campo foi instalado em blocos inteiramente casualizados, resultante de duas combinações fatoriais entre quatro diâmetros molhados ($D_1 = 0,7$ m, $D_2 = 0,8$ m, $D_3 = 0,9$ m, $D_4 = 1,0$ m), delimitados por anéis de zinco que possuíam uma altura de 35 cm, sendo 20 cm enterrados no solo, e duas condições de cobertura de solo (coberto e nu), mais uma testemunha ($4 \times 2 + 1$), perfazendo nove tratamentos com três repetições, totalizando vinte e sete parcelas. Para ambas as condições de cobertura do solo, os diferentes volumes de água aplicados nos diversos diâmetros de influência do sistema radicular não apresentaram efeito significativo no desenvolvimento da cultura do coco, no que diz respeito à sua altura e ao diâmetro caulinar, durante os primeiros 120 dias após transplantio. O procedimento de cálculo do volume de água aplicado promoveu considerável economia de água, com valores máximos e mínimos, respectivamente, de 93,95 e 87,62%, na condição de solo sem cobertura, e de 96,98 e 93,81%, em solo com cobertura. O isolamento da evaporação contribuiu para redução substancial (50%) no volume de água aplicado, ficando demonstrada a importância de se controlar a temperatura do solo em regiões semi-áridas e a eficiência do filme de polietileno de duas faces para esta finalidade.

PALAVRAS-CHAVE: altura de planta, diâmetro de planta, *Cocos nucifera* L.

REDUCTION PROPOSAL OF THE VOLUME OF WATER TO BE APPLIED BY THE LOCATED IRRIGATION IN THE INITIAL PHASE OF THE CULTURE OF THE DWARF COCONUT TREE

ABSTRACT

This research had as objective to study different possibilities of reduction of the water volume to be applied by localized irrigation in the dwarfish coconut crop in the Northeast semi-arid region, through a management of water, soil and of the crop. Thus, the following tasks were accomplished: a new calculation methodology was tested for the volume of water applied to the coconut crop, that considers only the effective area of higher concentration of the root system, seeking to the domestication of its development in a certain wetted bulb; the soil temperature was controlled by using plastic manta, purposing the reduction in the soil water evaporation and, consequently, decrease in the volume of water to be applied; and the initial development of the coconut crop was evaluated, through the variables plant height and diameter of the stem, for the water, soil and crop management procedures proposed in this research. The field experiment was installed in entirely randomized blocks, resulting from two factorial combinations between four wetted diameters ($D_1 = 0,7$ m, $D_2 = 0,8$ m, $D_3 = 0,9$ m, $D_4 = 1,0$ m), delimited by zinc rings having a height of 35 cm, being 20 cm buried into the soil, and two conditions of soil covering (covered and nude), plus a control ($4 \times 2 + 1$), resulting in nine treatments with three replications, totaling twenty-seven plots. For both conditions of soil covering, the different applied volumes of water in the several diameters of influence of the root system didn't present significant effect on the development of the coconut crop, regarding its height and stem diameter, during the first 120 days after sowing. The procedure of calculation of the applied volume of water promoted considerable economy of water, with maximum and minimum values, respectively, of 93.95 and 87.62%, in the soil condition without covering, and of 96.98 and 93.81%, in soil with covering. The isolation of the evaporation contributed to substantial reduction (50%) in the applied volume of water, being demonstrated the importance of controlling the soil temperature in semi-arid areas and the efficiency of the two faces polyethylene film for this purpose.

KEY WORDS: plant height, plant diameter, *Cocos nucifera* L.

1. INTRODUÇÃO

O coqueiro (*Cocos nucifera* L.), cuja origem mais provável é o Sudeste Asiático, foi introduzido no Brasil em 1553, procedente da ilha de Cabo Verde, sendo no Nordeste onde a espécie encontrou melhor adaptação. O coqueiro gigante, cuja aptidão é a indústria de polpa, foi a primeira variedade a ser introduzida. O coqueiro anão, com aptidão para água ou coco verde, foi introduzido somente em 1925 (Siqueira et al. 1998). A região Nordeste é onde está concentrada a maior produção de coco do País. Em 1999, com uma produção de 907,511 milhões de frutos essa região respondeu por 79% da produção nacional de coco (Agrianual, 2000). A produção brasileira, entretanto, não tem sido suficiente para atender a demanda do mercado interno, o que tem resultado, como consequência, em importações de volumes expressivos de coco seco e semi-industrializado (Agrianual, 2000). Como a região Nordeste destaca-se com a maior produção e esta é caracterizada por haver maior evapotranspiração e menor precipitação, se faz necessário otimizar os sistema de irrigação e diminuir os grandes volumes de água hoje aplicados na cultura do coco visando uma grande redução do consumo de água hoje usado no mundo principalmente em agricultura irrigada.

Esta cultura exige grande quantidade de água durante seu crescimento vegetativo e na fase de produção de frutos de boa qualidade, sendo assim, dificilmente se encontrará água disponível em quantidades adequadas para atender a demanda evapotranspirativa em condições de cultivo em sequeiro. É uma cultura que exige cuidados em relação aos tratamentos culturais, principalmente a irrigação. A ocorrência de déficit hídrico na fase de produção afeta o desenvolvimento e formação dos frutos, inclusive, do ano seguinte. O regime pluvial ideal é aquele que apresenta precipitação média anual de 1.500 mm, com valores mensais nunca inferiores a 130 mm. Um período de três meses, com menos de 50 mm de precipitação por mês, é essencialmente prejudicial ao coqueiro Essa situação pode, no

entanto, ser amenizada em ambiente onde o lençol freático é pouco profundo (1 a 4 m), ou quando o fornecimento de água é possível através da irrigação (Child, 1974).

Á água necessária para atender a demanda evapotranspirativa da cultura do coqueiro é um importante parâmetro a ser considerado no planejamento, dimensionamento e manejo da irrigação, que possibilita atender a necessidade dessa cultura de forma complementar e/ou na quantidade total de água que a planta necessita durante o período de seca, mantendo um nível normal de água disponível no solo durante seu ciclo, para produzir frutos com qualidade, destinados ao comércio interno e exportação. A baixa pluviosidade em algumas regiões pode ser compensada pela situação favorável do lençol freático, pois a cultura desenvolve seu sistema radicular profundo, conseguindo resistir a déficit hídrico nos períodos com escassez de chuvas Cintra et al (1992).

O uso de cobertura do solo tem apresentado importantes resultados com relação às perdas de água por evaporação, constituindo-se uma importante alternativa para economia de água na agricultura, principalmente para as regiões semi-áridas, onde ocorrem baixos índices de precipitação e elevadas temperaturas, sendo os melhores resultados conseguidos com filmes de polietileno que com materiais vegetais (Zapata et al, 1989). No Brasil, os primeiros registros da utilização de filmes de polietileno são de 1967, no cultivo de morango (Goto, 1997). Nos últimos anos, o uso dos filmes tem-se expandido para o cultivo de diversas hortaliças, como pimentão, tomate, pepino, melão e abobrinha.

Esta pesquisa teve como objetivo geral estudar possibilidades de redução do volume de água a ser aplicado pela irrigação localizada, capaz, no entanto, de atender às necessidades hídricas da cultura do coqueiro anão no semi-árido nordestino.

Os objetivos específicos foram:

a) Testar nova metodologia de cálculo para o volume de água aplicado na cultura do coqueiro, que considere apenas a área efetiva de maior adensamento do sistema radicular, visando a domesticação de seu desenvolvimento num determinado bulbo molhado através da cobertura do solo com plástico

b) Reduzir a evaporação d'água no solo e, conseqüentemente, diminuição no volume d'água a ser aplicado.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A Cultura do Coqueiro

O coqueiro (*Cocos nucifera* L.) é uma planta arbórea, com caule do tipo estipe, não ramificado, muito desenvolvido e bastante resistente, não apresentando crescimento secundário e suas folhas terminais podem atingir até 6 m de comprimento, sendo do tipo penada, constituída pelo pecíolo, que continua pela ráquis, onde se prendem numerosos folíolos. O coqueiro possui sistema radicular fasciculado, com maior concentração nos primeiros 60 cm e raio de 150 cm, cujas raízes são distribuídas da seguinte forma: no primeiro quarto estão distribuídos 40% das raízes; no segundo quarto, 30%; no terceiro, 20%, e no último quarto, 10%. A inflorescência é paniculada, axilar, protegida por bráctea grande, chamada espata, com flores masculinas e femininas na mesma inflorescência. O fruto é uma drupa formada por uma epiderme lisa ou epicarpo, que envolve o mesocarpo espesso e fibroso, ficando mais para o interior uma camada muito dura, o endocarpo. A semente é constituída de uma camada fina de cor marrom; o tegumento, que fica entre o endocarpo e o albúmen sólido (copra) onde se encontra o embrião; a cavidade interna é preenchida pelo albúmen líquido (água do coco). O desenvolvimento do fruto necessita de 12 meses, desde a diferenciação floral até a maturação completa Ferri (1993)

O coqueiro é uma planta essencialmente tropical, tendo encontrado no Brasil excelentes condições climáticas, para seu pleno desenvolvimento e potencial produtivo. A cultura possui condições climáticas favoráveis entre 24°N e 23°S de latitude, temperatura média anual em torno de 27 °C, com oscilações de 5 a 7 °C, umidade relativa entre 65 a 85%, pluviosidade entre 1.200 a 2.200 mm anuais, bem distribuídos. O coqueiro não se desenvolve bem sob qualquer sombreamento ou condições de intensa nebulosidade, para

tanto, exige em torno de 2.000 horas de luz de sol/luminosidade/ano e 120 horas/mês como limites quantitativos. Os ventos fracos e moderados com velocidade de até 4 m/s beneficiam o desenvolvimento da cultura, estimulando a absorção de água e nutrientes pela planta. Ventos frios são indesejáveis, já que prejudicam o desenvolvimento da mesma. A cultura desenvolve-se melhor em solos com textura média, permeáveis e férteis, sendo que de 75 a 80% de seu sistema radicular fasciculado estão distribuídos entre 0,2 a 1,0 m de profundidade e até 1,50 m de raio do estipe da planta Vidhana (1998).

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

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, leva a crer que o suprimento de água é regido, principalmente, pelo grau de exploração do sistema radicular e pelo gradiente de umidade e movimento de água criados 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 adaptação do coqueiro para manter o suprimento regular de água.

Vários autores confirmam que a maior concentração de raízes do coqueiro é normalmente encontrada num raio de 2m, a uma profundidade entre 0,2 a 0,8m. Kushwah et al. (1973) observaram que 74% do sistema radicular não produz ramificações além de 2m do bulbo de raiz e que a maior concentração se encontra na profundidade entre 0,3 e 1,2m. Cintra et al. (1992) avaliaram o sistema radicular do coqueiro anão na fase de

produção e constataram que a maior concentração de raízes encontrava-se de 0,2m a 0,6m de profundidade e que 70% a 90% das raízes totais distribuía-se lateralmente de I a 1,5m do tronco. O que favorece uma melhor distribuição das raízes são solos férteis e de textura mais leves, como também, o perfil de distribuição de umidade e nutrientes aplicados.

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). Das raízes saem, ainda, pequenas ramificações chamadas pneumatóforos, que asseguram as trocas gasosas com a atmosfera do solo (Menon & Pandalai, 1958).

Para Dhanapal et al. (2000), em coqueiro irrigado por gotejamento, a área umedecida é menor quando comparada com a bacia inundada; no entanto, como a irrigação é diária, a umidade é mantida na capacidade de campo, o que resulta em um número maior de raízes dentro da área umedecida.

Apesar do gotejo e da inundação em bacia ter resultado em igual produção de albúmen por coqueiro, o gotejamento apresentou uma economia de uso de água de 34%. Estudos realizados por Maheswarappa et al. (2000) em solos arenosos do litoral com coqueiro irrigado por gotejamento, acima de 95,5% das raízes concentraram-se na profundidade de 0 a 120 cm, e na horizontal, 79,7% de raízes emergentes estavam confinadas a 2 m de raio em relação ao caule e apenas 12,5 e 7,5% de raízes foram encontradas, respectivamente, além dos 3 a 4 m, em relação ao caule da planta.

Kushwah et al. (1973), citados por Maheswarappa et al. (2000), relatam que 73% de raízes de um coqueiro de meia idade estão confinadas a um raio de 2 m, e a maioria dessas raízes ficou confinada à camada de 31 a 90 cm de profundidade em um solo franco arenoso.

Em solos franco arenosos, avaliações feitas por Mathew & Maheswarappa et al. (2001) mostram que cerca de 31% da zona ativa de raízes poderiam ser umedecidos pela aplicação de 32 L/planta/dia através de quatro pontos gotejadores a uma taxa de descarga de 4 L/h. Em solos arenosos e com a mesma taxa de descarga e igual quantidade de água e de pontos gotejadores, apenas 14,6% da zona ativa de raízes foram umedecidos, nas condições da Índia.

Maheswarappa et al. (1997) estudaram o volume do solo umedecido por quatro e seis emissores tipo gotejadores, relacionando a taxa de descarga do gotejador. No quinto dia, a uma taxa de descarga de 4 L/h, 21,9% da zona ativa de raízes foi umedecida, enquanto a 1,5 e 2 L/h, o bulbo úmido foi de 11,3 e 15,1%, respectivamente, quando foram

usados seis emissores; o bulbo úmido foi de 7,5, 10,2 e 14,6% a 1,5, 2,0 e 4,0 L/h, respectivamente, quando se empregaram quatro emissores nas bacias da planta.

Dados sobre o sistema radicular são extremamente importantes para o dimensionamento de sistema de irrigação e para o manejo de culturas irrigadas. Por outro lado, o manejo da irrigação e todos os tratos culturais interferem na formação do sistema radicular.

2.2. Evapotranspiração

Numa superfície vegetada ocorrem simultaneamente os processos de evaporação e transpiração, Evapotranspiração é o termo que foi utilizado por Thornthwait, no início da década de 40, para expressar essa ocorrência simultânea. Anteriormente, utilizava-se o termo uso consultivo (JENSEN,1973), citado por Pereira (1997), mas este considera a água retida na planta.

O consumo de água das frutíferas corresponde à soma da transpiração das árvores, da evapotranspiração da cobertura intercalar, como ervas daninhas, e da evaporação da água do solo, através de sua superfície. Além da proporção entre esses componentes de cobertura vegetal, todos os fatores considerados no balanço hídrico da planta afetam seu consumo de água, o que envolve condições climáticas, idade da planta, sistema de condução da copa, geometria do plantio, espécie de enxerto e porta-enxerto, o regime hídrico imposto, que condiciona a profundidade do sistema radicular etc (Allen et al., 1998).

A determinação da evapotranspiração das culturas não é tarefa fácil. Métodos usados em pesquisa, como a lisimetria e a determinação direta em campo do balanço hídrico no solo, são de difícil aplicação prática. Na última década do século passado, o uso dos métodos de medida do fluxo de seiva da planta elevou-se, através da aplicação de pequenas quantidades de calor ao tronco ou aos ramos de lenhosas. O fluxo de seiva reflete relativamente bem a absorção de água do solo pelas plantas, e desde que não haja deficiência hídrica acentuada no solo, para intervalos de 24 horas indica bem o volume de água transpirada pela planta (Allen et al., 1998). Um grande número de estudos no exterior e alguns no Brasil, mostram que tais métodos podem ser aplicados às frutíferas, desde que testados para as espécies de interesse; entretanto, embora os sensores e equipamentos acessórios neles utilizados estejam disponíveis comercialmente, ainda se considera difícil,

no momento, a sua aplicação na prática agrícola no Brasil, sendo por enquanto mais indicados para fins de pesquisa.

Uma opção prática para a determinação da exigência hídrica de frutíferas é o uso de coeficientes de cultura (K_c), que relacionam a evapotranspiração máxima da cultura (ET_m), isto é, sem deficiência hídrica que comprometa o crescimento, com a evapotranspiração de referência ou potencial (ET_o) de um gramado extenso, em crescimento ativo e, também, sem deficiência hídrica. O valor do coeficiente de cultura depende, portanto, das condições de crescimento das árvores relacionando-se, então, com a própria idade das plantas, no caso de frutíferas que vegetam o ano todo, como o coco, da geometria do plantio e da existência ou não de vegetação intercalar. Se a superfície do solo estiver muito úmida, a evaporação poderá representar uma boa fração da ET_m , principalmente nos estágios iniciais de crescimento da cultura. A FAO organizou, através de especialistas, documentos com valores indicativos de K_c para diversos estágios de culturas, incluindo-se várias frutíferas arbóreas. Uma revisão recente desses valores encontra-se no texto de Allen et al. (1998). Valores de K_c são sugeridos para as fases inicial, intermediária e final, para solo sem cobertura ou com vegetação ativa nas faixas entre as plantas. Para a cultura do coqueiro, há valores que se aplicam para diferentes porcentagens de cobertura do terreno, pela copa das árvores.

Uma fonte de erro considerável nas estimativas de ET_m pelo uso de K_c é a própria determinação de ET_o , a qual pode ser feita por diferentes métodos climatológicos. A FAO (1988) recomenda o uso do método de Penman-Monteith, que exige dados diários de radiação solar, velocidade do vento, temperatura e umidade do ar. Embora esses dados possam ser obtidos em estações meteorológicas na propriedade rural, em escala regional pode-se adotar o esquema de um órgão centralizador (de pesquisa ou extensão) que obtenha os dados e repasse ao produtor já os valores de ET_o .

2.3. A Transpiração

Transpiração é a evaporação da água que foi utilizada nos diversos processos metabólicos necessários ao crescimento e desenvolvimento das plantas. Essa evaporação se dá através dos estômatos que são estruturas de dimensões microscópicas ($<50 \text{ } \mu\text{m}$) que ocorrem nas folhas (de 5 a 200 estômatos/ mm^2) e que permitem a comunicação entre a parte interna da planta e a atmosfera. Através dos estômatos fluem gás carbônico, oxigênio e vapor d'água e, que na maioria das plantas, permanecem abertos durante o dia e fechados

durante a noite e nas condições de acentuado estresse hídrico. Estresse hídrico ocorre em duas situações: (1) quando o solo não contém água disponível às plantas; (2) quando o solo contém água disponível mas a planta não é capaz de absorvê-la em velocidade e quantidade suficiente para atender a demanda atmosférica (*poder evaporante do ar*) Ferreira (1997)

2.4. Necessidades Hídricas da Cultura do Coqueiro

A necessidade de água do coqueiro depende de vários fatores, tais como: idade da planta (altura e área foliar), clima local, radiação solar, temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento), tipo de solo, teor de umidade do solo, método de irrigação utilizado, estado nutricional da planta etc (Ferreira et al, 1997).

A variedade de coqueiro-gigante apresenta baixa taxa de transpiração e maior habilidade para conviver com deficiência hídrica no solo, quando comparada com a variedade de coqueiro anão. O coqueiro anão, em virtude de sua alta taxa de transpiração, consome mais água que as outras variedades e, nas mesmas condições de clima e solo, é o primeiro a apresentar os efeitos do déficit hídrico (IRHO,1992).

Resultados de estudos de campo realizados mostraram que um coqueiro adulto com 35 folhas (150 m² de área foliar) transpira de 30 a 120 L/dia de água, dependendo da demanda evaporativa da atmosfera e do teor de umidade do solo. Estudos realizados em Calicut (Índia), mostraram que a evapotranspiração de coqueiros de 5 anos variou de 2,3 a 5,5 mm dia⁻¹. (Jayasekara & Jayasekara, 1993),

A grande maioria dos estudos a respeito das necessidades hídricas do coqueiro foi realizada nas condições de clima e solo da Ásia, utilizando-se variedades gigantes. No Brasil, porém, a maior parte dos plantios irrigados de coqueiros utiliza a variedade Anã, e estudos a respeito de suas necessidades hídricas se encontram ainda em fase inicial.

Tem-se utilizado no Brasil, de modo geral, no cálculo da quantidade de água a ser aplicada na cultura do coqueiro, o fator da cultura (Kc) de 0,8 para plantas adultas. Os resultados obtidos com esses cálculos têm sido satisfatórios, porém se deve lembrar que esses valores não foram comprovados experimentalmente para diversas condições ambientais brasileiras, demandando 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 (1997)

Conforme Miranda et al (1999), a título de exemplo, apresentam-se na tabela 1, alguns dados de necessidade de água pela cultura do coqueiro, a partir do 2^o ano de cultivo (percentagem de cobertura do solo igual ou maior que 20%). A estimativa da demanda hídrica da cultura (Etc) apresentada nesta tabela foi obtida considerando-se: o mês com maior demanda climática e com evapotranspiração de referência (ET_o) média diária em torno de 5 mm/dia e coeficiente da cultura (K_c) 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). É oportuno considerar a eficiência do sistema de irrigação. No exemplo, para um volume líquido de 117 L/planta/dia e se considerando uma eficiência de 90% para irrigação localizada, o volume bruto será 130 L/planta/dia.

No caso da utilização da Tabela 1, ou qualquer outra forma de estimativa das necessidades de água do coqueiro, torna-se imprescindível o monitoramento da umidade do solo, a fim de orientar os ajustes necessários à quantidade de água a ser aplicada nas condições locais. Sugere-se monitorar a umidade do solo nas profundidades de 25 cm (camada de 0 a 50 cm), de 75 cm (camada de 50 a 100) e de 125 cm (camada abaixo de 100 cm). Essas profundidades devem ser adaptadas conforme a situação local do perfil do solo e para isso, podem ser utilizados tensiômetros de mercúrio ou de vacuômetro e ser instaladas pelo menos três baterias de tensiômetros por área homogênea de solo e de idade das plantas. Cada bateria é constituída pôr dois ou três tensiômetros, citados anteriormente, a uma distância de 0,6 até 1,2 m do caule, de acordo com a idade da planta e com o raio de ação do emissor. A tensão máxima permitida entre as irrigações deve ser de 15 a 25 kPa para solos arenosos e de 40 a 60 kPa para solos argilosos.

Tabela 1. Estimativa de quantidade de água necessária a ser aplicada em coqueiro anão Miranda et al, 1999.

Cobertura do Solo (%) Pela Planta	Quantidade de Água (L/planta/dia)	
	Necessidade Líquida	A Ser Aplicada ¹
20	39	43
40	77	85
60	117	130
80	156	173

¹ Com eficiência de aplicação de 90%

2.5. O Processo Físico de Evaporação

Moléculas de água são compostas de 1 átomo de oxigênio e 2 de hidrogênio. Quando a temperatura aumenta, implicando em aumento da força molecular, moléculas perdem força de ligação (força de ligação do hidrogênio) e escapam da superfície da água. Pode também haver alguma condensação de volta. Um suprimento constante de energia (calor) é conveniente para manter o processo de evaporação líquida, que pararia sem tal suprimento. As condições necessárias para sustentar a evaporação são a existência de energia e a disponibilidade de água Prevedello (1996).

A determinação do conteúdo de água perdida para a atmosfera, pelo solo e pela planta, por evaporação, em função da disponibilidade de água no solo e da energia disponível à superfície, é de fundamental importância. Os métodos mais precisos para determinação da evaporação de culturas têm o saldo de radiação solar incidente na superfície, como parâmetros indispensáveis. Prevedello (1996).

Existem duas formas de transporte de umidade do solo até a superfície, uma é o fluxo de filme d'água que ocorre sob gradiente de potencial matricial até a zona em que a evaporação ocorre. O movimento se torna negligenciável à medida que a umidade se aproxima do ponto de murcha permanente (PMP), a outra é o fluxo de vapor que se verifica a partir da zona em que ocorre a evaporação até a superfície. Temperatura e gradientes de pressão de vapor movem água em direção à superfície. Embora muito lento, o fluxo de vapor pode secar solos de regiões desérticas, até grandes profundidades .

2.6. Disponibilidade de Energia

Parte da radiação de ondas curtas do sol é convertida em calor na superfície de folhas e lagos, onde parte deste calor aquece a água, aumentando a taxa de evaporação, enquanto parte é usada para aquecer o ar e outros materiais. O calor usado para aquecer a matéria sem mudança de estado é denominado calor sensível. Quando o ar aquecido se desloca, ele transfere energia (energia advectiva, H). Um exemplo desse fenômeno é a evaporação elevada em oásis como em grandes áreas irrigadas do vale do São Francisco. O termo disponibilidade de água não se aplica apenas à quantidade de água presente mas, também, à sua disponibilidade para evaporação, a qual depende da geometria da superfície e de sua rugosidade. O mesmo vale para a água no solo e na planta (Bouchet, 1963).

As diferenças na topografia e na elevação do sol afetam a disponibilidade de energia, em que a difusão de radiação por nuvens tende a reduzir o efeito dessas diferenças. Devido ao efeito do ângulo solar na radiação total diária de ondas curtas, parte da radiação solar é convertida em energia mecânica, que gera os ventos, produzindo uma camada de mistura turbulenta de ar e vapor nas proximidades da superfície. Esta camada aumenta a eficiência da aplicação da energia disponível para evaporação da água, uma vez que previne a saturação do ar e mantém elevado gradiente de vapor na superfície evaporante Bouchet (1963).

2.7 Importância do Isolamento da Evaporação

Segundo Prevedello (1996), a temperatura do solo é um dos fatores mais importantes para o desenvolvimento das plantas. O solo, além de armazenar e permitir os processos de transferência de água, solutos e gases, também armazena e transfere calor. A capacidade de um solo de armazenar e transferir calor é determinada pelas suas propriedades térmicas e pelas condições meteorológicas que, por sua vez, influenciam todos os processos químicos, físicos e biológicos do solo. A atividade microbiológica poderá ser interrompida, as sementes poderão não germinar e as plantas não se desenvolverem, se o solo não se apresentar dentro de uma faixa de temperatura adequada para a manutenção dos processos fisiológicos envolvidos. As propriedades físicas da água e do ar do solo, bem como seus movimentos e disponibilidade no solo, além de muitas reações químicas que liberam nutrientes para as plantas, são influenciados pela temperatura do solo. Ademais, o calor armazenado próximo da superfície do solo tem grande efeito na evaporação. As propriedades térmicas do solo e as condições meteorológicas influem, portanto, no meio ambiente das plantas.

2.8 Os Processos de Transferência de Calor

Os processos de transferência de calor no solo podem ocorrer por condução e convecção, com ou sem transferência de calor latente. A temperatura do solo é consequência desses processos e das trocas de calor entre a superfície do solo com a atmosfera. Nas trocas de calor entre a superfície do solo com a atmosfera, além dos processos de condução e convecção ocorre, ainda, mais um processo: a radiação. A radiação é o único processo de transferência que pode ocorrer no vácuo, porque neste

processo a energia ocorre por ondas eletromagnéticas. A condução se dá pela transferência de energia térmica de uma partícula para outra e é geralmente o processo mais importante de transferência nos solos. Além disso, ele é governado pelas propriedades térmicas do solo que por sua vez, são tremendamente dependentes da umidade do solo. A convecção acontece pelos fluidos em movimento (fluxo de massa) e é, em geral o processo mais significativo de transferência de calor nos solos úmidos Prevedello (1996).

2.9. Propriedades Térmicas dos Solos

A quantidade de calor que pode ser transmitida por condução no solo, depende: a) da propriedade do meio em transmiti-lo, ou seja, da sua condutividade térmica, que é a quantidade de energia térmica que o solo pode transmitir por segundo, a uma distância de 1 m, quando a diferença de temperatura nessa distância for de 1 k (lê-se um Kelvin); e b) da quantidade de energia térmica que uma massa ou volume de solo armazena antes que a sua temperatura se eleve (calor específico). O calor específico é a quantidade de energia térmica que 1 kg ou 1 m³ de solo necessita para aumentar a temperatura em 1 k. Em outras palavras, o calor específico do solo reflete a sua capacidade de atuar como reservatório de calor, enquanto a condutividade, a sua capacidade de transmitir calor. Conseqüentemente, o tempo requerido para determinado solo aumentar ou diminuir a temperatura, depende de como o calor é transmitido e do calor específico de cada fase constituinte (sólida, líquida e gasosa) Amma (1982).

2.10. Cobertura do Solo

Muitas técnicas e alternativas de manejo do solo já foram e estão sendo empregadas e comparadas, a fim de se minimizar os impactos das altas temperaturas dos solos tropicais. As coberturas protetoras desempenham importante função na agricultura, visto que podem modificar as variações de temperatura no interior do solo, particularmente próximo da superfície, podendo alterar consideravelmente o ambiente para o desenvolvimento da flora e da fauna do solo. Portanto, é fácil admitir-se que é possível produzir mais e com melhor qualidade, se houver atenção com a qualidade física dos solos, promovendo-se condições para uma temperatura adequada do ambiente radicular das plantas, já que a temperatura do solo é um dos cinco fatores essenciais à produção de qualquer espécie vegetal. Amma (1982).

As coberturas são capazes de modificar o regime térmico dos solos, tanto para aumentar quanto para diminuir a temperatura. Essas coberturas podem ser constituídas de materiais de diferentes espessuras e propriedades térmicas. Mesmo que cada uma delas se comporte de maneira distinta, pode-se prever como isso ocorre. Capas secas de areia sobre a superfície do solo, por exemplo, experimentam uma baixa condutividade térmica e alto coeficiente de reflexão (albedo), razão pela qual haverá: a) uma redução da amplitude de variação da temperatura abaixo da capa; b) uma prevenção das perdas por evaporação, já que a condutividade hidráulica na cobertura também diminui, e c) uma variação maior de temperatura na cobertura (ainda que o coeficiente de reflexão seja alto) porque a condutividade térmica é baixa. Materiais com grande quantidade de ar originam coberturas com temperaturas mais amenas no solo. Por isso, as coberturas de matéria vegetal também isolam eficazmente e reduzem a magnitude das oscilações diárias da temperatura do solo. Da mesma forma, a superfície seca dos solos arados e gradeados também pode manter a temperatura do perfil de solo mais uniforme do que se ele fosse compactado, ainda que a variação na superfície aumente, mas logo que essas coberturas sofrem compactação, sua condutividade térmica aumenta e elas perdem a eficácia Pinto (1997).

Diferentes tipos de plástico são utilizados para cobertura dos solos, como filmes opacos pretos, transparentes, cinzas, verde, marrom e amarelo (dupla-face). Dependendo da coloração, opacidade ou transparência, os filmes apresentam maior ou menor capacidade de transmitir radiação calorífica e visível (Sganzerla, 1991). Os filmes brancos apresentam maior capacidade de refletância da luz solar e os filmes pretos apresentam maior capacidade de absorção de calor (Han et al., (1993).

As necessidades hídricas das culturas são bastante variáveis e dependem principalmente das condições climáticas. Doorembos & Kassan (1994) afirmam que a necessidade de água das culturas se expressa, normalmente, pela taxa de evapotranspiração, o que depende das condições meteorológicas da disponibilidade hídrica no solo e da cobertura do solo. Pinto (1997) trabalhando com diferentes tipos de cobertura de polietileno, com a cultura de alface, concluiu que em média, a evapotranspiração nos tratamentos com mulch de polietileno apresentou-se 25% menores que os tratamentos sem mulch.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Instalação e Condução do Experimento

O trabalho foi desenvolvido sob condições de campo conforme Figura 2, em propriedade privada no município de Pocinhos, PB, nas coordenadas geográficas: longitude de 36° 06' 34" e latitude de 7° 07' 12", a 155 km de João Pessoa-PB, com solos classificados como NEOSSOLO textura media fase caatinga hiperxerofila relevo plano e suave ondulado e SOLOS LITOLICOS EUTROFICOS com fraca textura arenosa e ou media fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerofila relevo suave ondulado substrato gnasse e granito Figura 1, (EMBRAPA, 1999).

Tabela 2. Características químicas do solo do experimento. Pocinhos-PB , 2004.

Características químicas		Valor
Complexo sortivo meq/100ml solo	Cálcio	1,93
	Magnésio	1,07
	Sódio	0,13
	Potássio	0,18
	Hidrogênio	1,17
	Alumínio	0,03
	Soma de bases (S)	3,34
	Capacidade de troca de cátions (CTC)	3,52
Saturação de bases (V), %		-
Matéria orgânica, g kg ⁻¹		0,00
Fósforo, mg dm ⁻³		0,31
pH em água (1:2,5)		6,04
pH do extrato de saturação		5,92
Condutividade elétrica do extrato de saturação, dS m ⁻¹		0,08

Tabela 3. Análise de água utilizada na experimento.

Ph	6,66
Condutividade Elétrica (dS/cm)	2,47
Cálcio (meq/L)	2,00
Magnésio (meq/L)	4,10
Sódio (meq/L)	19,96
Potássio (meq/L)	0,28
Clorestos (meq/L)	21,95
Bicarbonatos (meq/L)	1,68
Carbonatos (meq/L)	0,00
Sulfatos (meq/L)	Presença
Relação de adsorção de sódio (RAS)	11,47
Classe de Água	C4

O experimento foi instalado em blocos ao acaso, resultante de duas combinações fatoriais entre quatro diâmetros molhados $D_1 = 0,7$ m, $D_2 = 0,8$ m, $D_3 = 0,9$ m, $D_4 = 1,0$ m, delimitados por anéis de zinco que possuíam uma altura de 35 cm, sendo 20 cm enterrados no solo, e duas condições de cobertura de solo: coberto (SC) e solo nu (SN), mais uma testemunha ($4 \times 2 + 1$), perfazendo nove tratamentos com três repetições, totalizando vinte e sete parcelas delimitado com uma fileira de bordadura.

Foi usada quatro testemunha em cada bloco em condições normais, irrigadas diariamente baseado na evaporação fornecida pela estação meteorológica da Embrapa Campina grande-PB, a 35 km do experimento, os volumes aplicados obedeceram o critério de cálculo da fórmula matemática de Howel & Hiller (1972), baseado no fator de cobertura (C_v)

A área onde foi instalado o experimento tem dimensões de 40 x 96 m, totalizando 3.840 m² e foi dividida em 3 blocos (correspondendo às três repetições), cada uma com dimensões de 32 x 40 m, possuindo 9 plantas, totalizando 1.280 m²; todas as três blocos foram separadas por uma bordadura de 9 plantas.

Ao se realizar a limpeza do terreno, instalou-se o sistema de irrigação pressurizada, com tubulações enterradas, onde no meio da área passa uma tubulação que distribuía água em 12 pontos, nos quais se conectava uma mangueira flexível de 50 m e se fazia a irrigação manualmente, usando como medida um balde de plástico graduado em litros. Para irrigação, utilizou-se a água de um poço tubular com 55 m de profundidade, bombeada por um cata-vento com vazão de 1.000 L/h que abastecia uma caixa d'água em fibra com capacidade para 5.000 L, elevada a 2,0 m, que a distribuía, por gravidade, a água para a rede de condução. Inicialmente o solo foi colocado em capacidade de campo, e nos tratamentos com cobertura do solo, através de filmes de polietileno de dupla face, a

frequência de irrigação foi diária, enquanto nos tratamentos sem cobertura do solo foi a cada dois dias.

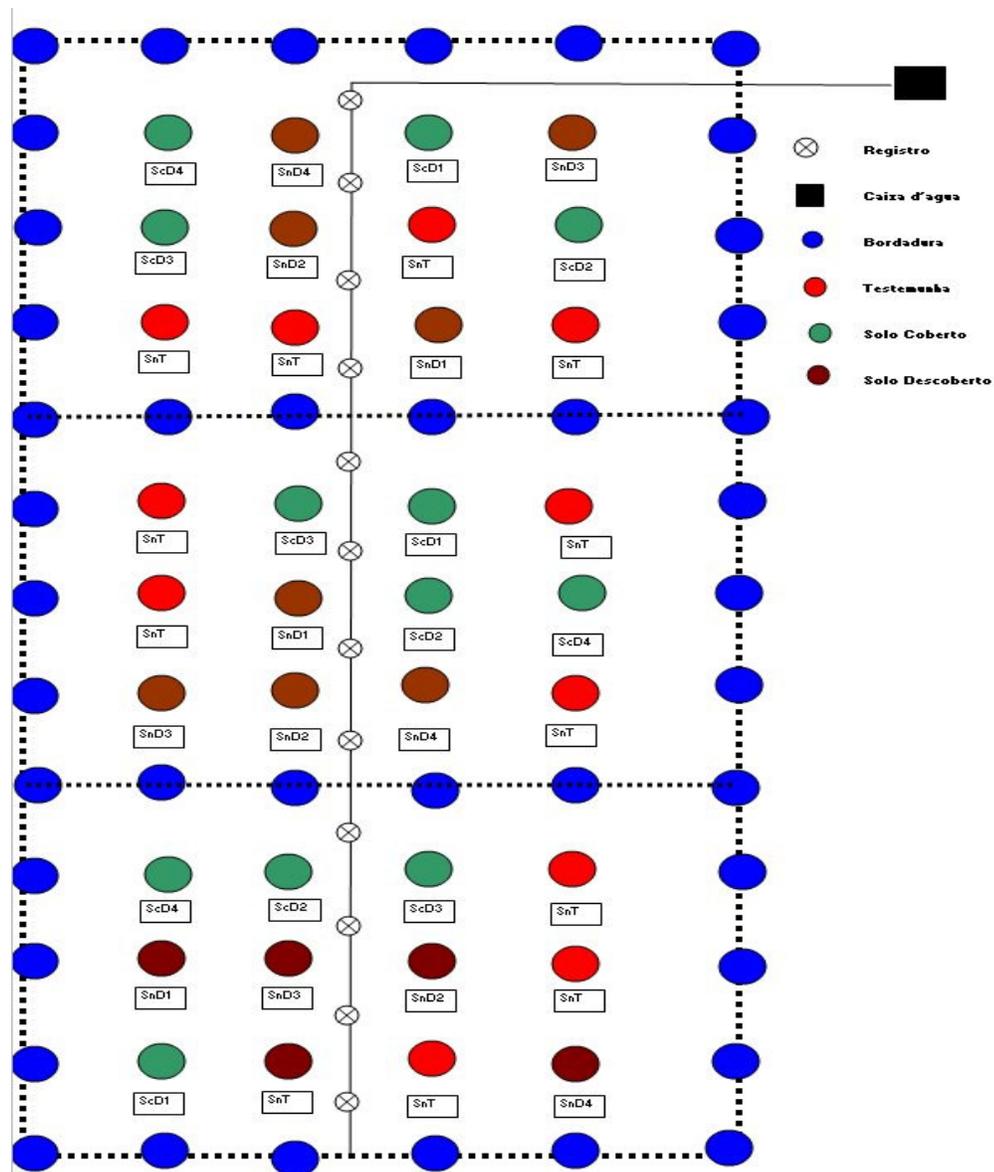


Figura 2. Layout da área do experimento.

O sistema de plantio foi feito através de mudas com raízes nuas e podadas no momento de serem plantadas, com 6 meses de idade, tratadas contra fungos e bactérias; após a chegada à área permaneceu 10 dias para adaptação climática e logo depois foi feito o plantio em covas espaçadas de 8 m entre linhas e 8 m entre fileiras, e com dimensões de 0,5 x 0,5 x 0,7 m. As Figuras 1 a 4 mostram o experimento instalado no campo.



Figura 3. Detalhe da caixa d'água



Figura 4. Tratamento com solo coberto, exibindo o filme de polietileno e o anel de zinco



Figura 5. Tratamento com solo nu, exibindo o anel de zinco



Figura 6. Vista parcial do experimento

3.4. Necessidade hídrica baseada no fator de cobertura (Cv)

As primeiras tentativas para determinação das necessidades hídricas para os projetos de irrigação localizada, foram feitas com base no uso consultivo, determinado para irrigação por aspersão. Entretanto, devido à particularidade dos métodos de irrigação localizada, em que somente parte da superfície do solo é molhada, procurou-se um fator para compensar esta diferença, que foi, assim, chamado fator de cobertura (Cv), que é equivalente à parte da área total coberta da cultura, representada pela projeção horizontal da copa da árvore, e relacionado com o espaçamento; este fator deve indicar a superfície de ação do sistema radicular (Lozano, 1975). São muitos os trabalhos que relacionam o volume d'água a ser aplicado na irrigação localizada com a evaporação do tanque Classe A e o fator Cv. Para o cálculo deste volume, este experimento utilizou a equação de Howel & Hiller (1972):

$$V = Kc \times Ev \times Cv \times Ep \times Ef / Ef \quad (\text{Eq. 1})$$

Donde:

V - Volume d'água, em L/planta/dia

Kc - Coeficiente da Cultura

Cv – coeficiente de cobertura em %

Ev - Evaporação do tanque classe A, em mm

Ep – Espaçamento entre Planta em m

Ef – Espaçamento entre Fileira em m

Ef - Eficiência de irrigação em %



Figura 7. Demonstração da planta testemunha.

Segundo Santos (2002), o K_c da cultura adotado no experimento foi o da fase inicial (0,4), Tabela 4 e o C_v segundo Nogueira et al 1998, foi usado 20% da cobertura do solo), Tabela 5 e foram utilizados os dados de evaporação do Tanque Classe A da estação meteorológica da Embrapa Algodão, Campina Grande, PB, que está a uma distância de 35 km da área do experimental. O volume d'água calculado desta maneira correspondeu, no experimento, à testemunha, na qual o solo era sem cobertura.

Tabela 4. K_c do coqueiro da fase inicial a adulta

Fase da Cultura (meses)	K_c 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)

Tabela 5. Coeficiente de cobertura do solo da fase inicial a adulta (Cv)

Cobertura ou fator de Sombreamento do solo (%)	Quantidade de água (L planta ⁻¹ dia ⁻¹)	
	Necessária (Lâmina Líquida)	A ser aplicada (eficiência de 90%)
20	39	43
40	77	85
60	117	130
80	156	173
100	195	217

Fonte: Nogueira et al. (1998).

3.5. Necessidade hídrica baseada em áreas de maior adensamento do sistema radicular do coqueiro

Este experimento testou um novo procedimento de cálculo do volume d'água aplicado através da irrigação localizada na cultura do coqueiro, o qual leva em consideração áreas de maior adensamento do sistema radicular. Segundo Cintra et al. (1993) grande parte do sistema radicular do coqueiro se concentra da seguinte forma: na fase de desenvolvimento o sistema radicular se distribui lateralmente em até 1 m de raio, chegando na fase adulta, em maior parte, a um raio de até 2,0 m conforme figura 8; assim sendo, para o primeiro ano de desenvolvimento da cultura do coqueiro, este experimento testou 4 áreas delimitada por anéis de zinco consideradas de maior adensamento do sistema radicular, que foram delimitadas por cilindros de zinco (Figura 9) de diâmetros $D_1 = 0,7$ m, $D_2 = 0,8$ m, $D_3 = 0,9$ m, e $D_4 = 1,0$ m, aplicando-se neles os volumes d'água calculados a partir da equação (2):

$$VA = 3,14 \times R^2 \times Ev \times Kp / Ef \quad (\text{Eq. 2})$$

VA - Volume aplicado em L/planta/dia

Ev - Evaporação do tanque classe A, em mm

R - Raio do cilindro de zinco, em m

Kp - Coeficiente de correção do tanque classe A

Ef - Eficiência de aplicação d'água, em decimal

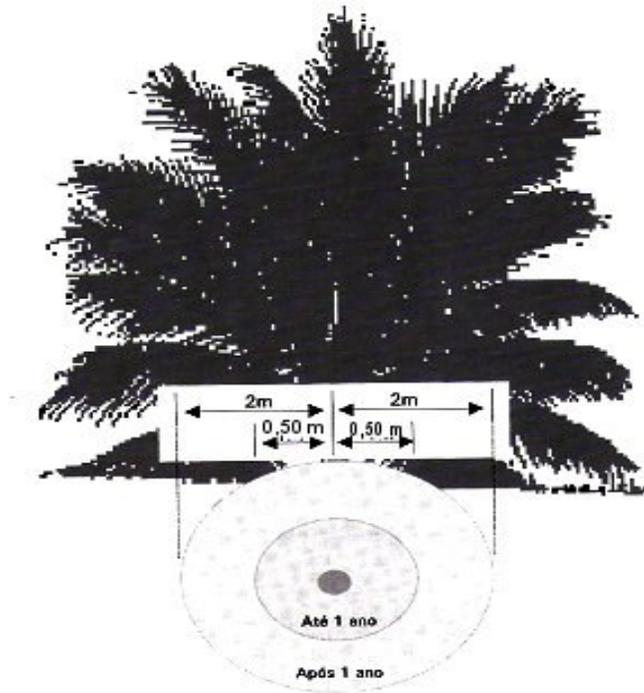


Figura 8. Distribuição do sistema radicular da fase inicial até a adulta

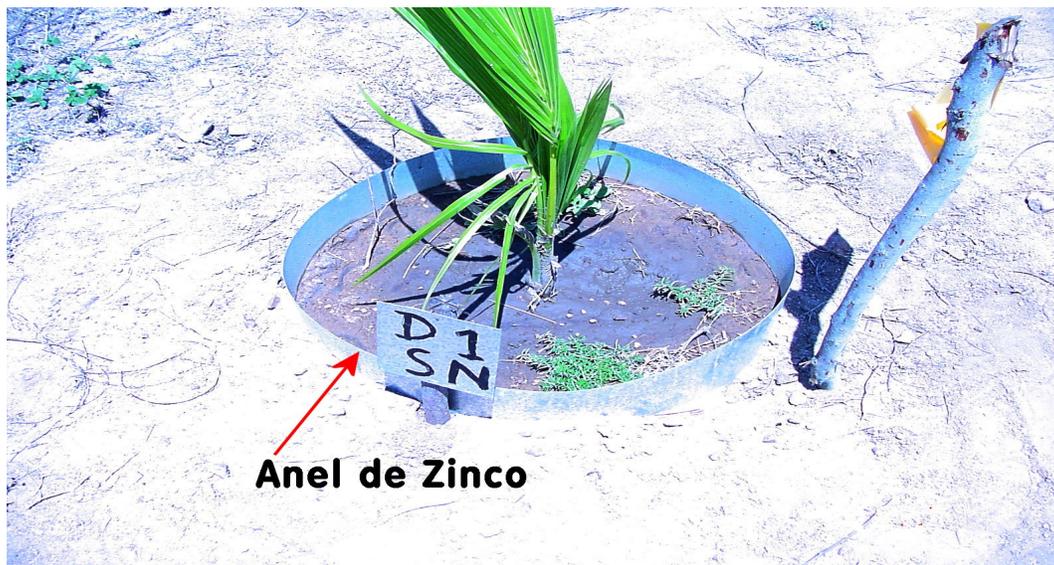


Figura 9. Anel de zinco formando o diâmetro de concentração do sistema radicular



Figura 10. Formação do sistema radicular até o primeiro ano

Para o cálculo da lâmina de irrigação, foram utilizados os dados de evaporação do tanque Classe A, fornecidos diariamente pela Embrapa Algodão. Em todos os tratamentos foi aplicada a mesma lâmina de irrigação, variando-se, no entanto, os volumes d'água aplicados, em função das áreas definidas pelos diferentes diâmetros dos cilindros de zinco. A eficiência de aplicação d'água foi considerada 100%, uma vez que o volume d'água foi aplicado manualmente através de baldes, nas áreas delimitadas pelos cilindros de zinco.

3.6. Variáveis analisadas

3.6.1. Altura de planta (AP) e Diâmetro do Coleto (DC)

Foram registrados mensalmente e durante 120 dias, a altura das plantas (AP) e o diâmetro do coleto (DC) conforme tabela 6 e tabela 7 calculando-se também a taxa de crescimento dessas variáveis (mm) durante o ciclo do experimento, conforme sugestão de Ferri (1979). Para avaliação considerou-se a distância entre o colo da planta e a extremidade da maior folha esticada verticalmente; o diâmetro do coleto foi obtido medindo-se duas posições (maior e menor) e se calculando a média.

Tabela 6. Altura das Plantas com crescimento médio até os 120 dias

Tratamentos	API inicio mm	AP 30 Dias mm	AP 60 Dias mm	AP 90 Dias mm	AP 120 Dias Mm	Crescimento mm
SCD1	112,70	117,60	122,67	123,57	123,97	11,27
SCD2	120,33	122,50	123,67	124,50	125,33	5,00
SCD3	133,30	136,63	137,67	138,97	140,27	6,97
SCD4	112,43	118,20	119,17	120,53	121,70	9,27
SND1	115,37	116,97	118,73	119,77	120,17	4,80
SND2	135,07	136,93	140,67	141,70	142,33	7,27
SND3	114,03	118,70	122,60	123,23	124,27	10,23
SND4	87,97	91,97	96,53	98,33	98,83	10,87
TNT	108,66	112,67	113,54	114,57	115,14	6,48

- AP – Altura de Planta, * SC – Solo Coberto * SN – Solo Descoberto * TNT – Testemunha

Tabela 7. Diâmetro dos Coletos com crescimento médio aos 120 dias

Tratamentos	DC inicio mm	DC30 dias mm	DC 60 dis mm	DC 90 dias mm	DC 120dias mm	Crescimento mm
SCD1	20,00	26,33	27,83	32,67	36,00	16,00
SCD2	20,67	23,00	25,00	27,50	30,33	9,67
SCD3	26,90	28,30	31,27	32,33	33,67	6,77
SCD4	21,33	23,50	26,83	32,00	36,17	14,83
SCD1	16,37	21,20	22,37	29,00	33,00	16,63
SND2	22,17	28,00	29,67	32,67	41,33	19,17
SND3	20,93	24,23	27,40	33,50	39,00	18,07
SND4	23,93	27,67	30,83	32,33	36,33	12,40
TNT	21,74	23,83	27,39	32,67	35,73	13,98

- DC – Diâmetro do Coletor, * SC – Solo Coberto, * SN – Solo Descoberto, * TNT – Testemunha

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelas análises estatísticas não se observou nenhuma diferença significativa da altura e diâmetro caulinar das plantas de coqueiro (Tabelas 8 a 11), para as condições de solo estudadas, isto é, sem e com cobertura. Observa-se que, para condições de solo sem cobertura (Figura 11 A e B), mesmo sem haver diferença significativa, o melhor comportamento da altura e do diâmetro caulinar das plantas aconteceu para o diâmetro molhado D₂ (0,80 cm); Já para as condições de solo coberto (Figura 4), o melhor comportamento destas variáveis foi para o diâmetro molhado D₃ (0,90 cm).

Tabela 8. Resumo da análise de variância referente à variável altura de planta aos 0, 30, 60, 90 e 120 dias após transplântio (DAT) de plantas do coco, em função de diferentes diâmetros molhados, sem e com cobertura de solo

Causas de Variação	GL	Quadrados médios				
		0 DAT ¹	30 DAT ¹	60 DAT ¹	90 DAT ¹	120 DAT ¹
Sem Cobertura de Solo						
Tratamento	3	2,44 ^{ns}	2,19 ^{ns}	2,05 ^{ns}	1,94 ^{ns}	1,94 ^{ns}
Blocos	2	0,66 ^{ns}	0,47 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,37 ^{ns}
Resíduo	6	1,56	1,45	1,34	1,31	1,31
CV (%)		11,83	11,25	10,64	10,46	10,46
Com Cobertura de Solo						
Tratamento	3	287,17 ^{ns}	236,17 ^{ns}	119,19 ^{ns}	203,01 ^{ns}	213,41 ^{ns}
Blocos	2	266,64 ^{ns}	344,62 ^{ns}	236,02 ^{ns}	224,94 ^{ns}	209,83 ^{ns}
Resíduo	6	217,18	366,03	359,52	336,43	349,47
CV (%)		12,31	15,46	15,07	14,45	14,63

Significativo a 0,05 (*) e a 0,01 (**) de probabilidade; ^{ns} não significativo. ¹ Dados transformados em

\sqrt{x} apenas para solo sem cobertura

Tabela 9. Médias da altura de plantas em (m) do coco aos 0, 30, 60, 90 e 120 dias após transplântio (DAT), em função de diferentes diâmetros molhados, sem e com cobertura de solo

Causas de Variação	Quadrados Médios				
	0 DAT ¹	30 DAT ¹	60 DAT ¹	90 DAT ¹	120 DAT ¹
Diâmetro Molhado	----- cm -----				
Sem cobertura de Solo					
D ₁ (0,70 m)	10,68a	10,76a	10,84a	10,89a	10,89a
D ₂ (0,80 m)	11,55a	11,64a	11,81a	11,85a	11,85a
D ₃ (0,90 m)	10,67a	10,88a	11,06a	11,09a	11,09a
D ₄ (1,00 m)	9,36a	9,57a	9,80a	9,89a	9,89a
DMS	3,53	3,40	3,27	3,23	3,23
Com cobertura de Solo					
D ₁ (0,70 m)	112,70a	117,60a	122,67a	123,57a	123,97a
D ₂ (0,80 m)	120,33a	122,50a	123,67a	124,50a	125,33a
D ₃ (0,90 m)	133,30a	136,63a	137,67a	138,97a	140,27a
D ₄ (1,00 m)	112,43a	118,20a	119,17a	120,53a	121,70a
DMS	41,65	54,07	53,58	51,83	52,83

As médias seguidas de mesma letra não diferem entre si a nível de 5% de probabilidade. ¹ Dados transformados em \sqrt{x} apenas para solo sem cobertura

Tabela 10. Resumo da análise de variância referente à variável diâmetro da planta aos 0, 30, 60, 90 e 120 dias após transplântio (DAT) de plantas do coco, em função de diferentes diâmetros molhados, sem e com cobertura de solo

Causas de Variação	GL	Quadrados médios				
		0 DAT	30 DAT	60 DAT ¹	90 DAT	120 DAT
Sem Cobertura do Solo						
Tratamento	3	31,35 ^{ns}	30,84 ^{ns}	0,38 ^{ns}	11,74 ^{ns}	38,53 ^{ns}
Blocos	2	11,41 ^{ns}	37,08 ^{ns}	0,05 ^{ns}	7,75 ^{ns}	12,33 ^{ns}
Resíduo	6	17,38	14,08	0,28	31,81	48,11
CV (%)		20,00	14,84	10,16	17,69	18,54
Com Cobertura do Solo						
Tratamento	3	30,03 ^{ns}	18,60 ^{ns}	20,78 ^{ns}	17,74 ^{ns}	22,24 ^{ns}
Blocos	2	8,25 ^{ns}	20,50 ^{ns}	11,47 ^{ns}	17,06 ^{ns}	8,89 ^{ns}
Resíduo	6	15,87	13,20	12,17	24,28	22,28
CV (%)		17,93	14,37	12,58	15,83	13,87

Significativo a 0,05 (*) e a 0,01 (**) de probabilidade; ^{ns} não significativo. ¹ Dados transformados em \sqrt{x} apenas para solo sem cobertura

Tabela 11. Médias do diâmetro em (m) do caule de plantas do coco aos 0, 30, 60, 90 e 120 dias após transplântio (DAT), em função de diferentes diâmetros molhados, sem e com cobertura de solo

Causas de Variação	Quadrados Médios				
	0 DAT	30 DAT	60 DAT ¹	90 DAT	120 DAT
Diâmetro Molhado ----- mm -----					
Sem Cobertura do Solo					
D ₁ (0,70 m)	16,37a	21,20a	4,72a	29,00a	33,00a
D ₂ (0,80 m)	22,17a	28,00a	5,43a	32,67a	41,33a
D ₃ (0,90 m)	20,93a	24,23a	5,23a	33,50a	39,00a
D ₄ (1,00 m)	23,93a	27,67a	5,52a	32,33a	36,33a
DMS	11,78	10,60	1,50	15,94	19,60
Com Cobertura do Solo					
D ₁ (0,70 m)	20,00a	26,33a	27,83a	32,67a	36,00a
D ₂ (0,80 m)	20,67a	23,00a	25,00a	27,50a	30,33a
D ₃ (0,90 m)	26,90a	28,30a	31,27a	32,33a	33,67a
D ₄ (1,00 m)	21,33a	23,50a	26,83a	32,00a	36,17a
DMS	11,25	10,26	9,86	13,92	13,34

As médias seguidas de mesma letra não diferem entre si a nível de 5% de probabilidade. ¹ Dados transformados em \sqrt{x} apenas para solo sem cobertura

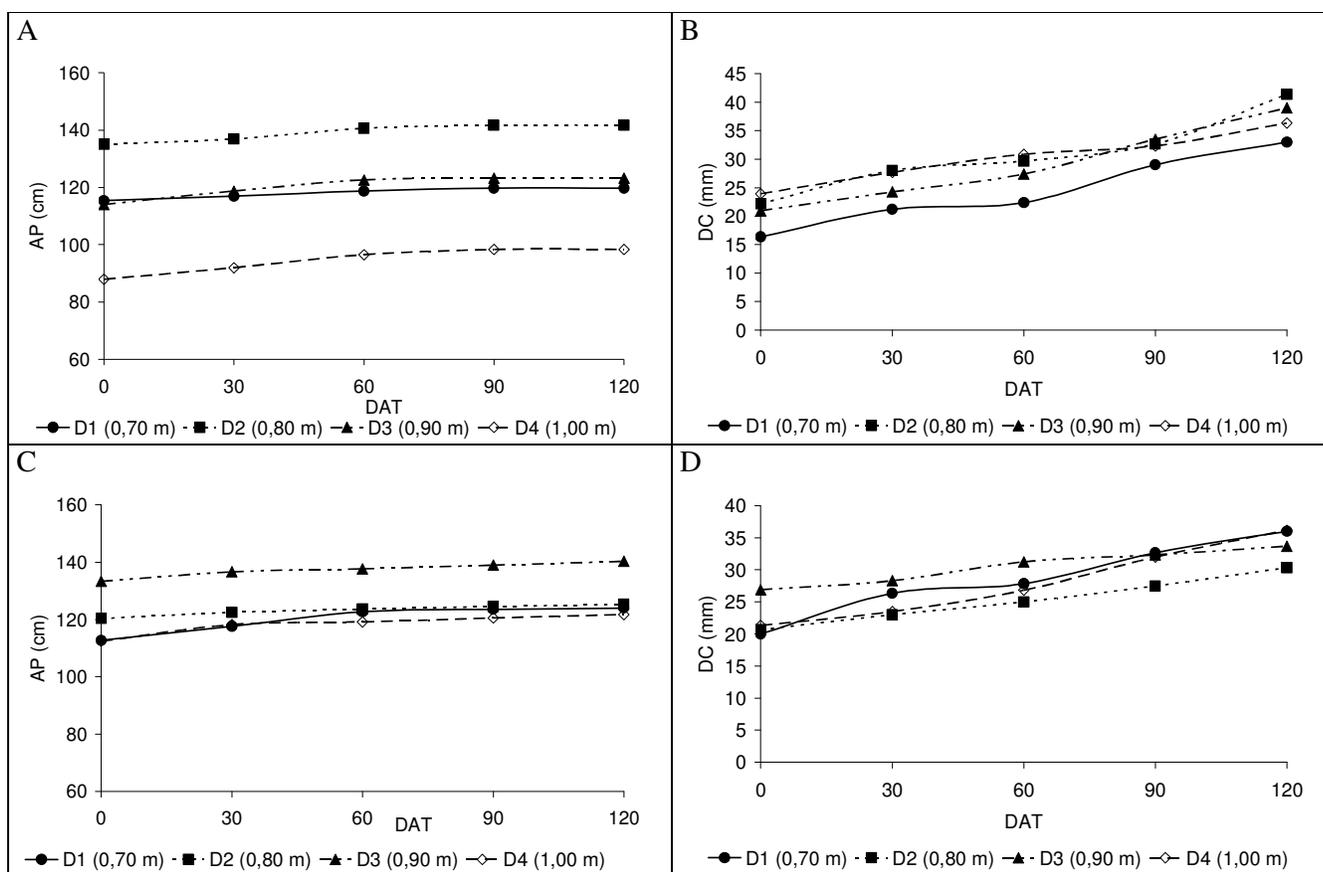


Figura 11. Altura da planta (AP) e diâmetro do caule (DC) do coco dias após transplantio (DAT), em função do diâmetro molhado (D) sem (A, B) e com (C, D) cobertura de solo

A Tabela 12 e Figura 12 mostram a variação do volume de água aplicado aos primeiros 120 dias após o transplantio. Para um determinado diâmetro molhado, esta variação foi devido à evaporação do tanque classe A, a qual se diferenciava diariamente ao longo de todo período do experimento. Tendo, inicialmente, o solo sido colocado em capacidade de campo, em ambas as condições de solo, e desejando-se esta condição de umidade do solo durante todo o período do experimento, os volumes d'água aplicados foram, então, apenas complementares em todos os eventos irrigação.

Tabela 12. Volumes d'água, em litros, aplicados nos diferentes tratamentos aos 30, 60, 90 e 120 dias após transplântio (DAT)

Diâmetro Molhado	30 DAT	60 DAT	90 DAT	120 DAT	Total	Média/dia
Sem Cobertura de Solo						
D ₁ (0,70 m)	78,31	83	81	67,7	310,01	2,58
D ₂ (0,80 m)	102,46	108,71	106	88,53	405,7	3,38
D ₃ (0,90 m)	129,67	137,58	134,24	112	513,49	4,28
D ₄ (1,00 m)	160	169,85	165,72	138,3	633,87	5,28
Com Cobertura de Solo						
D ₁ (0,70 m)	39,15	41,15	40,50	33,80	154,60	1,29
D ₂ (0,80 m)	51,23	54,35	53	44,26	202,84	1,69
D ₃ (0,90 m)	64,83	68,79	67,12	56	256,74	2,14
D ₄ (1,00 m)	80	84,92	82,86	69,15	316,93	2,64
Testemunha						
	1293	1372	1338	1117	5120	42,67

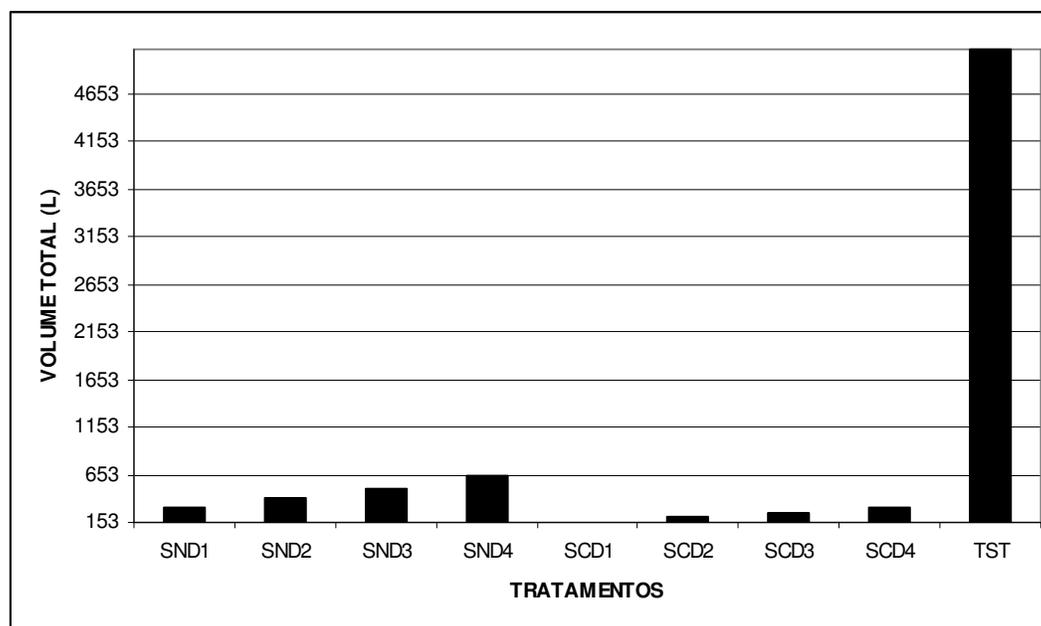


Figura 12. Volumes d'água aplicados nos diferentes tratamentos aos 30, 60, 90 e 120 dias após transplântio (DAT). SND e SCD, TST, significam, respectivamente solo descoberto e solo coberto e testemunha e seus respectivo diâmetro

A área de influência do sistema radicular, em ambas as condições de cobertura do solo, foi se moldando ao longo das irrigações mediante a aplicação d'água através dos anéis de zinco, que contribuíram, no período de estudo desta pesquisa, para a formação de um bulbo molhado, em cada tratamento, favorecendo à domesticação do desenvolvimento do sistema radicular dentro de um bulbo molhado, delimitado por cada cilindro de zinco, sem, no entanto, comprometer o desenvolvimento da cultura, o qual foi praticamente uniforme em toda área de estudo, não havendo, então, diferenças significativas nas alturas e diâmetros caulinares das plantas, entre os tratamentos. Com vistas a esta domesticação, é que se optou por realizar o então experimento em cultura recém-implantada.

A Tabela 13 apresenta os percentuais de economia no volume total de água aplicada promovidos pelos tratamentos, pela condição de solo coberto e por um determinado diâmetro molhado, respectivamente, em relação à testemunha, à condição de solo sem cobertura e aos diâmetros molhados maiores. Em relação à testemunha, na condição de solo sem cobertura, a máxima e a mínima economia de água foram, respectivamente, de 93,95%, para o diâmetro molhado D₁, e 87,62%, para D₄; enquanto que para a condição de solo coberto estes valores foram 96,98 e 93,81%, respectivamente para D₁ e D₄.

Tabela 13. Percentuais de economia no volume total de água aplicada

Diâmetros Molhados	Volume Total de água Aplicada	Economia de Água (%)				
		Tratamentos ¹	SCC ²	D ₁ ³	D ₂ ⁴	D ₃ ⁵
Solo Sem Cobertura						
D ₁	310,01	93,95				
D ₂	405,7	92,08		23,57		
D ₃	513,49	89,97		39,63	20,990	
D ₄	633,87	87,62		51,09	36,00	18,99
Solo Com Cobertura						
D ₁	154,60	96,98	50,13			
D ₂	202,84	96,04	50,00	23,78		
D ₃	256,74	94,99	50,00	39,78	20,99	
D ₄	316,93	93,81	50,00	51,22	36,00	18,99

¹Economia de água promovida pelos tratamentos em relação à testemunha. ²Economia de água com cobertura de solo. Economia de água usando: ³D₁, ⁴D₂, ⁵D₃, em relação aos diâmetros subsequentes. SCC – solo com cobertura

Em termos relativos, os diâmetros molhados D₁, D₂ e D₃ promoveram praticamente as mesmas economias de água nas condições de solo sem e com cobertura, que foram, respectivamente, em torno de 23 a 51%, de 20 a 36%, e de 18%. Isto se deu,

porque a lâmina aplicada em todos os anéis de zinco foi a mesma, mas em áreas molhadas diferentes, resultando, então, em diferentes volumes de água aplicada.

A condição de solo com cobertura promoveu uma economia de água de 50%, com uma média diária para o volume de água aplicado, referente aos primeiros 120 dias após o transplante, que variou de 1,29 a 2,64 L nos diferentes tratamentos; enquanto que para as condições de solo sem cobertura essa média variou de 2,58 a 5,28 L e para a testemunha foi de 42,67 L (Tabelas 6 e 7). Desta forma, o isolamento da evaporação realmente contribuiu para redução substancial no volume de água aplicado para atender às necessidades hídricas da cultura do coco, tornando quase que todo o volume de água aplicado disponível à cultura, atendendo-se às suas necessidades hídricas. Este fato, demonstra, então, a importância de se controlar a temperatura do solo em regiões semi-áridas, como também a eficiência do filme de polietileno de duas faces (preta e branca) para esta finalidade, o qual cobriu a superfície do solo de forma que a parte branca ficou virada para cima para refletir a luz do sol, amenizando, assim, a alta temperatura no solo, e a parte de cor preta ficou virada para baixo para que se absorvesse o calor naquela região.

Estudos realizados em Paraipaba, CE, por Miranda et al. (1999) indicaram, para plantas jovens de coqueiro-anão irrigadas por microaspersão, um consumo de água variando de 8 a 12 L/planta/dia nos primeiros 6 meses após o plantio (com até 10% da superfície do solo coberta pela cultura), de 12 a 28 L/planta/dia dos 7 aos 12 meses (10 a 16% de cobertura do solo), de 30 a 100 L/planta/dia dos 13 aos 24 meses de idade (16 a 36% de cobertura do solo) e de 103 a 173 L/planta/dia dos 25 a 36 meses (36 a 64% de cobertura do solo)

Thampan (1991) relatou experiências bem-sucedidas com irrigação em coqueiro gigante, em Tamil Nadu (Índia), utilizando os seguintes valores: no primeiro ano, 10 L/planta/dia e no segundo ano, 20 L/planta /dia.

O presente estudo leva a se concluir que na cultura do coco com irrigação localizada, pode haver uma considerável economia de água, através de uma nova filosofia de manejo de água, baseado na área efetiva de maior adensamento do sistema radicular, e no manejo dessa cultura, com vistas a uma domesticação do desenvolvimento de seu sistema radicular, como, também, evitando-se a evaporação d'água através da superfície do solo, mediante sua cobertura com plástico.

5. CONCLUSÕES

1. Para ambas as condições de solo, isto é, sem e com cobertura, os diferentes volumes de água aplicada nos diversos diâmetros de influência do sistema radicular não apresentaram efeito significativo no desenvolvimento da cultura do coco, no que diz respeito à sua altura e ao diâmetro caulinar, durante os primeiros 120 dias após transplantio.

2. O procedimento de cálculo do volume de água a ser aplicado em relação a testemunha na cultura do coqueiro, através da irrigação localizada, promoveu considerável economia de água, com valores máximos e mínimos, respectivamente, de 93,95% e 87,62%, na condição de solo sem cobertura, e de 96,98 e 93,81%, em solo com cobertura.

3. O isolamento da evaporação contribuiu para redução substancial (50%) no volume de água aplicado para atender às necessidades hídricas da cultura do coco, ficando demonstrada a importância de se controlar a temperatura do solo em regiões semi-áridas e a eficiência do filme de polietileno de duas faces (preta e branca) para esta finalidade.

6. RECOMENDAÇÕES

Recomenda-se que seja dada continuidade a esta pesquisa até à fase produtiva da cultura do coco, de maneira que os procedimentos propostos, para o controle da temperatura do solo, para a domesticação do desenvolvimento do sistema radicular do coco, e para o cálculo do volume de água a ser aplicado, sejam melhor validados no que concerne aos seus impactos na economia de água e no desenvolvimento pleno da cultura.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL: **anúário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP, p.330-339, 2000.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D., et al. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56).

AMMA, B. S. **Soil Aeration** – A Must for Coconut Root Growth. *Indian Coconut Journal*. v.12, n. 10, p. 9 – 10, 1982.

BOUCHET, R.J. (1963), **Evapotranspiration réelle et potentielle, signification climatique**, Int.Assoc.Sci. Hydrol. Proc. Berkeley, CA, Symp.,Publ., 62: p.134-142.

CINTRA, F.L.D.; LEAL de L.da S.;PASSOS, E. E. M. **Avaliação e Distribuição do Sistema Radicular do Coqueiro Anão**.Aracaju: EMBRAPA – CNPCo, 1992. 8p (EMBRAPA CNPco. Comunicado Técnico)

CHILD, R. **Coconuts**. London: Longman, 1974. 335p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. xxvi, 412p.: il.

DHANAPAL, R.; MAHESWARAPPA, H. P. & SUBRAMANIAN, P. **Response of Coconut Root to the Methods of Irrigation in Litoral Sandy Soil.** *Journal of Plantation Crops*, 28 (3): P.208–211, December, 2000.

DOREMBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeitos da água no rendimento das culturas.** Trad. De H. R. Gheyi, A. A. de Sousa, F.A.V. Damasceno e J.F. de Medeiros. Campina Grande: UFPB, 306p. 1994. (FAO. Estudo de Irrigação e Drenagem,33)

FAO, 1998. Aquaculture production statistics. FAO Fisheries Circular No. 815, Revision 10. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. 197 p

FERRI, M. G. Botânica: Morfologia Externa das Plantas (orgonografia). São Paulo: Melhoramentos, 1993. 149p.

PEREIRA, A.R. Evapotranspiração/ANTONIO Roberto Pereira, Nilson Augusto Villa Nova, Gilberto Chohaku Sedyima-Piracicaba:FEALQ, 1997. 183 p.:il.

FREMOND. Y.; ZILLER. R; LAMOTHE. M.N. EI Cocotero. Barcelona: Blume 236 p. (Colección Agricultura tropical).

FERREIRA, J.M.S.;WARWIK,D.R.N.; SIQUEIRA,L..A. A cultura do coqueiro no Brasil – 2. Ed. ver. e ampl. – Brasília: Embrapa-SPI; Aracaju: Embrapa-CPATC, 1997. 292p:il.

GOTO, R. Plasticultura nos trópicos: uma avaliação técnico-econômica. **Horticultura brasileira**, v.15,p.163-65, 1997 (Suplemento de Julho)

HAN, J. M.; KLUITENBERG, G. J.; Lamont , W. J. Optical Properties of Plastic Mulches Affect the Field Temperature Regime *J. Amer. Soc. Hort. Sei.*, v.118 p188-193, 1993

HOWELL, T. A. AND E.A. HILER.1972. **Trickler Irrigation System Design.** ASAE paper n. 72-221.

IRHO .concult – Water supply and drought tolerance. Oleagineux. V.47, n.6, p.334-337,1992

JAYASEKARA, K. S.; JAYASEKARA, C. **Efficiency of water use in cocomunt under different soil/plant management** systems. In; NAIR, M.K.; KLAN, H. H.; GOPALASUNDARAM, P.; BHASKAARA RAO, E. V. V. *Advances in in coconut research and development*. New Delhi:: ISOCARD. 1993. 427p.

LOZANO, F.G. 1975. **Riego por Goto**, su Fundamento, Elementos y Dispositivos que integram el Sistema. Centro de Estudos Hidrográficos, Madrid

MAHESWARAPPA, H. P.; MATHEW, A. C. & GOPALASUNDARAM, P. **Moistore Movement Drip Irrigation in Litoral Sandy Soil**. *Journal of Plantation Crops*. 25 (2): 201 –204, 1997.

MAHESWARAPPA, H. P.; SUBRAMANIAN, P.; & DHANAPAL, R. **Root Distribution Pattern of Coconut** (*Cocos nucifera* L.) in Litoral Sandy Soil. *Journal of Plantation Crops*, 28 (2): 164 – 166, 2000.

MATHEW, A. C. and MAHESWARAPPA, H. P. **A Simple Techorique to Determine the Number of Emitters Required for a Coconut Palm Under Drip Irrigation**. *Indian Coconut Journal*, april/2001, p. 11 – 12.

MAERTENS, C.; BLANCHER, R.; PIECH, J. Influence de différent régimes hidriques sue l'absortion l'eau et des éléments minéraux por les cultures. *Annales of Agronomy*, v.25, n.4, p.575-586, 1974.

MENON, R.P.V.; PANDALAI, R.M. *The coconut palm: Monograph*. ErnakuIam: Indian Central Coconut Committee, 1958.384 p.

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. **Agrotópica**, v.11, 2p. 1999.

NOGUEIRA, L.C; NOGUEIRA, L.R.Q.; MIRANDA, F.R. Irrigação do **coqueiro**. In: FERREIRA, J.M.S.; WARWICK, D.R.N.; SIQUEIRA, L.A. A cultura do **coqueiro** no Brasil. 2. ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa- SPI, 1998. cap. 7, p. 159-187., 1997. 183 p.:il.

PINTO, J. P. **Efeito de tipo de cobertura de polietileno preto na evapotranspiração e na produção da cultura de alface**. Viçosa, 1997. 55p. Dissertação (M.S.) – Universidade Federal de Viçosa.

PASSOS, E.E.M. Ecofisiologia do coqueiro. In: FERREIRA, J.M.S.; WARWICK, D.R.N.; SIQUEIRA, L.A. (Ed.) A Cultura do coqueiro no Brasil. Aracaju: EMBRAPA-SPI, 1997. p. 65-72.

PREVEDELLO, C. L. **Física do solo com problemas resolvidos**. Salesward-Discovery, Curitiba, 446p., 1996.

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

SGANZERLA, E. **Nova Agricultura** : A fascinante arte de cultivar com os plasticos. 4 ed. Plasticultura Gaúcha, Porto Alegre, 1991. 303p.

SIQUEIRA, L.A. (Ed.). **A cultura do coqueiro no Brasil**. 2.ed. rev. aum. Brasília: EMBRAPA-SPI; Aracaju: EMBRAPA-CPATC, 1998. p.73-98.

SUDENE -Superintendência do desenvolvimento do Nordeste Departamento de Recursos Naturais- Divisão Agrologia – Mapa Exploratório e Reconhecimento de Solo do Estado da Paraíba – 1971

THAMPAN, P. K. Sucessos story in drip irrigation. **Indian Coconut Journal**, v.21, n.9, p.8-10, 1991.

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

VIDHANA ARACHCHI, L. P. (1998) Preliminary requirements to design a suitable drip **irrigation system for coconut (*Cocos nucifera* L.) in gravelly soils. *Agricultural water management* 38(2) 169-180.**

ZAPATA, M.; CABRERA, P.; BANON, S.; ROTH, P. **El melon**. Madri, Mundi-Prensa, 1989. 174p.,il.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)