

Manejo da Água de Irrigação em Áreas de Produção de Coco

Ronaldo Souza Resende
Fernando Luis Dultra Cintra
Sergio de Oliveira Procópio
Julio Roberto de Araujo Amorim

Introdução

A crescente elevação da razão entre demanda e oferta dos recursos hídricos tem posto a agricultura irrigada sob constante pressão, dada a elevada participação desse setor da economia no consumo total de água.

Embora não dispondo de estatísticas oficiais, uma vez que o IBGE não distingue em suas pesquisas de campo os diferentes ecotipos de coqueiro *Cocos nucifera* L. (coqueiro-anão, coqueiro-gigante e coqueiro híbrido), a área cultivada com o coqueiro-anão no Brasil é estimada entre 130 mil hectares e 150 mil hectares. A maior parte dessa área está concentrada na região Nordeste, sendo que nessa região praticamente todo o cultivo é conduzido com irrigação plena, ou seja, buscando-se a reposição total da demanda evapotranspirativa.

Considerando-se as condições climáticas prevalentes nos Tabuleiros Costeiros no que se refere à evapotranspiração de referência e à distribuição pluviométrica e tendo como base o coeficiente de cultura (K_c) para o coqueiro-anão em produção e a produtividade média alcançada na região, estimativa feita pelos autores apontam uma aplicação média de 170 L de água de irrigação para cada litro de água de coco produzida. Essa estimativa realça a necessidade de o irrigante utilizar todos os meios economicamente disponíveis para aumentar a eficiência de uso de água do seu cultivo.

De maneira geral, os cocoicultores não têm adotado estratégias de manejo da irrigação que permitam controlar mais acuradamente a aplicação de água, bem como a dinâmica da água no solo e o volume de água demandado pela cultura. Tais estratégias podem resultar em significativa racionalização de uso da água. Do mesmo modo, ainda não é generalizada na cadeia produtiva do coco a utilização de práticas conservacionistas de água.

Os estudos de cenário futuro apontam para uma competição cada vez maior por recursos hídricos pelos diferentes segmentos de uso humano, agrícola e industrial, assim como para uma limitação qualitativa cada vez maior dos recursos hídricos disponíveis. Dessa forma, a racionalização do uso da água de irrigação se constitui em fator-chave para a sustentabilidade social, econômica e financeira da cocoicultura irrigada.

Assim, faz-se necessária a adoção de um conjunto de práticas agrícolas que promovam maior aproveitamento da precipitação, redução das perdas evaporativas e das perdas por percolação profunda, o que pode resultar em maior economia de água de irrigação e, por conseguinte, em maior eficiência hídrica.

Este capítulo não tem a pretensão de uma abordagem mais completa da irrigação na cultura do coqueiro, visto que já se fez em literatura produzida pela Embrapa Tabuleiros Costeiros (NOGUEIRA et al., 1998). O propósito aqui é apresentar resultados de estudos recentes conduzidos pelos autores relativos ao manejo da água de irrigação em condições de solo com e sem cobertura morta, com vistas a um manejo mais sustentável da irrigação.

Práticas sustentáveis para a economia de água de irrigação

Aspectos relacionados ao manejo da água de irrigação no coqueiro-anão

Para o correto manejo da água na cultura do coqueiro-anão, devem ser considerados fatores de clima (precipitação pluvial e as variáveis climáticas que determinam a demanda evapotranspirativa do ambiente), do solo (capacidade de armazenamento de água, textura, profundidade, presença de impedimentos físicos ou mecânicos) e características específicas da planta (profundidade do sistema radicular, períodos críticos à falta de água, resposta da cultura à irrigação, K_c , entre outros). No caso do coqueiro-anão, as características da planta podem variar de acordo com o ecotipo, idade e condições ambientais prevalecentes.

As culturas anuais apresentam ao longo do seu ciclo de cultivo uma curva de necessidade de água intrínseca caracterizada por uma baixa demanda na fase de germinação e desenvolvimento inicial, demanda crescente e atingindo um pico na fase de floração e formação da colheita e um decréscimo na fase de maturação e colheita. Esse comportamento da demanda hídrica é expresso pela evolução do K_c , o qual é representado na Figura 1a. Nas culturas perenes, por sua vez, depois de um período de desenvolvimento vegetativo marcado pelo crescimento contínuo da demanda de água, inicia-se a fase produtiva, que é caracterizada por uma variação nessa demanda, principalmente relacionada aos momentos

de floração, frutificação e maturação da colheita. Diferentemente de outras culturas frutícolas perenes, o coqueiro-anão apresenta emissão floral e produção contínua (PASSOS, 1998), sem períodos de repouso vegetativo após colheitas, o que faz com que a demanda hídrica da cultura seja condicionada, ao longo do ano, apenas pelas condições ambientais (Figura 1b).

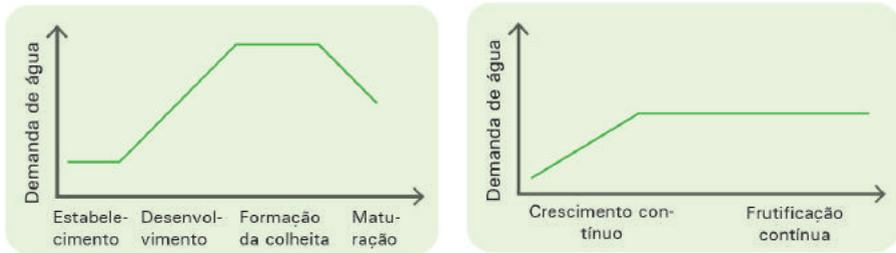


Figura 1. Representação esquemática da demanda de água típica de um cultivo anual (a) e da planta do coqueiro-anão (b).

Para o coqueiro-anão, Miranda et al. (2007) determinaram valores do K_c variando de 0,65, aos 11 meses, até 1,0, para plantas em fase de produção. A partir do valor de K_c e da na evapotranspiração de referência (ET_o), é estimada a evapotranspiração da cultura (ET_c). E com base na ET_c e em parâmetros do cultivo (área ocupada pela planta relativa ao espaçamento, na irrigação localizada) e no sistema de irrigação (eficiência do sistema) é, então, determinada a frequência de irrigação (quando irrigar) e o volume (quanto irrigar) de água a ser aplicado na irrigação. Os volumes comumente aplicados são da ordem de 150 L/planta/dia a 200 L/planta/dia, na região dos Tabuleiros Costeiros, e de 250 L/planta/dia a 300 L/planta/dia, na região semiárida.

Em estudo conduzido pela Embrapa Tabuleiros Costeiros, foram levantados os volumes mensais de água aduzidos em diversas unidades produtoras do Estado de Sergipe. Na Figura 2, são apresentados os valores da área cultivada, o volume médio de irrigação aplicado diariamente (considerando o volume anual bombeado na unidade, 180 dias de irrigação no ano e uma densidade de 205 plantas por hectare) e o nível de atendimento da demanda (NAD). O NAD representa quanto da ETc foi suprida com o volume irrigado, já considerando a precipitação.

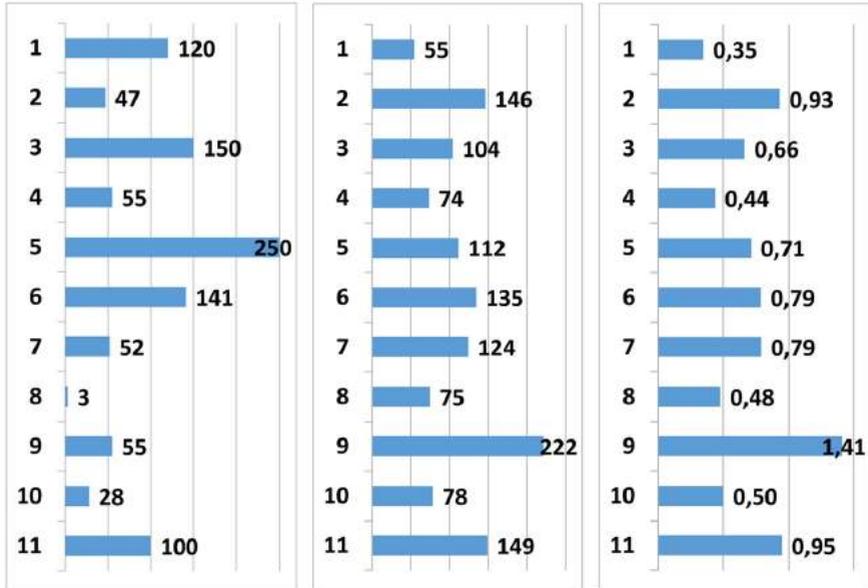


Figura 2. Área cultivada, volume diário médio de irrigação e nível de atendimento da demanda hídrica das culturas (NAD), em diferentes lotes de produção de coqueiro-anão em 2012, em Sergipe.

As áreas das unidades de produção variam de 3 ha a 250 ha, ou seja, plantios de pequena e média escala. Os volumes médios de irrigação variaram de 55 L/planta/dia a 222 L/planta/dia, sendo que 45% aplicam uma quantidade próxima a 150 L/planta/dia, a qual é comumente denominada como a lâmina nominalmente aplicada.

Em pouco mais de um terço dos lotes, foi aplicado um volume igual ou menor do que a metade daquele necessário para o atendimento da demanda de água das culturas ($NAD \leq 0,5$). Apenas em um lote a irrigação efetuada sobrepôs a necessidade do coqueiro-anão, com $NAD > 1,0$.

O padrão de uso da irrigação acima descrito é oposto ao comumente observado em áreas de irrigação pública: avaliando a eficiência de uso de água em um perímetro irrigado público em Sergipe, Santos Junior et al. (2006) e Cruz et al. (2010) observaram que o volume de água bombeado para irrigação foi o dobro daquele demandado pelas culturas. Nesse mesmo perímetro, Amorim et al. (2010) avaliaram o nível de atendimento da demanda, em escala de lote, e constataram uma variação de 1,04 a 1,56, dependendo do nível tecnológico do irrigante.

Os dados citados foram obtidos em nível de propriedade. Avaliações em nível de parcela de irrigação foram também conduzidas no Distrito de Irrigação Platô de Neópolis, pela Embrapa Tabuleiros Costeiros (RESENDE et al., 2006), com o objetivo de caracterizar a irrigação de três áreas de plantios de coqueiro-anão-verde, relacionando o volume de água ofertado com o demandado pela cultura e a resultante na dinâmica da água no solo. Os plantios foram conduzidos seguindo os preceitos da Norma Técnica Específica para produção de coco (NTE Coco) (FONTES; FERREIRA, 2004), de um cultivo convencional e de um cultivo orgânicos, sendo denominados PI, PC e PO, respectivamente. O volume diário médio aplicado por planta, para cada quinzena do estudo é apresentado na Figura 3. Esses volumes foram calculados, considerando-se o volume medido no hidrômetro, o número de plantas na respectiva parcela e, como perdas, o volume aplicado por microaspersores desconectados dos microtubos (10% em média) e a eficiência inerente ao sistema de irrigação (90%). Assim, os volumes médios aplicados por planta, levando-se em conta o período de maior demanda (1^o de novembro a 1^o de março), foram de 97 L/planta/dia, 77 L/planta/dia e 103 L/planta/dia para as parcelas PI, PC e PO, respectivamente, correspondendo a 65%,

51% e 69% do volume diário previsto em projeto para o período de máxima demanda, o qual é de 150 L/planta/dia e correspondente a 51%, 41% e 54% da demanda calculada a partir da ETc média diária, que foi de 189 L/planta/dia para o mesmo período.

Apenas na quinzena de 1º de fevereiro a 15 de fevereiro o volume de água aportado pela da chuva foi suficiente para suprir os déficits da irrigação, os quais foram, em média, de 44%, 54% e 44% para as parcelas PI, PC e PO, respectivamente. Tais déficits se originaram tanto da redução de vazão na parcela, anteriormente discutida, como de aspectos de manejo da irrigação (tomada de decisão de quanto irrigar). A irrigação foi suspensa a partir do mês de abril, com o início do período chuvoso.

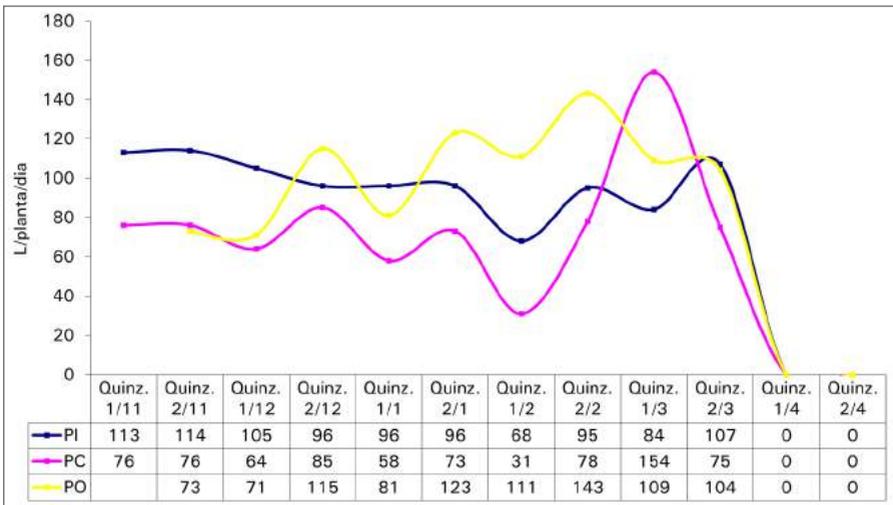


Figura 3. Volume diário (média por quinzena) aplicado por planta no decorrer da estação seca nas parcelas PI, PC e PO.

Esse manejo de irrigação gera reflexos no padrão de distribuição de água no solo. Na Figura 4, são representados os potenciais totais da água no solo medidos na parcela PC para a 1ª quinzena de cada mês da avaliação, considerando-se apenas os potenciais matricial. Os valores de potencial para cada quinzena correspondem à média de quatro leituras (duas leituras semanais).

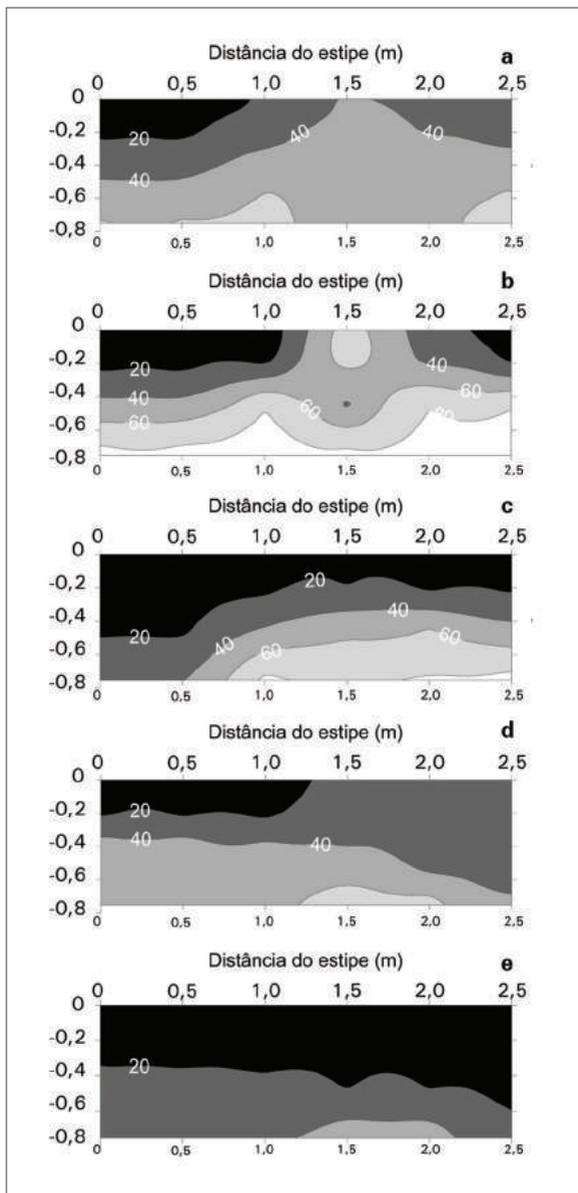


Figura 4. Potenciais totais da água no solo, em -kPa, na 1ª quinzena dos meses de dezembro (a), janeiro (b), fevereiro (c), março (d) e abril (e), em coqueiro-anão irrigado por microaspersão, na região dos Tabuleiros Costeiros do Nordeste do Brasil.

Com o decorrer da estação seca, observa-se uma redução progressiva da umidade do perfil do solo, especificamente nas camadas mais profundas. Durante os meses de janeiro, fevereiro e março, o potencial da água no solo manteve-se acima de -20 kPa apenas em pequenas áreas da camada de 0 m – 0,2 m, fazendo com que a maior parte do sistema radicular do coqueiro tenha sido submetido a situações restritivas quanto à absorção de água.

Segundo Fontes et al. (2006), as produções médias das parcelas PI e PC foram de 47.248 frutos/ha/ano e 42.972 frutos/ha/ano, o que corresponde a 230 frutos/ha/ano e 209 frutos/planta/ano, respectivamente. Quanto ao volume de água/fruto, obteve-se uma média de 547 mL para o sistema convencional e 510 mL para o sistema integrado.

O padrão de distribuição de água no perfil do solo deve ser avaliado juntamente com o perfil de enraizamento da planta. No caso do coqueiro-anão, estudos conduzidos por Cintra et al. (2008) evidenciaram um padrão superficial de distribuição de raízes para os níveis de irrigação de 50 L/planta/dia, 100 L/planta/dia e 150 L/planta/dia, conforme apresentado na Figura 5, em que se observa que os perfis de enraizamento dos tratamentos 150 L/dia e 100 L/dia (Figuras 5a e 5b), são similares e se distribuem uniformemente, tanto lateralmente como em profundidade; em ambos os casos, a maior densidade das raízes se encontra no primeiro quadrante de 1,00 m x 0,70 m e diferem entre si apenas pela maior densidade de raízes do tratamento 100 L/dia na área mais próxima ao estipe do coqueiro (predomínio das cores mais escuras). Para o tratamento 50 L/dia (Figura 5c), as raízes se concentram até 0,40 m do perfil vertical do solo, ocupando praticamente toda a extensão lateral; esta restrição ao aprofundamento das raízes e estímulo ao crescimento lateral é uma indicação de que esse tratamento foi insuficiente para umedecer a camada coesa, a ponto de reduzir a expressão do seu adensamento e impedindo, assim, que as raízes se aprofundassem no solo.

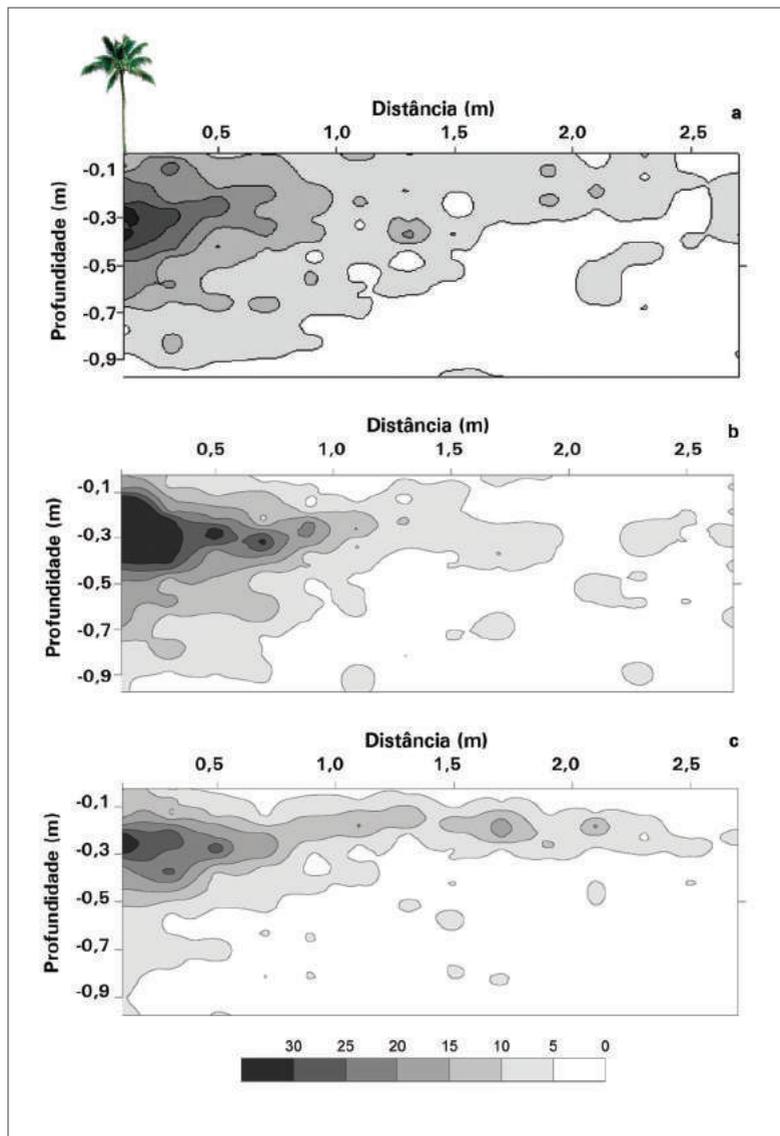


Figura 5. Distribuição espacial da densidade de raízes de coqueiro-anão verde (cm de raízes por quadrícula de $0,56 \text{ m}^2$) nos tratamentos 150 (a), 100 (b) e 50 L/planta/dia (c).

Fonte: Cintra et al. (2008).

Para o nível de irrigação de 150 L/planta/dia, a distribuição percentual das raízes nos sentidos vertical e horizontal são representados na Figura 6, evidenciando-se que no volume do solo compreendido pela profundidade de 0,6 m e o raio de 1,6 m a partir do estipe do coqueiro-anão estão concentrados aproximadamente 80% das raízes. Em plantas de coqueiro-anão com idade de 5 anos, no Município de Paraípaba, CE, Miranda et al. (2004) observaram que 50% das raízes finas se encontravam em um raio de 0,90 m do estipe e a 0,80 m de profundidade.

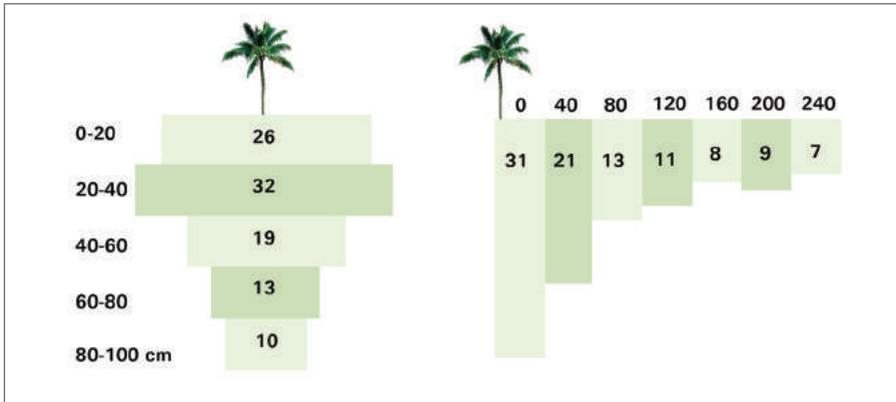


Figura 6. Distribuição percentual de raízes de coqueiro-anão nos perfis vertical (a) e horizontal (b), com irrigação de 150 L/planta/dia, no Distrito de Irrigação Platô de Neópolis, Sergipe.

Fonte: Adaptado de Cintra et al. (2008).

Aos problemas resultantes da predominância de reduzidos potenciais de água na zona de maior densidade radicular, soma-se uma característica inerente aos solos da unidade de paisagem Tabuleiros Costeiros, que é a existência de horizontes adensados, denominados horizontes coesos, os quais tem sua expressão diretamente relacionada com o estado de umidade do solo (JACOMINE, 2001) e constituem-se, portanto, como um impedimento adicional para uma maior exploração de volume do solo pelas raízes.

Dado a baixa intensidade de aplicação de água que caracteriza o sistema de irrigação por microaspersão, além de uma revisão quanto aos volumes de água aplicados na irrigação, um aspecto que necessita uma melhor avaliação é o espaço de tempo decorrido entre o final do período chuvoso e o início da irrigação. A minimização desse tempo pode evitar que a camada de solo de 0,40 m a 0,60 m alcance níveis críticos de tensão hídrica, nos quais a produção da cultura seria comprometida.

Uso da cobertura morta e o padrão de distribuição de água no solo

O uso cobertura morta, também chamada de *mulch*, é uma técnica que consiste em distribuir sobre a superfície do solo uma camada de palhas ou outros resíduos vegetais, bem como materiais sintéticos entre as linhas das culturas ou apenas até a projeção da copa das plantas (KOSHIMA et al., 2006). Para essa prática cultural, do ponto de vista prático e econômico, o ideal é que sejam utilizados materiais oriundos da propriedade.

Em regime de cultivo dependente de chuva, a manutenção da cobertura morta tem papel relevante na conservação da água precipitada no solo e na redução tanto da temperatura instantânea do solo como da amplitude diuturna dessa variável (GASPARIM et al., 2005; MIRANDA et al., 2004). Diversos estudos comprovam sua eficácia na conservação da água armazenada no solo (BRAGAGNOLO; MIELNICZUK, 1990; OLIVEIRA; SOUZA, 2003) ao reduzir as perdas de água por evaporação, que podem consistir em 30% a 40% da evapotranspiração diária para algumas culturas. Já Resende et al. (2005) demonstraram que a utilização da cobertura morta no solo mostrou-se como uma prática vantajosa para o cultivo de verão da cenoura (*Daucus carota* L.), dado que reduziu a temperatura em até 3,5 °C e aumentou a retenção de umidade do solo em até 2,3% em relação ao tratamento controle, bem como melhorou o desenvolvimento das plantas de cenoura.

Na cocoicultura, para cobertura morta são principalmente utilizados restos de palhada e/ou outros resíduos do coqueiro, parcialmente triturados, com uso de roçadeira mecânica. Para produtores que comercializam coco verde para indústria, alguns retornam ao solo o bagaço de coco verde triturado, na área de coroamento da planta, o que, segundo Miranda et al. (2007), apresenta vantagens potenciais como reciclagem de nutrientes, reduzindo o impacto ambiental causado pelo acúmulo da casca de coco no campo, nas indústrias e nas áreas urbanas.

O sistema de irrigação por microaspersão é predominantemente utilizado na cultura do coqueiro-anão; são utilizados um ou dois microaspersores por planta, com vazão individuais que varia de 30 L/planta a 90 L/planta. Uma característica dos sistemas de microaspersão é a sua baixa intensidade de aplicação de água, da ordem de 2 mm/h a 4 mm/h, o que geralmente resulta em irrigações superficiais, ou seja, com baixo aprofundamento da frente de molhamento no solo.

Se por um lado o uso da cobertura morta resulta nos benefícios já mencionados, por outro há o fato de que a aposição de uma camada de materiais orgânicos na área de abrangência do microaspersor forma uma barreira física ao aporte de água ao solo, visto que uma parte dela que é aspergida na superfície pelo microaspersor poderá ser absorvida pelo material orgânico da cobertura (Figura 7).

Nesse sentido, foi conduzido experimento de campo com o propósito de avaliar as questões acima referidas. Foram aplicados quatro níveis de irrigação de irrigação por microaspersão (50 L/planta /dia, 100 L/planta / dia, 150 L/planta /dia e 200 L/planta /dia) em coqueiro-anão conduzido com três modos de cobertura do solo na zona do coroamento:

1. Sem cobertura morta.
2. Com cobertura de biomanta de fibra de coco produzida industrialmente a partir da fibra da casca do coco seco, com espessura aproximada de 10 mm.
3. Com cobertura de palhada de coqueiro, composta de restos da própria cultura (folhas secas, espátulas e casca de coco).

O pomar de coqueiro, formado por plantas com 8 anos de idade, foi plantado em arranjo espacial de quincôncio, no espaçamento de 8,0 m x 8,0 m x 8,0 m. A área da cobertura morta foi de aproximadamente 9,6 m², correspondendo a quase totalidade da área formada pela projeção da copa da planta de coqueiro, com formato circular, no caso da palhada de coqueiro, e retangular, no da biomanta.

Em cada planta, o volume de água foi aplicado por dois microaspersores, dispostos na linha de plantio, a uma distância de 0,8 m do estipe do coqueiro, com vazão individual de 30 L h⁻¹ e operando a uma pressão nominal de 100 kPa.

Em um primeiro momento, foram efetuados testes para quantificar a lâmina aplicada, bem como estabelecer o padrão de distribuição de água do microaspersor, acima e abaixo de cada cobertura morta utilizada. Na Figura 8, é apresentada a disposição dos coletores utilizados para quantificação da lâmina aplicada, abaixo da biomanta e da palhada do coqueiro. Detalhes desse procedimento experimental pode ser visto em Resende et al. (2015).

Os resultados obtidos nos testes de quantificação das lâminas aplicadas são apresentados na Tabela 1. Com os coletores posicionados acima da cobertura, ou seja, sem o efeito dela, a aplicação do menor volume de irrigação (50 L/planta/dia) resultou em uma lâmina média de 1,56 mm, enquanto para o volume de irrigação de 200 L/planta/dia o valor médio da lâmina foi de 7,32 mm.



Fotos: Ronaldo Souza Resende

Figura 8. Coletores instalados acima (a) e abaixo da biomanta (c) e acima (b) e abaixo da palhada do coqueiro (c) — com uso de tela para evitar queda de material no interior do coletor).

Tabela 1. Lâminas de água médias coletadas nas condições acima e abaixo da cobertura com biomanta e com palhada de coqueiro para os volumes de irrigação avaliados.

Tratamento	Acima da manta (mm)	Abaixo da manta (mm)	% de retenção de água
50 L/planta/dia	1,47	0,47	68,2
100 L/planta/dia	3,52	1,13	67,9
150 L/planta/dia	5,09	2,41	52,8
200 L/planta/dia	7,76	3,98	48,8

Tratamento	Acima da palhada (mm)	Abaixo da palhada (mm)	% de retenção de água
50 L/planta/dia	1,65	0,39	76,1
100 L/planta/dia	3,62	2,04	43,8
150 L/planta/dia	5,1	1,44	71,7
200 L/planta/dia	6,89	3,76	45,5

Tanto para a biomanta de fibra de coco como para a cobertura com palhada do coqueiro, observa-se que percentualmente a retenção de água diminuiu à medida que o volume de água de irrigação aumentou. Comparando-se a lâmina de água coletada acima e abaixo de cada material utilizado como cobertura do solo, constata-se que a lâmina coletada sob a biomanta foi de 48% a 68% inferior àquela coletada sobre ela. Por sua vez, esse percentual variou de 43% a 76% ao se considerar a palhada de coqueiro. Quando se utilizou a palhada de coqueiro, observou-se uma oscilação entre as lâminas de água aplicadas, em que os tratamentos de 100 L/planta/dia e 200 L/planta/dia apresentaram menor retenção da água (respectivamente 43,8% e 45,5%) quando comparados aos tratamentos 50 L/planta/dia e 150 L/planta/dia (respectivamente 76,1% e 71,7%).

Em termos médios, o uso da cobertura morta representou uma retenção potencial de, aproximadamente, 60% da água aplicada na irrigação por microaspersão quando se utiliza a biomanta ou a palhada de coqueiro, evidenciando um elevado potencial de retenção da água aplicada pela cobertura morta, seja por processo de absorção, seja por retenção capilar.

Um aspecto que necessita ser mais bem esclarecido em estudos posteriores se refere ao quanto da água retida pelas coberturas seria posteriormente liberada ao solo, a partir do momento que a irrigação é finalizada (por exemplo absorção, pelo solo, da água retida nos espaços capilares de cada material) e o quanto dela é perdida para a atmosfera, por evaporação.

O uso de cobertura morta com materiais que apresentam elevada capacidade de absorção de água, aliado a sistemas de irrigação que se caracterizem por alta frequência e baixa intensidade de aplicação de água, pode tanto favorecer a perda por evaporação da água retida na cobertura e reduzir a entrada ao solo de água proveniente da irrigação como contribuir para manutenção de adequado regime de umidade do solo em função do efeito da barreira física representada pela cobertura na redução da evaporação da água do solo. Assim, a questão a ser avaliada se refere ao balanço, na secção de controle do solo considerada, entre essas duas condições de ação da cobertura morta na umidade do solo.

Para tanto, em continuidade foi efetuado o monitoramento da umidade do solo e o acompanhamento da produção da cultura para cada tratamento de dose de irrigação nas condições de solo com e sem o uso de cobertura morta de modo a elucidar a questão levantada. Para o monitoramento do perfil de umidade do solo na área de coroamento do coqueiro foram instalados tubos de acesso de PVC, com 0,05 m de diâmetro, sendo a leitura de umidade efetuada com uso de sonda de capacitância (baseado no princípio da reflectometria no domínio da frequência - FDR). Medidas de umidade em base volume ($\% \theta_v$) foram efetuadas da superfície do solo até a profundidade de 0,8 m, em intervalos de 0,1 m, nas distâncias de 0,5 m, 1,0 m, 1,5 m e 2 m, perpendicularmente à linha de irrigação (Figura 9), obtendo-se uma matriz 4 x 8 de valores de $\% \theta_v$. O monitoramento da umidade foi efetuado durante toda a estação seca de 2 anos de cultivo.



Figura 9. Sonda de capacitância (a) e tubos de acesso (b) instalados em um transecto na zona de coroamento de coqueiro-anão.

Para a condição de solo sem cobertura, os perfis de umidade volumétrica do solo em cada nível de irrigação avaliados são apresentados na Figura 10. Nessa Figura, a linha tracejada vermelha define a isolinha de umidade do solo correspondente ao limite de 50% do armazenamento, considerando-se a curva de retenção média da profundidade 0 m – 0,4 m obtida por Cintra et al. (2009); desse modo, nas áreas dos perfis acima dessa linha, haveria a condição denominada “água facilmente extraível” para o coqueiro-anão. Observa-se que essa área aumenta à medida que aumenta o nível de irrigação aplicado e representa 20,6%, 26,6%, 48,5% e 54,4% da área total do perfil, para os tratamentos 50 L/planta/dia, 100 L/planta/dia, 150 L/planta/dia e 200 L/planta/dia, respectivamente. De modo geral, recomenda-se que a depleção da umidade do solo não ultrapasse o intervalo de 50% a 65% da capacidade de armazenamento de água. Para nenhum desses volumes, a umidade nas camadas mais profundas suplantou a umidade correspondente à capacidade de campo, evidenciando que é provável não estar ocorrendo escoamento subsuperficial, podendo se constituir exceção a aplicação de 200 L/planta/dia (Figura 10d), logo após a irrigação.

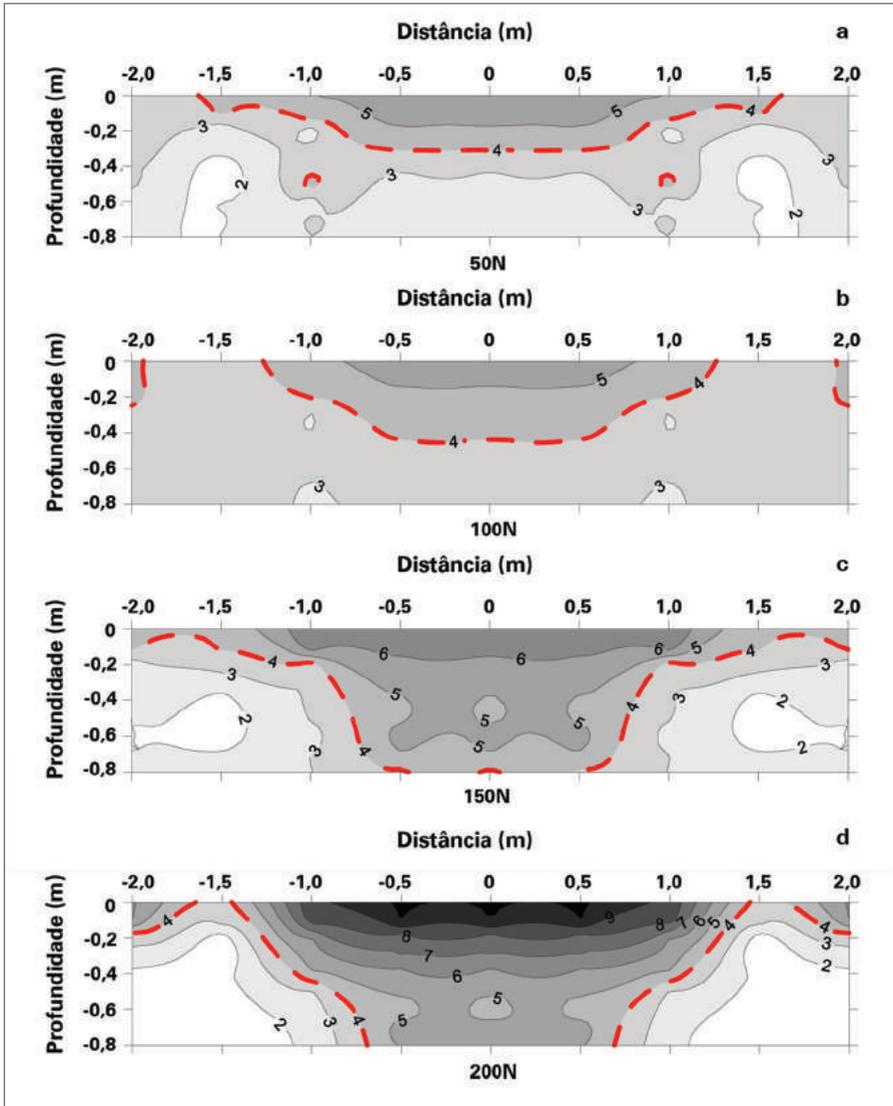


Figura 10. Perfis de umedecimento do solo sem cobertura resultante da aplicação dos volumes diários de irrigação de 50 L/planta/dia (a), 100 L/planta/dia (b), 150 L/planta/dia (c) e 200 L/planta/dia (d) – umidade em %v.

Para as condições de cobertura do solo com a biomanta e com a palhada do coqueiro, os perfis de umedecimento foram determinados apenas para os níveis de irrigação de 50 L/planta/dia e 100 L/planta/dia, sendo apresentados na Figura 11. Enquanto na condição de solo sem cobertura os bulbos de umedecimento apresentaram certa regularidade de forma, nas duas condições de solo coberto observa-se uma irregularidade na geometria do bulbo, provavelmente como resultado da formação de caminhos preferenciais para a água aplicada pelo microaspersor. Esse comportamento foi evidente no caso do perfil com aplicação de 100 L/planta/dia e cobertura com palhada de coqueiro (Figura 11f), onde a área adjacente ao estipe, que é justamente aquela onde há normalmente uma maior concentração da água aspergida do microaspersor, permaneceu mais seca, diferentemente do que ocorreu nos demais perfis.

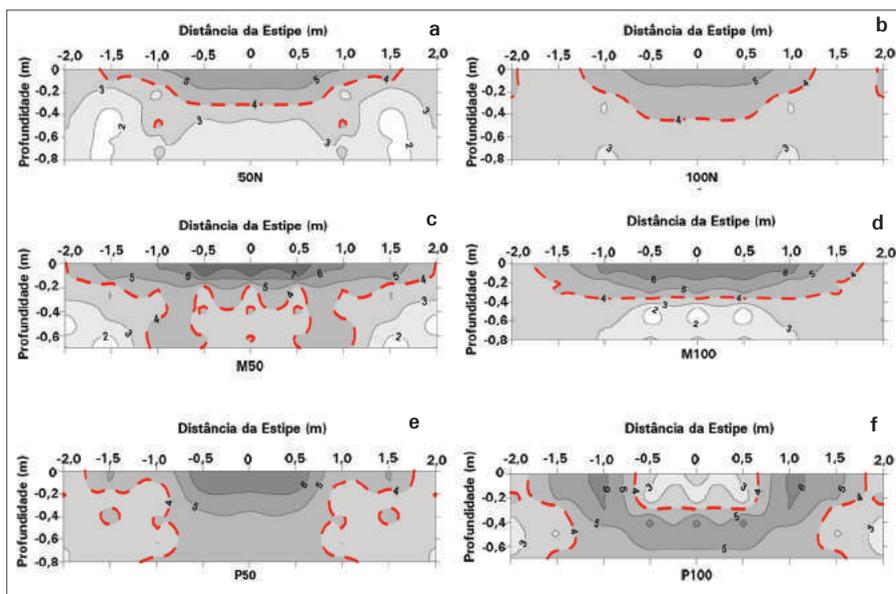


Figura 11. Perfis de umedecimento do solo resultante da aplicação dos volumes diários de irrigação de 50 L/planta/dia e 100 L/planta/dia, na condição de solo sem cobertura (a; b), com biomanta (c; d) e com palhada de coqueiro (e; f).

Na Figura 12, é apresentado o percentual de área do perfil com umidade superior a 50% do armazenamento, para cada nível de irrigação, para todas as condições abordadas nas Figuras 10 e 11. A irrigação com 50 L/planta/dia na condição de solo coberto com a palhada do coqueiro resultou em que 54% do perfil manteve-se com umidade superior a 50% do armazenamento, enquanto na condição de solo sem cobertura o percentual foi de 20% para o mesmo volume de água. Para a irrigação de 100 L/planta/dia, a melhor condição de umedecimento foi encontrada em 56% do perfil, para o solo com palhada, contra 26% na condição de solo sem cobertura. Adicionalmente, com essa cobertura, a área do perfil com umidade acima de 50% do armazenamento obtida com os dois menores níveis de irrigação foi equivalente a quando foram aplicados 150 L/planta/dia e 200 L/planta/dia, na condição de solo sem cobertura.

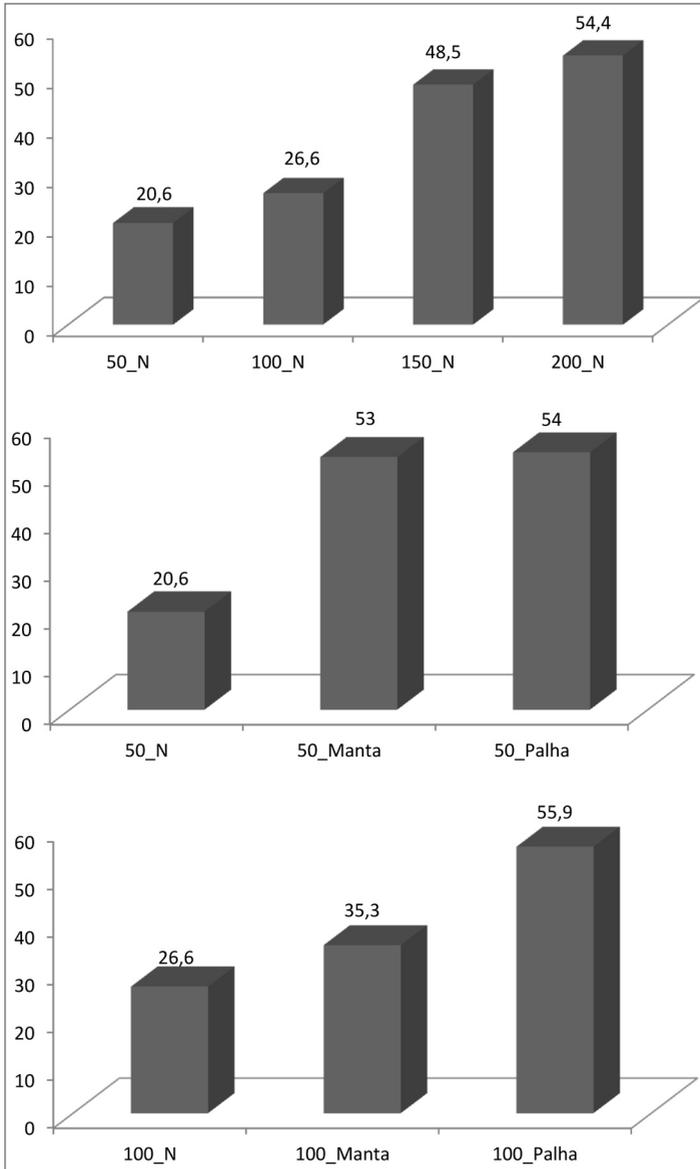


Figura 12. Percentual de área do perfil de solo com teor de umidade acima de 50% da capacidade de armazenamento de água do solo, para diferentes níveis de irrigação e condições de cobertura do solo.

O efeito da cobertura do solo com biomanta apresentou maior variação entre os níveis de 50 L/planta/dia e 100 L/planta/dia, com percentuais de 53% e 35%, respectivamente, sendo em média menor do que os valores obtidos para a palhada do coqueiro, mas superiores aos determinados para as aplicações com os volumes equivalente, quando aplicados em solo sem cobertura.

O efeito combinado da cobertura do solo com materiais orgânicos na retenção da água fornecida tanto pela precipitação como pela irrigação foi avaliado por vários autores. Freitas et al. (2004) observaram que a retenção variou de 1,2 mm a 1,8 mm após a aplicação de uma lâmina de 20 mm, com irrigação simulada sobre colunas de solo. Gava et al. (2009) estimaram que a palhada de trigo, em sistema de plantio direto, retém 1,5 mm da precipitação. Em função do nível da quantidade de resíduo de milho como cobertura morta, tanto Gava et al. (2009) quanto Freitas et al. (2004) apontaram que sistemas de irrigação que aplicam pequenas lâminas com alta frequência podem perder mais da água aplicada por evaporação direta a partir do material da palhada. Na irrigação por microaspersão, considerando-se uma aplicação diária de 4,5 mm, os valores de retenção apontados por esses autores representariam de 26% a 40% de retenção, comparado ao valor médio de 60% obtido nos trabalhos de campo aqui relatados.

Em contraponto, deve-se considerar não apenas o efeito isolado, mas o efeito integrado com outros fatores relacionados ao uso da cobertura morta, como a redução do gradiente de temperatura do solo (MIRANDA et al., 2004; GASPARIM et al., 2005; RESENDE et al., 2005;), a melhoria proporcionada aos atributos físicos e químicos do solo (FIALHO et al., 1991), a minimização da infestação de plantas invasoras (CARVALHO et al., 2005; OLIVEIRA; RESENDE et al., 2005 SOUZA, 2003;) e a redução das perdas de água do solo por evaporação (GAVA et al., 2013; OLIVEIRA; RESENDE et al., 2005; SOUZA, 2003), que podem compensar o efeito negativo no aporte de água de irrigação por microaspersão, possibilitando que o saldo final no processo produtivo seja positivo.

Embora a constituição do material orgânico utilizado para ambas as coberturas do solo seja a mesma (fibras derivadas de partes vegetal do coqueiro), algumas diferenças marcam os dois materiais. Uma delas é a espessura da camada, que no caso da biomanta foi de 10 mm e no caso

da palhada de coqueiro de 150 mm. Outro aspecto é o da textura da palhada de coqueiro, que se supõe favorecer a existência de caminhos preferenciais para água, enquanto a da biomanta favorece a retenção capilar da água. Entretanto, apesar de tais diferenças, constatou-se que o percentual médio de água de irrigação potencialmente retido foi similar para os dois materiais utilizados (aproximadamente 60%).

Considerações finais

Embora os resultados obtidos nos estudos conduzidos tenham indicado um elevado nível de interceptação e retenção da água aplicada na irrigação por microaspersão do coqueiro-anão, por parte do material das coberturas mortas avaliadas, o potencial de disponibilização posterior dessa água retida versus a fração dela que pode se constituir em perda por evaporação precisam ser mais acuradamente determinados no futuro. Afora os inúmeros benefícios assinalados por diversos autores com o uso de cobertura do solo em ganhos com melhoria física, microbiológica, conforto térmico etc., do ponto de vista do balanço de água no solo na situação de irrigação por microaspersão do coqueiro com utilização de palhada, os resultados obtidos indicam um balanço positivo em favor da utilização de cobertura do solo com a biomanta e a com palhada do coqueiro, sendo esse saldo mais significativo para a segunda. Por poder ser instalado sob a cobertura morta, o sistema de irrigação por gotejamento seria, supostamente, menos afetado por ela, em termos de aplicação de água.

Referências

- AMORIM, J. R. A. de; RESENDE, R. S.; CRUZ, M. A. S.; BASSOI, L. H.; SILVA FILHO, J. G. **Determinação da eficiência de uso da água na parcela de irrigação, no Perímetro Irrigado Califórnia, em Sergipe**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2010. 8 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado Técnico, 109).
- BRAGAGNOLO, N.; MIELNICZUK, J. Cobertura do solo por palha de trigo e seu relacionamento com a temperatura e umidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 14, n. 3, p. 369-374, 1990.

CARVALHO, J. E.; ZANELLA, F.; MOTA, J. H.; LIMA, A. L. da S. Cobertura morta do solo no cultivo de alface cv. Regina 2000 em Ji-Paraná/RO. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 5, p. 935-939, 2005.

CINTRA, F. L. D.; RESENDE, R. S.; LEAL, M. L. S. Distribuição de raízes de coqueiro-anão sob volumes de água em solo coeso dos tabuleiros. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, p. 614-619, 2008.

CINTRA, F. L. D.; RESENDE, R. S.; LEAL, M. L. S.; PORTELA, J. C. Efeito de volumes de água de irrigação no regime hídrico de solo coeso dos tabuleiros e na produção de coqueiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 4, p. 1041-1051, 2009.

CRUZ, M. A. S.; RESENDE, R. S.; AMORIM, J. R. A. de; BASSOI, L.H. SILVA FILHO, J. G. **Aplicação do modelo LAWS na avaliação da eficiência do uso da água no Perímetro Irrigado Califórnia, em Sergipe**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2010. 6 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado Técnico, 108).

FIALHO, J. F.; BORGES, N. F.; BARROS, N. F. Cobertura vegetal e as características químicas e físicas e atividade da microbiótica de um latossolo vermelho-amarelo distrófico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 15, n. 1, p. 21-28, 1991.

FONTES, H. R.; FERREIRA, J. M. S. **Produção integrada de coco: normas técnicas específicas e documentos de acompanhamento 71**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2004. 59 p.

FONTES, H. R.; FERREIRA, J. M. S.; GOMES, J. B. V.; RESENDE, R. S. Caracterização da produção, fenologia e sistemas de manejo do coqueiro anão verde nos Tabuleiros Costeiros de Sergipe. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 19., 2006, Cabo Frio. **Resumos...** Viçosa: JARD, 2006. v. 1, p. 232-232.

FREITAS, P. S. L.; MANTOVANI, E. C.; SEDIYAMA, G. C.; COSTA, L. C. Efeito da cobertura de resíduo da cultura do milho na evaporação da água do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 8, n. 1, p. 85-91, 2004.

GASPARIM, E.; RICIERI, R. P.; SILVA, S. de L.; DALLACORT, R.; GNOATTO, E. Temperatura no perfil do solo utilizando duas densidades de cobertura e solo nu. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 27, n. 1, p. 107-115, 2005.

GAVA, R.; FARIA, R. T. de; FREITAS, P. S. L. de; LENA, B. P. Retenção de umidade pela cobertura morta em sistema de plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 38., 2009, Juazeiro e Petrolina. **Anais...** Jaboticabal: SBEA, 2009.

GAVA, R.; FREITAS, P. S. L. de; FARIA, R. T. de; REZENDE, R.; FRIZZONE, J. A. Soil water evaporation under densities of coverage with vegetable residue. **Engenharia Agrícola**, v. 33, n. 1, p. 89-98, 2013.

JACOMINE, P. K. T. Evolução do conhecimento sobre solos coesos no Brasil. In: CINTRA, F. L. D.; ANJOS, J. L. dos; MELO IVO, W. M. P de. **Coesão em solos dos tabuleiros costeiros**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2001. p.19-46. 339 p.

KOSHIMA, F. A. T.; MING, L. C.; MARQUES, M. O. M. Produção de biomassa, rendimento de óleo essencial e de citral em capim-limão, *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf, com cobertura morta nas estações do ano. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 8, n.4, p.112-116, 2006.

MIRANDA F. R.; SOUSA, C. C. M.; CRISOSTOMO, L. A. Utilização da casca de coco como cobertura morta no cultivo do coqueiro anão-verde. **Revista Ciência Agronômica**, v. 38, n. 1, p. 41-45, 2007.

MIRANDA, F. R.; MONTENEGRO, A. A.T.; LIMA, R. N.; ROSSETI, A. G.; FREITAS, J. A. D. Distribuição do sistema radicular de plantas jovens de coqueiro-anão submetidas a diferentes frequências de irrigação. **Revista Ciência Agronômica**, v. 35, n. 2, p. 309-318, 2004.

MIRANDA, F. R.; OLIVEIRA, F. N. S.; ROSA, M. F.; LIMA, R. N. Efeito da cobertura morta com a fibra da casca de coco sobre a temperatura do solo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 35, n. 2, p. 335-339, 2004.

NOGUEIRA, L. C.; NOGUEIRA, L. R. Q.; MIRANDA, F. R. de. Irrigação do coqueiro. In: FERREIRA, J. M. S., WARWICK, D.R.N.; SIQUEIRA, L. C. (Ed). **A cultura do coqueiro no Brasil**. 2. ed. rev. Brasília, DF: Embrapa-SCT, 1998. cap. 7. p.159-187. 262 p.

OLIVEIRA, C. A. P.; SOUZA, C. M. Influência da cobertura morta na umidade, incidência de plantas daninhas e de broca-do-rizoma (*Cosmopolites sordidus*) em um pomar de bananeiras (*Musa* spp.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 2, p. 345-347, 2003.

PASSOS, E. E. M.. Ecofisiologia do coqueiro. In: FERREIRA, J. M. S.; FERREIRA, D. R. N.; SIQUEIRA, L. A. (Ed.). **A cultura do coqueiro no Brasil**. 2. ed. rev. Brasília, DF: Embrapa-SCT, 1998, p. 65-72. 262 p.

RESENDE, F. V.; SOUZA, L. de S.; OLIVEIRA, P. S. R de O.; GUALBERTO, R. Uso de cobertura morta vegetal no controle da umidade e temperatura do solo, na incidência de plantas invasoras e na produção da cenoura em cultivo de verão. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 1, p. 100-105, 2005.

RESENDE, R. S.; AMORIM, J. R. A. de; FONTES, H. R. Manejo da água na produção integrada de coco anão no Distrito de Irrigação Platô de Neópolis-SE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 35., João Pessoa, 2006. **Anais...** João Pessoa: SBEA, 2006.

RESENDE, R. S.; SANTOS, H. R.; AMORIM, J. R. A. de; SOUZA, G. MENESES, T. N. Efeito da cobertura morta no padrão de distribuição de água em microaspersão. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 9, n. 5, p. 278-286, 2015.

SANTOS JUNIOR, J. B. O.; SILVA, P. S.; RESENDE, R. S.; AMORIM, J. R. A. Eficiência do uso da água no Perímetro Irrigado Califórnia, Sergipe. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 16., 2006, Aracaju. **Anais...** Aracaju: SBCS, 2006.