

Cobertura morta com folhas de coqueiro-anão para redução do consumo de água de irrigação



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Tabuleiros Costeiros
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
178**

**Cobertura morta com folhas de coqueiro-anão
para redução do consumo de água de irrigação**

*Fernando Luis Dultra Cintra
Ronaldo Souza Resende
Lafayette Franco Sobral*

**Embrapa Tabuleiros Costeiros
Aracaju, SE
2022**

Embrapa Tabuleiros Costeiros
Av. Gov. Paulo Barreto de Menezes, nº 3250
CEP 49025-040, Aracaju, SE
Fone: +55 (79) 4009-1300
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Unidade responsável pelo conteúdo e edição:

Embrapa Tabuleiros Costeiros

Comitê Local de Publicações
da Unidade Responsável

Presidente
Viviane Talamini

Secretário-Executivo
Ubiratan Piovezan

Membros
*Aldomário Santo Negrisoli Júnior, Ana da
Silva Lédo, Angela Puchnick Legat, Elío
Cesar Guzzo, Fabio Enrique Torresan, Josué
Francisco da Silva Junior, Julio Roberto Araujo
de Amorim, Emiliano Fernandes Nassau Costa,
Renata da Silva Bomfim Gomes*

Supervisão editorial e editoração eletrônica
Aline Gonçalves Moura

Normalização bibliográfica
Josete Cunha Melo

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Foto da capa
Fernando Luis Dultra Cintra

1ª edição
Publicação digital - PDF (2022)

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Tabuleiros Costeiros

Cobertura morta com folhas de coqueiro-anão para redução do consumo de água de irrigação /
Fernando Luis Dultra Cintra... [et al.]. – Aracaju : Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2022.

26 p. : il. (Boletim de Pesquisa / Embrapa Tabuleiros Costeiros, ISSN 1678-1961; 178).

1. Coco. 2. Coqueiro-anão. 3. Irrigação. 4. Cobertura morta. 5. Água de coco. 6.
Impacto ambiental. I. Cintra, Fernando Luis Dultra. II. Resende, Ronaldo Souza. III.
Sobral, Lafayette Franco. IV. Série.

CDD (21. ed.) 634.61

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução.....	8
Material e Métodos	10
Resultados e Discussão	12
Conclusões.....	23
Agradecimentos.....	23
Referências	24

Cobertura morta com folhas de coqueiro-anão para redução do consumo de água de irrigação

Fernando Luis Dultra Cintra¹

Ronaldo Souza Resende²

Lafayette Franco Sobral³

Resumo – Os plantios de coqueiro-anão estão em franca expansão no Nordeste do Brasil em resposta à alta demanda por água de coco. No entanto, essa tendência gera um viés ambiental preocupante pela dependência dessa variedade à prática da irrigação. Esse estudo teve por objetivo avaliar o impacto da cobertura morta com folhas de coqueiro na redução do consumo de água de irrigação. Foram avaliados os seguintes tratamentos: irrigação com 200, 150, 100 e 50 L de água/planta/dia, sem cobertura morta, irrigação com 100 L mais cobertura morta com 50, 30 e 10 folhas secas de coqueiro e irrigação com 50 L mais cobertura morta com 50, 30 e 10 folhas. Não houve diferença estatística significativa entre tratamentos para produção de frutos, porém as coberturas com 30 e 50 folhas diferiram significativamente de 10 folhas quanto à adição de matéria orgânica na camada de 0 a 5 cm de profundidade. Concluiu-se que a cobertura morta com 30 folhas secas de coqueiro combinada com irrigação de 100 L de água não causou prejuízos à produtividade e agrega valor ambiental ao sistema de produção ao contribuir para redução de até 33% no consumo de água, comparativamente à irrigação convencional de 150 L de água/planta/dia.

Termos para indexação: *Cocos nucifera*, prática vegetativa, água de coco, Tabuleiros Costeiros, déficit hídrico.

¹ Engenheiro-agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE.

² Engenheiro-agrônomo, doutor em Irrigação e Drenagem, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE.

³ Engenheiro-agrônomo, PhD em Soil Science, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE.

Mulch with dwarf coconut leaves to reduce irrigation water consumption

Abstract – Dwarf coconut plantations are booming in Northeast Brazil in response to the high demand for coconut water. However, this trend generates a worrying environmental bias due to the dependence of this variety on the practice of irrigation. This study aimed to evaluate the impact of mulching with coconut leaves in reducing irrigation water consumption. The following treatments were evaluated: irrigation with 200, 150, 100 and 50 L of water/plant/day, without mulch, irrigation with 100 L plus mulch with 50, 30 and 10 dry coconut tree leaves and irrigation with 50 L plus mulch dead with 50, 30 and 10 leaves. There was no statistically significant difference between treatments for fruit production, but the coverings with 30 and 50 leaves differed significantly from 10 leaves regarding the addition of organic matter in the layer from 0 to 5 cm deep. It was concluded that mulching with 30 dry coconut leaves combined with irrigation of 100 L of water did not damage productivity and adds environmental value to the production system by contributing to a reduction of up to 33% in water consumption, compared to conventional irrigation with 150 L of water/plant/day.

Index terms: *Cocos nucifera*, vegetative practice, coconut water, Coastal Tablelands, water deficit.

Introdução

O coqueiro (*Cocos nucifera* L.) é cultivado em todo território brasileiro, especialmente na região Nordeste, onde estão as maiores áreas de plantio. O Caderno Setorial ETENE do Banco de Nordeste (Brainer, 2021) destaca que em 2020 haviam 187,5 mil hectares plantados com coqueiros, os quais produziram 1,6 bilhão de frutos ficando o Nordeste com 80,9% da área colhida e 73,5% da produção nacional. O valor total da produção alcançou, nesse mesmo ano, a cifra de R\$ 1,15 bilhão com a participação de 62,6% dessa região. Com relação à água de coco, principal produto do coqueiro-anão, o faturamento divulgado foi de US\$ 22,84 milhões em 2021.

Esses dados ressaltam a importância econômica dessa cultura, especialmente do coqueiro-anão, cujas áreas de produção tendem a crescer devido à grande demanda por água de coco por parte da população preocupada com o consumo de alimentos naturais. Aragão et al. (2001) pontuam a água de coco como um produto com características químicas e organolépticas de sabor muito agradável, livre de conservantes e com composição química bem equilibrada de sais, proteínas, vitaminas e gorduras neutras. Gerbaud (2011) ressalta a liderança do Brasil na produção de água de coco e o seu sucesso nos mercados dos EUA e dos países anglo-saxões.

O crescimento do agronegócio da água de coco traz consigo uma questão ambiental preocupante, uma vez que essa variedade de coqueiro depende da irrigação para ser explorada economicamente nas condições do Nordeste brasileiro. Deste modo, para evitar ou reduzir os impactos negativos aos econômicos de água doce e, conseqüentemente, ao meio ambiente, se faz necessário um planejamento eficaz da irrigação para aumentar a eficiência de uso da água.

Nas áreas de produção de coco do Nordeste é comum a existência de estação climática com períodos de baixa precipitação pluvial, que vão de 03 a 06 meses, os quais afetam significativamente a produtividade do coqueiro-anão, variedade sensível a déficits hídricos e que necessita de níveis constantes de umidade no solo. Nogueira et al. (2018) sinalizam que o regime pluvial mais adequado ao coqueiro deve ser próximo de 1500 mm/ano, com valores mensais nunca inferiores a 130 mm, e acrescenta que períodos de três meses com precipitação inferior a 50 mm/mês são pre-

judiciais ao desenvolvimento das plantas. Passos et al. (2018), reforçam essa afirmativa e ressaltam que esse é o limite mínimo mensal, a partir do qual o coqueiro pode sofrer alterações fisiológicas e morfológicas tais como, murcha e queda prematura de folhas, baixo índice de flores femininas, redução no número e no tamanho de frutos e no volume de água de coco.

A cobertura morta com folhas secas de coqueiro é uma prática sustentável ancorada na reciclagem dos resíduos gerados no coqueiral e acessível tanto para minimizar o estresse hídrico durante a estação seca, como para reduzir o volume diário de água em sistemas de produção irrigados. Uma folha madura de coqueiro-anão tem em torno de 6 m de comprimento com 200 a 300 folíolos de 90 a 130 cm e, em condições ambientais favoráveis, essa variedade chega a emitir até 18 folhas/ano (Passos et al., 2018). Esse imenso volume de resíduos produzido nos coqueirais, que pode chegar a 3680 folhas/ha/ano, considerando 205 plantas/ha é, em geral, distribuído no centro das entrelinhas com pouca chance de beneficiar o coqueiro. Publicação da Agência Europeia de Ambiente (2015) ressalta que o solo não revolvido, é o segundo maior sumidouro de carbono, depois dos oceanos, e seu uso sustentável tem papel importante na atenuação das alterações climáticas. O Relatório do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas, IPCC (Levin et al., 2022), destaca a importância da utilização de práticas agrícolas sustentáveis e da irrigação como estratégia para fortalecer a resiliência dos ecossistemas, porém salienta que a expansão de sistemas de irrigação deve ser vista com cautela por seu impacto na redução das reservas de água subterrânea. Segundo Agência Nacional de Águas (2021), a irrigação é o maior uso da água doce no Brasil e corresponde à metade da água retirada no País, cuja demanda aumentou de 640 para 965 m³/s nas últimas duas décadas. A Agência destaca que o Brasil possui 8,5 milhões de hectares equipados para irrigação sendo 65% com irrigação de água de mananciais.

São inúmeras as possibilidades de ganhos produtivos e ambientais - físicos, químicos e biológicos - proporcionadas pela prática de cobertura morta, dentre as quais, a proteção dos mananciais de água doce, a adição de matéria orgânica ao solo, a devolução ao solo de parte dos nutrientes absorvidos pela planta, o controle de ervas daninhas, a regulação do aquecimento da superfície do solo, a redução das perdas de água por evaporação e a contribuição na redução da emissão de gases de efeito estufa para a atmosfera.

A prática do uso da cobertura morta é uma das alternativas recomendadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil..., 2020) para promover o desenvolvimento sustentável da agricultura brasileira, por ser uma tecnologia capaz de aumentar continuamente a produtividade e por estar ajustada à conservação do meio ambiente. Essa diretriz também consta no plano ABC+ (Brasil..., 2021), que tem na sua base conceitual a recomendação de sistemas de irrigação com baixo consumo de água e o uso de cobertura permanente do solo, seja com plantas vivas ou palhadas, para o revolvimento mínimo e a mitigação das emissões de gases de efeito estufa, sem perder de vista o aumento na geração de renda.

Esse trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da cobertura com folhas secas de coqueiro na produção de frutos e redução do consumo de água de irrigação em sistema de produção de coqueiro-anão no Distrito de Irrigação Platô de Neópolis, SE.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Distrito de Irrigação Platô de Neópolis, estado de Sergipe, Brasil, em segmento ambiental da Unidade de Paisagem dos Tabuleiros Costeiros, com as seguintes coordenadas geográficas: 10o20'20,9" Sul e 36o 42'52,5" Oeste, altitude de 128 m. A variedade de coqueiro utilizada foi o coqueiro-anão-verde com 17 anos de idade, cultivado no espaçamento 8,0 x 8,0 x 8,0 m, o que perfaz 180 plantas/ha. Dados de precipitação pluvial coletados na fazenda registraram precipitação média anual de 1.139 mm entre os anos 2000 e 2021, com média mensal abaixo de 50 mm durante 04 meses/ano. Segundo a classificação de Köppen o clima da região é do tipo As' Tropical chuvoso com verão seco. O solo da área experimental é classificado como Argissolo Amarelo com textura areia franca/franco arenosa em relevo plano.

Foram avaliados quatro tratamentos de irrigação sem qualquer tipo de cobertura e seis tratamentos de irrigação combinados com cobertura morta os quais estão listados a seguir: irrigação com 200 L, 150 L, 100 L e 50 L de água/planta dia, sem cobertura morta, irrigação com 100 L de água/planta/dia combinada com coberturas mortas contendo 50, 30 e 10 folhas secas de coqueiro, irrigação com 50 L de água/planta/dia combinada com cober-

turas contendo 50, 30 e 10 folhas secas de coqueiro. A cobertura morta foi constituída por camadas de folhas secas de coqueiro originadas do próprio coqueiral e feita na zona do coroamento do coqueiro, em círculo ao redor do estipe, com raio médio de 2,5m. As folhas foram cortadas em pedaços de 50 cm e distribuídas de forma homogênea na zona coroada, formando mantas com alturas variáveis em função do número de folhas utilizadas em cada tratamento. A manutenção da cobertura foi feita anualmente com número de folhas correspondente a 50% da cobertura original.

A irrigação foi realizada diariamente, apenas durante a estação seca do ano, entre os meses de outubro a março, utilizando o sistema de microaspersão com dois emissores posicionados em dois lados do coqueiro, no sentido da linha de plantio, e distanciados em média a 0,80 m do estipe. Durante todo o período experimental foram realizadas adubações químicas anuais com 4 kg/planta da formulação NPK 20-05-20 e adubação orgânica com 24 kg/planta de esterco de galinha, distribuídos na área do coroamento e, nos tratamentos com cobertura morta, sobre a manta de folhas e, sempre um pouco antes do momento da irrigação. Mensalmente, foi realizado tratamento fitossanitário químico para controle do ácaro da necrose do coqueiro *Aceria guerreronis* e, trimestralmente, aplicação de herbicida para controle de plantas daninhas nos tratamentos sem cobertura. Também, trimestralmente, foram feitas roçagens mecânicas na área total do experimento respeitando a zona do coroamento das plantas. Foram realizadas coletas de solo, amostras compostas por 20 subamostras colhidas em 4 pontos na zona do coroamento nas cinco plantas da parcela e de folhas, 5 folíolos centrais com tamanho médio de 20 cm de todas as folhas 14 das 5 plantas da parcela, no início e no final da experimentação para análise de macro e micronutrientes, além dos teores de carbono orgânico no solo. Os métodos de análise de solo utilizados estão descritos em Silva (2009).

O experimento teve duração de 43 meses, entre outubro de 2017 a abril 2021, e compreendeu 34 colheitas realizadas com intervalo médio de 35 dias. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com 10 tratamentos, três repetições e cinco plantas por parcela. Em cada colheita foram contados todos os frutos dos cachos colhidos nas 05 plantas da parcela, cujos dados foram submetidos à análise de variância correspondente ao período da experimentação. A comparação das médias dos tratamentos foi feita

pelo teste Tukey a 5% de probabilidade e utilizou-se o programa estatístico SISVAR para análise da variável, número de frutos colhidos/planta/colheita.

Resultados e Discussão

A distribuição mensal das chuvas no Distrito de Irrigação Platô de Neópolis é apresentada na Figura 1. Verificou-se que entre abril e julho a precipitação média mensal foi superior a 130 mm, considerada como a mínima necessária para promover o bom desenvolvimento do coqueiro-anão (Nogueira et al., 2018; Benassi et al., 2013). De outubro a janeiro a precipitação ficou abaixo de 50 mm/mês, considerado por Passos et al. (2018), como crítico para desenvolvimento vegetativo e produtivo dos coqueiros da variedade anão. Nos 04 meses restantes, fevereiro, março, agosto e setembro, a precipitação pluvial foi entre 50 e 130 mm sendo que, nos meses de fevereiro e março, se situou muito próxima do limite crítico de 50 mm.

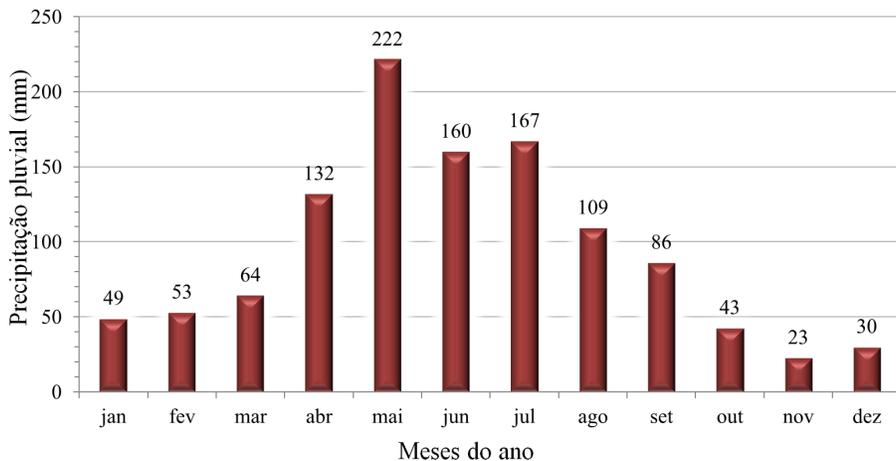


Figura 1. Distribuição mensal das chuvas na área experimental. Média dos dados coletados entre os anos 2000 e 2020.

Apesar da importância da distribuição das chuvas dentro de um ano agrícola, especialmente para as culturas anuais, a distribuição interanual da precipitação pluvial com vários meses de déficits hídricos, poderá ser impactante para o coqueiro, face às características intrínsecas dessa espécie relacionadas ao início da diferenciação floral. Segundo Ohler (1999), a diferenciação das espatas se inicia em torno de dois anos antes da sua abertura na axila

das folhas e a diferenciação das ramificações, ou espigas, onde ficam localizadas as flores masculinas, no ápice, e as femininas, na base, em torno de seis meses antes. Como o número de flores femininas sofre influência direta das condições hídricas no solo (Passos et al., 2018), a quantidade de chuva a que a planta é submetida desde a diferenciação floral, ainda no estipe do coqueiro, deverá se refletir no número de flores femininas e, consequentemente, de frutos as serem colhidos.

Na Figura 2 está detalhada a distribuição das chuvas na área experimental entre os anos 2000 e 2020 na qual se pode verificar grande variabilidade da precipitação pluvial. Em apenas três dos anos avaliados as chuvas estiveram acima dos 1500 mm/anuais volume considerado por Nogueira et al. (2018), como necessário para imprimir bom desenvolvimento e elevada produtividade aos coqueiros.

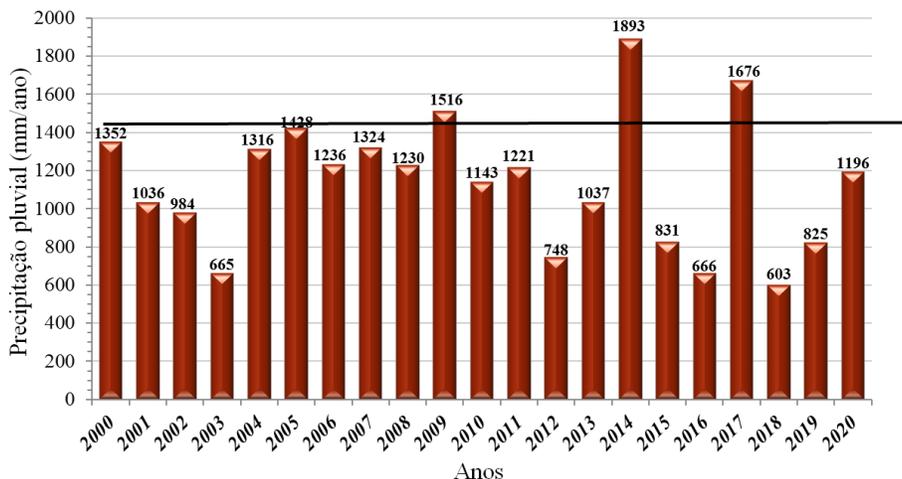


Figura 2. Distribuição anual da precipitação pluvial entre os anos 2000 e 2020 na área experimental.

Na Tabela 1 está apresentado um recorte de cinco anos da precipitação pluvial apresentada na Figura 2 e que inclui o período do experimento. Apesar do alto volume de chuvas em 2017, nesse ano se obteve uma baixa produção de frutos a qual foi influenciada, possivelmente, pela baixa quantidade de chuvas nos anos 2015 e 2016. Por outro lado, a maior produção nesses dois anos é resultado, provavelmente, do bom desempenho das chuvas em 2014 (Figura 2). Essas deduções se baseiam nas características da fisiologia

do coqueiro, já referidas, com relação ao período de tempo decorrido entre o início da diferenciação floral e a colheita dos frutos. O mesmo comportamento pode ser observado nos demais anos listados, ou seja, dois anos seguidos de baixa precipitação pluvial condicionam baixa produção de frutos no ano seguinte, independentemente do volume de chuvas.

Tabela 1. Total de frutos de coco produzidos e média de frutos/planta/ano. Informações obtidas junto à Empresa Coco Verde de Sergipe - H Dantas, Distrito de Irrigação, Platô de Neópolis, SE.

Anos	Total de frutos colhidos na empresa	Média de frutos colhidos/planta/ano
2015	3.756.102	160
2016	4.507.753	192
2017	3.381.844	144
2018	4.021.337	189
2019	5.343.735	214
2020	4.701.937	181

A despeito da variabilidade interanual das chuvas ser mais importante nos cultivos sob regime de sequeiro, nos sistemas irrigados essa condição também pode ganhar relevância se o planejamento da irrigação deixar em descoberto os veranicos, períodos curtos sem chuvas dentro da estação chuvosa, comuns nas áreas de produção de coco do Nordeste. De acordo com Camboim Neto (2002), quando a escassez de água é temporária os sintomas exteriores na planta são pouco evidentes e de difícil constatação, porém quando a carência é severa e prolongada, a planta adulta apresenta queda acentuada de flores femininas e de frutos prematuros.

O reforço da cobertura morta na regulação da temperatura do solo, na redução das perdas de água por evaporação e na redução da competição por água pelas ervas daninhas, pode ser uma estratégia eficaz para diminuir o impacto da variabilidade interanual das chuvas no desenvolvimento do coqueiro e na preservação dos frutos até o momento da colheita. Adicionalmente, o acréscimo de matéria orgânica no solo que essa prática propicia contribui para aumentar a retenção de água, especialmente importante nos solos arenosos que são predominantes nas áreas de produção de coco do Nordeste do Brasil. Santos et al. (2008) ressaltam que apesar da região Nordeste con-

centrar a maior produção de coco do País é necessário aperfeiçoar os sistemas de irrigação para redução dos grandes volumes de água utilizados.

A cobertura com folhas secas de coqueiro é uma prática já indicada para uso em outros países por seus benefícios na conservação da umidade e na regulação da temperatura do solo. O Instituto Indiano de Pesquisa Agrícola (Indian..., 2022) recomenda o uso dessa prática vegetativa com 15 folhas de coqueiro distribuídas em um raio de 1,8 m no entorno do estipe, para as áreas de produção de coco que convivem com períodos anuais de baixa precipitação pluvial. Ohler (1999), ressalta que em áreas onde ocorrem déficits hídricos regulares se deve utilizar a prática do corte das folhas secas do coqueiro para reduzir a evapotranspiração e proteger as plantas de déficits hídricos.

Na comparação da média geral do experimento referente ao número de frutos/planta/colheita (Tabela 2), se percebe a inexistência de significação estatística entre os tratamentos irrigados com 50, 100, 150 e 200 L de água/dia/planta, sem cobertura vegetal, e os tratamentos irrigados com 50 e 100 L combinados a coberturas mortas com diferentes quantidades de folhas secas de coqueiro. Entre os tratamentos irrigados, sem cobertura morta, apesar da ausência de significância a produção de frutos no volume de 50 L se distanciou bastante dos demais. Quanto à quantidade de folhas utilizadas na formação da cobertura morta os tratamentos também não diferiram entre si, porém, durante a condução do experimento se observou que a decomposição da palhada na cobertura com 10 folhas foi mais rápida do que com 30 e 50 folhas o que poderá exigir manutenções mais frequentes do que as anualmente previstas. É importante frisar que a ausência de significância entre a quantidade de folhas utilizadas na cobertura morta e a produção de frutos pode estar relacionada ao pouco tempo de experimentação, quatro anos, o qual pode ter sido insuficiente para que as mantas com 10, 30 ou 50 folhas pudessem expressar, de forma diferenciada, os benefícios à redução da evaporação, regulação da umidade ou redução da infestação de ervas daninhas.

Tabela 2. Comparação da média geral do número de frutos/planta/colheita.

Tratamentos	Médias (frutos/planta/colheita)	Resultado do teste
50 L de água em CM com 30 folhas	22,07	a1
50 L de água s/cobertura	22,24	a1
100 L de água em CM com 30 folhas	22,28	a1
100 L de água em CM com 50 folhas	22,60	a1
100 L de água em CM com 10 folhas	22,77	a1
50 L de água em CM com 10 folhas	22,88	a1
50 L de água em CM com 50 folhas	22,91	a1
100 L de água s/cobertura	23,20	a1
150 L de água s/cobertura	23,23	a1
200 L de água s/cobertura	23,91	a1
Média de frutos/planta/colheita	22,81	
DMS: 2,78 NMS: 0,05		
Teste de Tukey, nível de probabilidade (P<0,05)		

A produção média de frutos de 22,81 frutos/planta/colheita, independentemente do tratamento, corresponde à produção de 205,29 frutos/planta/ano em 09 colheitas anuais produtividade esta compatível para a variedade de coqueiro-anão irrigado. A ausência de diferença significativa entre os tratamentos os coloca em patamares produtivos muito próximos uns dos outros, salientando a importância da cobertura morta combinada aos volumes diários de irrigação de 50 e 100 L. Da mesma forma, aponta para a possibilidade de irrigação com baixos volumes de água, possibilidade essa, também vislumbrada por Azevedo et al. (2006), quando ressaltaram que a aplicação de um alto volume de água de irrigação não resultou, necessariamente, em grande rendimento de frutos de coco.

Essa mesma linha de raciocínio foi utilizada por Ó (2017) que, ao comparar o efeito das lâminas de irrigação, 50, 75, 100 e 125% da ETc no cultivo de coqueiro-anão, concluiu que o aumento da dotação hídrica promoveu apenas pequeno acréscimo na produção de frutos/planta, reforçando a ideia de ser possível irrigar coqueirais com baixos volumes diários de água de irrigação sem comprometer a produção. Em estudo conduzido por Miranda et al. (2019), no qual foram avaliados manejos de irrigação distintos, se obteve bai-

xa eficiência de uso da água quando aplicada em excesso em contraposição às lâminas de irrigação abaixo do ideal cuja produção foi um pouco mais que o dobro da produção obtida com irrigação em excesso. Sapkota et al. (2020), enfatizam a importância da irrigação focada na redução da dotação diária de água sem prejuízo à produção.

Segundo a FAO (2020), as alterações climáticas irão agravar a escassez de água com impacto negativo na produção agrícola e alerta para a necessidade de aumentar a resiliência dos sistemas de produção através da gestão sustentável das áreas irrigadas. A Agência chama a atenção para outras ações, como o revolvimento mínimo do solo e a manutenção de cobertura permanente com restos de culturas, como estratégias para melhorar a eficiência no uso da água.

Quanto à adição de matéria orgânica no solo pelos tratamentos de cobertura morta, é possível verificar na Tabela 3 que as maiores amplitudes de adições entre 2017 e 2021 aconteceram nas mantas com 30 e 50 folhas, independentemente da quantidade de água de irrigação, enquanto que na Tabela 4, é possível observar que a cobertura com 30 folhas, nos volumes de irrigação com 50 e 100 L de água, diferiu significativamente do tratamento irrigado com 50 L de água sem cobertura. Pode ser destacado ainda que os volumes de irrigação com 150 e 200 L de água contribuíram com médias elevadas de matéria orgânica, similares às dos tratamentos com 30 e 50 folhas e, até mesmo, maiores do que os obtidos na cobertura morta com 10 folhas. Esse efeito pode ser resultado da maior quantidade de resíduos vegetais, raízes e exsudatos radiculares proporcionados por volumes mais altos de irrigação. Bona et al. (2006) concluíram que o efeito da irrigação na taxa de decomposição microbiana da matéria orgânica foi corroborado por taxas maiores de decomposição dos resíduos vegetais em condições de suplementação hídrica.

Tabela 3. Valores de pH, MO, Ca²⁺, Mg²⁺, P e K no solo, por tratamento, no início (2017) e final (2021) do experimento. Médias de 3 repetições.

Tratamentos	MO (g.kg ⁻¹)		pH em H ₂ O		Ca (mmol _c .dm ⁻³)		Mg (mmol _c .dm ⁻³)		P (mg.dm ⁻³)		K (mg.dm ⁻³)	
200 L água	14,92	14,32	6,85	7,06	35,37	41,23	10,38	12,24	996,35	841,43	154,77	93,23
150 L água	11,79	14,59	6,83	7,09	32,64	29,19	9,95	11,30	1134,38	686,97	191,60	131,57
100 L água	13,87	6,92	6,88	7,00	32,57	28,65	9,04	9,55	1064,11	743,59	167,27	133,57
50 L água	9,03	7,47	6,80	6,95	31,88	30,67	9,89	10,70	1109,29	694,55	179,63	193,37
100 L, 10 folhas	9,02	12,46	6,82	7,20	33,16	49,70	9,72	13,42	1257,36	739,39	190,93	116,30
50 L, 10 folhas	11,60	10,66	6,67	7,01	31,34	42,14	9,19	15,04	778,00	578,61	176,60	152,10
100 L, 30 folhas	16,15	18,83	6,63	7,05	36,72	76,64	13,94	20,38	1041,52	805,67	165,27	215,57
50 L, 30 folhas	14,95	21,19	6,80	6,90	35,72	65,84	14,17	25,98	1149,44	620,90	143,73	213,57
100, 50 folhas	13,71	16,57	6,64	7,04	32,56	51,49	11,20	22,69	1535,94	647,42	138,80	134,23
50 L, 50 folhas	20,85	23,03	6,70	7,11	37,43	71,14	13,66	25,60	1239,79	912,97	150,17	169,90

Tabela 4. Comparação dos teores médios de MO, Ca²⁺ e Mg²⁺ no solo nos anos de 2017 e 2021, início e final do experimento, respectivamente.

Tratamentos	MO (g/kg)		Tratamentos	Ca (mmol _c .dm ⁻³)		Tratamentos	Mg (mmol _c .dm ⁻³)	
	Médias	Teste Tukey		Médias	Teste Tukey		Médias	Teste Tukey
200 L água	8,248	a1	100 L água	30,612	a1 a2	100 L água	9,295	a1
150 L água	10,397	a1 a2	150 L água	30,918	a1 a2	50 L água	10,293	a1
100 L água	10,740	a1 a2	50 L água	31,273	a1 a2	150 L água	10,623	a1
50 L água	11,128	a1 a2	50 L, 10 folhas	36,740	a1 a2 a3	200 L água	11,312	a1 a2
100 L, 10 folhas	13,193	a1 a2	200 L água	38,298	a1 a2 a3	100 L, 10 folhas	11,567	a1 a2
50 L, 10 folhas	13,980	a1 a2	100 L, 10 folhas	41,430	a1 a2 a3	50 L, 10 folhas	12,115	a1 a2
100 L, 30 folhas	14,618	a1 a2	100 L, 50 folhas	42,027	a1 a2 a3	100 L, 50 folhas	16,943	a2 a3
50 L, 30 folhas	15,137	a1 a2	50 L, 30 folhas	50,780	a1 a2 a3	100 L, 30 folhas	17,160	a2 a3
100, 50 folhas	17,491	a2	50 L, 50 folhas	54,287	a3	50 L, 50 folhas	19,630	a3
50 L, 50 folhas	18,072	a2	100 L, 30 folhas	56,678	a3	50 L, 30 folhas	20,077	a3

O cálcio e o magnésio foram, entre os nutrientes analisados no solo, os únicos que apresentaram diferença estatística significativa entre tratamentos com cobertura morta e tratamentos irrigados sem cobertura e também os que apresentaram as maiores amplitudes de ganhos entre 2017 e 2021. Na comparação das médias, verifica-se que à exceção da irrigação com 200 L de água/planta/dia, os tratamentos com 50, 100 e 150 L de água apresentaram médias mais baixas e estatisticamente diferentes das médias dos tratamen-

tos de cobertura morta com 30 e 50 folhas com 100 ou 50 L de água/planta/dia. Pires e Mattiazzo (2008), discorrem sobre as vantagens do uso dos resíduos agrícolas nas próprias áreas em que foram produzidos e ressaltam que uma das principais vantagens dessa prática se relaciona com o fornecimento dos nutrientes neles contidos.

Os teores de fósforo e potássio no solo, não diferiram significativamente entre tratamentos, porém se percebe de forma geral tendência de queda entre 2017 e 2021 com aumento eventual em alguns tratamentos. É possível notar, no entanto, que são muito elevados os teores desses nutrientes no solo e muito acima do nível considerado alto entre as classes de análise do solo para o coqueiro (Siqueira, 2007).

Fontenele (2005) chama a atenção para a relevância da utilização de folhas secas, inflorescências e estolhos na cocoicultura da região Nordeste e cita estudo em que foi estimada uma produção de biomassa de 701.100 toneladas, considerando um hectare de coqueiro anão com 205 plantas e uma área cultivada de 57.000 ha. Apesar da grande potencialidade da reciclagem dos resíduos do coqueiral nos sistemas de produção de coco do Nordeste, o destino principal de todo esse material é, em geral, o descarte ou a distribuição aleatória na área do plantio. Em épocas mais recentes essa biomassa tem sido colocada em leiras no centro das entrelinhas e, por estarem distantes da zona de maior concentração das raízes, localizadas em sua maioria no raio de 1,5 a 2 m no entorno do estipe do coqueiro (Cintra et al., 1992), trazem pouca contribuição para a planta.

Verifica-se, na tabela 5 que as coberturas mortas com 30 e 50 folhas diferiram significativamente de 10 folhas quanto ao acúmulo de carbono no solo e que as adições aconteceram em maior quantidade na camada 0-5 cm. Quanto à cobertura morta com 10 folhas houve pequeno acúmulo de carbono cujos teores, praticamente, se iguaram aos do tratamento irrigado sem cobertura vegetal. A captura do carbono pelas coberturas vegetais agrega valor ambiental aos sistemas de produção de coco ao contribuir para redução de gases de efeito estufa na atmosfera e retenção de água no solo. Filizola et al. (2021) concluíram que de todos os benefícios atribuídos ao uso de plantio direto o de maior impacto foi o relacionado à maior capacidade de estoque de carbono orgânico no solo.

Tabela 5. Teores de carbono no solo ao final do experimento, por profundidade, nas camadas 0-5, 5-10 e 10-20 cm e análise estatística entre os tratamentos irrigados com cobertura morta e tratamento irrigado sem cobertura morta.

Tratamentos	Profundidade	Materia Orgânica	Carbono Orgânico
100 água /50 folhas	0 - 5 cm	17,96	10,42
	5 - 10 cm	17,05	9,89
	10 - 20 cm	14,79	8,58
50 L água /50 folhas	0 - 5 cm	18,13	10,52
	5 - 10 cm	17,58	10,20
	10 - 20 cm	15,93	9,24
100 L água /30 folhas	0 - 5 cm	20,20	11,72
	5 - 10 cm	18,09	10,49
	10 - 20 cm	19,04	11,04
50 L água /30 folhas	0 - 5 cm	17,55	10,18
	5 - 10 cm	16,07	9,32
	10 - 20 cm	15,22	8,83
100 L água /10 folhas	0 - 5 cm	14,01	8,12
	5 - 10 cm	10,62	6,16
	10 - 20 cm	11,17	6,48
50 L água /10 folhas	0 - 5 cm	11,29	6,55
	5 - 10 cm	7,34	4,26
	10 - 20 cm	6,73	3,90
Irrigação / sem cobertura	0 - 5 cm	7,77	4,51
	5 - 10 cm	7,77	4,51
	10 - 20 cm	7,62	4,42
Tratamentos	Médias	Resultados do teste (média entre 0 e 20 cm)	
Irrigação / sem cobertura	4,47	a1	
50 L água / 10 folhas	4,90	a1	
100 L água / 10 folhas	6,92	a2	
50 L água / 30 folhas	9,44	a3	
100 L água / 50 folhas	9,63	a3 a4	
50 L água / 50 folhas	9,98	a3 a4	
100 L água / 30 folhas	11,08	a4	

DMS: 1,58319868815076 NMS: 0,05. Teste de Tukey, nível de probabilidade (P<0,05).

Na Figura 3 se visualiza o comportamento dos teores médios de MO, Ca e Mg no solo (camada 0-20 cm) em relação a cada tratamento. Tanto os teores de MO como de Ca e Mg, representados por linhas, partem de valores mais altos no tratamento com 200 L de água, fazem uma leve curva para baixo, nos tratamentos irrigados de 50, 100 e 150 L e iniciam uma nova trajetória para o alto à medida que o número de folhas das coberturas mortas aumenta, independentemente dos volumes de água de irrigação utilizados. Essa configuração ajuda a reforçar a possibilidade real de melhoria da fertilidade do solo pela reciclagem de carbono, cálcio e magnésio, via decomposição das folhas de coqueiro na cobertura morta.

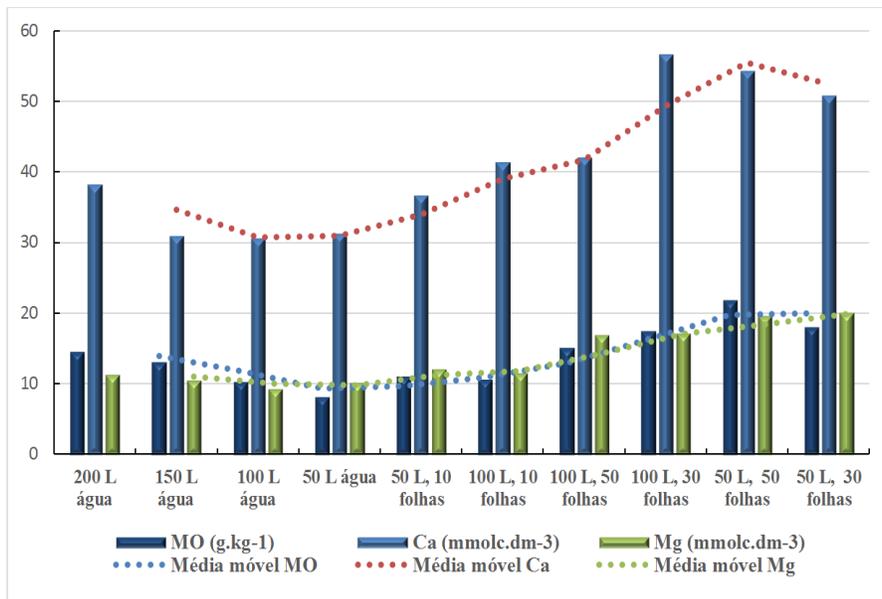


Figura 3. Teores de matéria orgânica, (MO), Cálcio, (Ca) e Magnésio, (Mg) no solo (0-20 cm) por tratamento. Média das análises realizadas em 2017 e 2021.

Na Tabela 6 estão discriminados os macronutrientes analisados na folha 14 com seus respectivos níveis críticos. Verifica-se que os teores de todos os nutrientes estão abaixo ou muito próximo do nível crítico o que justifica a ausência de sintomas de deficiência nutricional nas plantas durante a condução do experimento. A exceção fica por conta do potássio cujos valores estão bem abaixo do nível crítico. Sobral et al. (2009), chamam a atenção

para o fato de que o potássio removido do solo é exportado continuamente e em grande quantidade pelos frutos do coqueiro. Ouvrier (1984), citado por Sobral e Barros (2018), relata que em comparação com outros nutrientes a quantidade de K removida pela casca do coco, coque e albúmen chega a ser superior à de N, P, Ca e Mg em percentuais ao redor 40,86, 91,38, 95,48 e 93,52, respectivamente. Essa grande demanda de potássio pelo coqueiro, junto com a alta taxa de exportação contínua do nutriente pelos frutos, gera a aparente contradição: “baixos teores de K nas folhas coexistem com elevados teores de K no solo”.

Tabela 6. Teores de macronutrientes na folha 14 com os respectivos níveis críticos. Média dos resultados dos anos 2017 e 2021.

Níveis críticos (folha 14)	22	1,4	15	3,5	3,3	1,3	1,5
	g/kg						
Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	Na	S
Irrigação com 200 L de água	20,348	1,487	7,703	4,824	3,651	2,277	1,313
Irrigação com 150 L de água	20,209	1,364	7,860	4,642	3,370	1,959	1,148
Irrigação com 100 L de água	20,754	1,412	9,505	4,502	3,310	2,174	1,231
Irrigação com 50 L de água	20,648	1,451	9,162	4,612	3,240	2,123	1,383
100 L + CM com 50 folhas	20,415	1,486	8,095	4,501	3,661	2,466	1,368
100 L + CM com 30 folhas	20,450	1,466	8,267	4,669	3,686	2,412	1,273
50 L + CM com 50 folhas	20,568	1,484	9,155	4,648	3,582	2,348	1,170
50 L + CM com 30 folhas	20,714	1,526	9,173	5,005	3,724	2,245	1,498
100 L + CM com 10 folhas	20,751	1,465	8,768	4,714	3,502	2,445	1,228
50 L + CM com 10 folhas	20,665	1,482	8,988	4,575	3,316	2,127	1,300

Quanto ao nitrogênio, os valores na folha 14 se mantiveram muito próximos do nível crítico sem diferenciação entre tratamentos. A inexistência de diferenças entre os tratamentos com irrigação e os tratamentos com cobertura morta permite a interpretação de que não houve contribuição da cobertura morta nos níveis de N no solo e que os altos teores de N na folhas são provenientes da adubação química nitrogenada aplicada em todos os tratamentos.

Quanto aos micronutrientes analisados se verifica na Figura 4 que os níveis médios na planta se situam abaixo do nível crítico que, de acordo com Sobral e Barros (2018), pode ser causado por excesso de P (Cu e Zn) e K no solo, porém essa carência não foi suficiente para a planta expressar sintoma

de deficiência nem interferir na produção de frutos, cuja média geral ao redor de 205 frutos/planta/ano em nove colheitas, pode ser considerada ideal para a cultura. A análise estatística dos dados não apresentou diferença significativa entre tratamentos nos teores dos micronutrientes na folha 14.

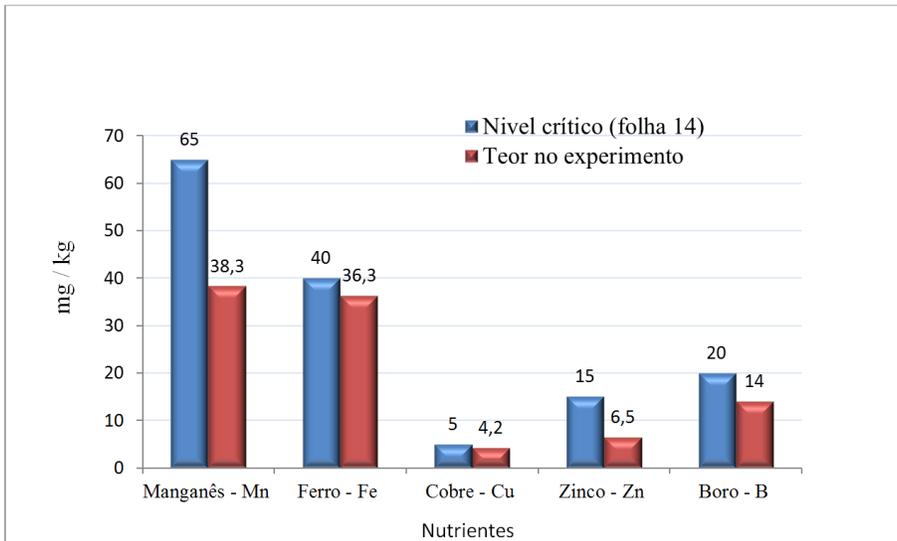


Figura 4. Teores dos micronutrientes analisados em relação aos respectivos níveis críticos na planta.

Conclusões

Os resultados do estudo permitem concluir que a cobertura morta com 30 folhas secas de coqueiro combinada com irrigação de 100 L de água/planta/dia, agrega valor ambiental ao sistema de produção de coqueiro-anão, sem prejuízo à produção de frutos ao contribuir com redução de até 33% no consumo de água de irrigação, comparativamente à irrigação convencional de 150 L de água/planta/dia.

Agradecimentos

Aos proprietários da empresa Coco Verde de Sergipe - H. Dantas, parceiros na pesquisa desde o início dos estudos com cobertura morta em 2013, e durante todo o período do projeto iniciado em 2017.

Agradecimentos especiais a Hildeberto Barbosa dos Santos, responsável técnico pela propriedade, ao funcionário Anderson Lopes Bezerra e ao Agrônomo Rodrigo Sacramento que acompanhou de perto toda essa segunda fase dos estudos coordenando atividades de campo e nos apoiando sempre que foi preciso. A todos, nosso muito obrigado.

Referências

AGÊNCIA EUROPEIA DE AMBIENTE. **O solo e as alterações climáticas**. 2015. <https://www.eea.europa.eu/pt/sinais-da-aea/sinais-2015/artigos>.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil; Usos da água**. Brasília, DF, 2021. Disponível em: <https://relatorio-conjuntura-ana-2021.webflow.io/capitulos/usos-da-agua>.

ARAGÃO, W. M.; ISBERNER, IV.; CRUZ, E. M. de O. **Água-de-coco**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2001. 32 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos, 24).

AZEVEDO, P. V.; SOUSA, I. F. de; SILVA, B. B. da; SILVA, de P. R. da. Water-use efficiency of dwarf-green coconut (*Cocos nucifera* L.) orchard in Northeast Brazil. **Agricultural Water Management**, n. 84, p. 259-264, 2006.

BENASSI, A. C.; FANTON, C. J.; SANTANA, E. N. de. **O cultivo do coqueiro-anão-verde: tecnologias de produção**. Vitória: Incaper, 2013. 120 p. (Incaper. Documentos, 227).

BONA, F. D. de; BAYER, C.; BERGAMASCHI, H.; DIECKOW, J. Carbono orgânico no solo em sistemas irrigados por aspersão sob plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, n. 30, p. 911-919, 2006.

BRAINER, M. S. de C. P. Coco: produção e mercado. **Caderno Setorial ETENE**, a. 6, n. 206, dez. 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Diretrizes para o desenvolvimento sustentável da agropecuária brasileira**. Brasília, DF, 2020. 16 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano setorial para adaptação à mudança do clima e baixa emissão de carbono na agropecuária, com vistas ao desenvolvimento sustentável**. Brasília, DF, 2021. 122 p.

CAMBOIM NETO, L. de F. **Coqueiro anão verde: influência de diferentes lâminas de irrigação e de porcentagens de área molhada no desenvolvimento, na produção e nos parâmetros físico-químicos do fruto**. Viçosa, MG: UFV, 2002. 121 p.

CINTRA, F. L. D.; LEAL, M. de L. da S.; PASSOS, E. E. M. Distribuição do sistema radicular de coqueiros-anões. **Oléagineux**, v. 47, n. 5, p. 225-234, 1992.

FAO. **The State of Food and Agriculture 2020: overcoming water challenges in agriculture**. Rome, 2020. 210 p. DOI: <https://www.fao.org/documents/card/en/c/cb1447en>.

FILIZOLA, H. F.; LUIZ, A. J. B.; MAIA, A. de H. N.; HERNANI, L. C. Atributos físico-hídricos e estoque de carbono de solos de áreas sob irrigação em Itaí, SP. **REA - Revista de estudos ambientais**, v. 23, n. 2, p. 6-22, 2021.

FONTENELE, R. E. S. Cultura do coco no Brasil: caracterização do mercado atual e perspectivas futuras. In: CONGRESSO DA SOBER, 43., 2005, Ribeirão Preto. **Instituições, eficiência, gestão e contratos no sistema agroindustrial**: anais. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 2005. 20 p.

GERBAUD, P. Marché mondial de la noix de coco: un potentiel qui se heurte à la coque. **Les Dossiers de Fruitrop**, n. 193, p. 32-40, 2011.

INDIAN COUNCIL OF AGRICULTURAL RESEARCH. **Expert System for Coconut**. New Delhi: Tamil Nadu Agricultural University. Disponível em: http://www.agritech.tnau.ac.in/expert_system/coconut/coconut/coconut_irrigation_management.html Acesso em: 5 dez. 2022.

LEVIN, K.; BOEHM, S.; CARTER, R. Impacto das mudanças climáticas: 6 descobertas do relatório do IPCC de 2022 sobre adaptação. **WRI Brasil**, mar. 2022. Disponível em: https://www.wribrasil.org.br/noticias/impacto-das-mudancas-climaticas-6-descobertas-do-relatorio-do-ipcc-de-2022-sobre-adaptacao?gclid=CjwKCAiAheacBhB8EiwAltVO2xzF42tDGISrvAdNuFzFCnPyXdQUs8DVOccU5miCuQy_ZPRiIUedRoC9I8QAvD_BwE. Acesso em: 5 dez. 2022

MIRANDA, F. R. de; ROCHA, A. B. S.; GUIMARÃES, V. B.; SILVA, E. S. da; LIMA, G. de C. M.; SANTOS, M. M. S. Eficiência do uso da água na irrigação do coqueiro anão. **Irriga**, v. 24, n. 1, p. 109-124, 2019.

NOGUEIRA, L. C.; MIRANDA, F. R.; AMORIM, J. R. A. de; RESENDE, R. S.; SOUZA, V. F. de. Irrigação. In: FERREIRA, J. M. S.; WARWICK, D. R. N.; SIQUEIRA, L. A. **A cultura do coqueiro no Brasil**. 3. ed. rev. apl. Brasília, DF: Embrapa; Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2018. p. 315-344.

Ó, L. M. G. do. **Fisiologia e produção de plantas de coqueiro anão sob diferentes níveis de irrigação**. 67 f. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

OHLER, J. G. The coconut palm. In: OHLER, J. G. (ed.). **Modern coconut management: palm cultivation and products**. Leiden: Intermediate Technology Publication, 1999. p. 11-34.

OUVRIER, M. Exportation par la recolte du cocotier PB-121 en fonction de la fumure potassique et magnésienne. **Oléagineux**, v. 39, n. 5, p. 263-271, 1984.

PASSOS, E. E. M.; CASTRO, C. P.; FONTES, H. R.; CARDOSO, B. F. Ecofisiologia. In: FERREIRA, J. M. S.; WARWICK, D. R. N.; SIQUEIRA, L. A. **A cultura do coqueiro no Brasil**. 3. ed. rev. apl. Brasília, DF: Embrapa; Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2018. p. 91-100.

PIRES, A. M. M.; MATTIAZZO, M. A. **Avaliação da viabilidade do uso de resíduos na agricultura**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2008. 9 p. (Embrapa Meio Ambiente. Circular Técnica, 19).

SANTOS, I. S.; AZEVEDO, C. A. V.; GUERRA, H. O. C.; SOARES, F. A. L.; LIMA, V. L. A.; DANTAS NETO, J. Economia de água na irrigação do coqueiro em função de áreas de maior concentração do sistema radicular e cobertura do solo. **Ambi-Água**, v. 3, n. 3, p. 105-113, 2008.

SAPKOTA, A.; HAGHVERDI, A.; AVILA, C. C. E.; YING, S. C. Irrigation and greenhouse gas emissions: a review of field-based studies. **Soil Systems**, v. 4, n. 2, Jun. 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/soilsystems4020020>.

SILVA, F. C. da. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627 p.

SIQUEIRA, O. J. W. de. Diagnóstico da fertilidade dos solos do estado de Sergipe. In: SOBRAL, L. F.; VIEGAS, P. R. A.; SIQUEIRA, O. J. W. de; ANJOS, J. L. dos; BARRETO, M. C. de V.; GOMES, J. B. V. **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes no estado de Sergipe**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007. p. 49-79.

SOBRAL, L. F.; BARROS, I. de. Nutrição e adubação. In: FERREIRA, J. M. S.; WARWICK, D. R. N.; SIQUEIRA, L. A. **A cultura do coqueiro no Brasil**. 3. ed. rev. apl. Brasília, DF: Embrapa; Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2018. p. 301-314.

SOBRAL, L. F.; FREITAS, J. de A. D. de; HOLANDA, J. S. de; FONTES, H. R.; CUENCA, M. A. G.; RESENDE, R. S. Coqueiro-Anão Verde. In: CRISÓSTOMO, L. A.; NAUMOV, (org.). **Adubando para alta produtividade e qualidade: fruteiras tropicais do Brasil**. Horgen: IIP; Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2009. p. 89-103. (IIP. Boletim, 18).



Tabuleiros Costeiros