

## FENOLOGIA DO COQUEIRO IRRIGADO EM FUNÇÃO DE DIFERENTES TAXAS EVAPOTRANSPIRATIVAS

MARIA DO BOM CONSELHO LACERDA MEDEIROS<sup>1</sup>; LOURENÇO EMÍDIO CARRÉRA VALENTE<sup>2</sup>; FLÁVIO HENRIQUE SANTOS RODRIGUES<sup>1</sup>; WILLIAM LEE CARRERA DE AVIZ<sup>1</sup>; PAULO MANOEL PONTES LINS<sup>3</sup> E JOAQUIM ALVES DE LIMA JÚNIOR<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Discente do curso de pós-graduação em agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Avenida Presidente Tancredo Neves, 2501, Terra Firme, 66.077-830, Belém, Pará, Brasil. E-mail: [melmedeirosagro@gmail.com](mailto:melmedeirosagro@gmail.com), [flaviohsrodrigues2@gmail.com](mailto:flaviohsrodrigues2@gmail.com), [william.aviz@gmail.com](mailto:william.aviz@gmail.com).

<sup>2</sup>Discente do curso de agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Av. Barão de Capanema, 5514, Caixa d'água, 68700-005, Capanema, Pará, Brasil. E-mail: [lourencovalente.agro@gmail.com](mailto:lourencovalente.agro@gmail.com)

<sup>3</sup>Superintendente agrícola Sococo S.A., Sococo Fazenda Reunidas, Estrada Colônia Ferreira Pena Km 04, S/N, Distrito Americano, 68790-000, Santa Isabel, Pará, Brasil. E-mail: [paulom@sococo.com.br](mailto:paulom@sococo.com.br)

<sup>4</sup>Professor titular do curso de agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Av. Barão de Capanema, 5514, Caixa d'água, 68700-005, Capanema, Pará, Brasil. E-mail: [joaquim.junior@ufra.edu.br](mailto:joaquim.junior@ufra.edu.br)

### 1 RESUMO

O coqueiro (*Cocus nucifera* L.), popularmente conhecido como 'coqueiro anão verde', é uma monocotiledônea da família Arecaceae que possui grande importância econômica. A fertirrigação, técnica na qual os fertilizantes são aplicados via água de irrigação, o que favorece uma maior absorção dos nutrientes, conjuntamente com a irrigação, são técnicas eficientes para o pleno desenvolvimento das culturas. O objetivo do estudo foi avaliar a fenologia do *Cocus nucifera* L sobre diferentes taxas da evapotranspiração ( $ET_0$ ). O experimento foi realizado na Fazenda Reunidas Sococo na cidade de Santa Isabel do Pará, PA. Foi adotado o delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial 3 x 9 (três taxas de  $ET_0$ , calculadas pelo método de Penman-Monteith, com nove períodos de análise) e três blocos. A irrigação foi realizada por microaspersão com turno de rega fixo. Foram selecionadas três plantas da parcela útil, nas quais foram avaliadas as seguintes características: comprimento do estipe, circunferência do coleto e número de folhas vivas e de folhas mortas. As características fenológicas avaliadas foram diretamente influenciadas pelas taxas evaporativas e condições climáticas, se destacando positivamente o tratamento com reposição de 100% da  $ET_0$ , confirmando que em situações de estresse, o coqueiro não apresenta um desenvolvimento vegetativo adequado.

**Palavras-chave:** condições climáticas, fertirrigação, irrigação.

MEDEIROS, M.B.C.L.; VALENTE, L.E.C.; RODRIGUES, F.H.S.; DE AVIZ, W.L.C.;  
LINS, P.M.P.; LIMA JÚNIOR, J.A.;  
PHENOLOGY OF IRRIGATED COCONUT PALM AS A FUNCTION OF  
DIFFERENT EVAPOTRANSPIRATION RATES.

## 2 ABSTRACT

The coconut palm (*Cocos nucifera* L.), popularly known as the 'green dwarf coconut', is a monocot of the Arecaceae family with great economic importance. Fertigation, a technique in which fertilizers are applied via irrigation water, which favors a greater absorption of nutrients, with irrigation, an efficient technique for the full development of crops. This study aimed to evaluate the phenology of *Cocos nucifera* L under different evapotranspiration ( $ET_0$ ) rates. The experiment was conducted at Reunidas Sococo Farm in the city of Santa Izabel do Pará, PA. The randomized block design was adopted in a 3 x 9 factorial scheme (three  $ET_0$  rates, calculated by the Penman-Monteith method, with nine periods of analysis) and three blocks. The irrigation was performed by micro-sprinkler with a fixed irrigation scheduling. Three plants were selected from the useful plot, in which the following characteristics were evaluated: stipe length, collar circumference, and number of live and dead leaves. The phenological characteristics evaluated were directly influenced by evapotranspiration rates and climatic conditions, with the treatment with the replacement of 100% of the  $ET_0$  standing out positively, confirming that in stress situations, coconut does not present an adequate vegetative development coconut.

**Keywords:** climatic conditions, fertigation, irrigation.

## 3 INTRODUÇÃO

O coqueiro (*Cocos nucifera* L.) possui grande importância no contexto econômico, pois desde o cultivo até o seu consumo, há uma geração expressiva de empregos e elevada rentabilidade em sua produção, por conta disso, o interesse por essa cultura aumentou nos últimos anos em vários estados brasileiros (CUENCA *et al.*, 2018).

A produção brasileira de coco no ano de 2019 atingiu mais de 1,5 milhões de toneladas de frutos colhidos em 186 mil hectares de coqueiro (IBGE, 2020). Entre os principais estados produtores, o estado da Bahia se destaca como o maior produtor, com 22% da produção, seguido pelos estados Ceará (16,2%) e Pará (12,2%) (IBGE, 2019). Destaca-se que o estado do Pará demonstra uma produção de coco em expansão, com aumento da área plantada nos últimos anos, porém, com baixa aplicação de tecnologias e inovações no processo produtivo (FRÓES JUNIOR *et al.*, 2019).

O *Cocos nucifera* L é uma monocotiledônea da família Arecaceae que

apresenta uma alta adaptação em solos com baixa fertilidade natural, como é o caso dos Neossolos Quartzarênicos, o que faz com que essa classe de solo seja dependente de aportes continuados de material orgânico no decorrer do tempo de sua utilização para produção agrícola (LEITE *et al.*, 2017). Essa cultura também apresenta boa adaptação aos solos arenosos principalmente os encontrados em regiões litorâneas (MEDEIROS *et al.*, 2019).

A ecofisiologia do coqueiro é o fator relevante para o desenvolvimento da cultura, pois a temperatura, umidade atmosférica, pluviosidade, radiação solar e o vento interferem na sua produtividade (PASSOS *et al.*, 2018). Essa cultura emite uma inflorescência a cada 20 ou 30 dias durante todo o ano, portanto, um período seco prolongado, com umidade relativa do ar baixa e oscilações de temperatura, pode reduzir o número de inflorescências e, conseqüentemente, o número de frutos por cacho, o que compromete sua produtividade (MIRANDA *et al.*, 2007).

A fenologia se baseia na relação entre fatos visíveis de organismos vegetais

com a ocorrência de eventos externos, como mudanças climáticas e alterações nas condições ambientais, assim, por meio de resultados fenológicos, que são características biológicas mensuráveis, é possível destacar quais condições climáticas e ambientais favorecem ou limitam o desenvolvimento de uma cultura (CASTRO *et al.*, 2009; WOOD *et al.*, 1991).

O estado do Pará apresenta um elevado índice pluviométrico anual, contudo, há uma má distribuição de chuvas ao longo dos meses, o que justifica o uso da irrigação para suprir a demanda hídrica das culturas nesses períodos de déficit hídrico, pois a ausência dessa tecnologia pode gerar perdas significativas de produtividade (ALVARES *et al.*, 2014). A falta de água para a cultura, ou seja, o déficit hídrico pode causar redução no crescimento, queda prematura de folhas, atraso da reprodução, redução e queda do número de flores femininas, entre outros efeitos adversos (MIRANDA *et al.*, 2007).

As elevadas taxas de evapotranspiração ( $ET_0$ ) e a má distribuição das chuvas são os principais responsáveis pelo balanço hídrico negativo, sendo esse, um fator limitante ao desenvolvimento das culturas, nesse contexto, faz-se necessário o uso da irrigação (CAVALCANTE *et al.*, 2010). É importante ressaltar que a reposição da evapotranspiração da cultura com irrigação, técnica na qual as plantas recebem lâminas de água para atender suas necessidades hídricas, é uma estratégia adotada por produtores rurais em áreas com ou sem limitação hídrica (SILVA, 2020).

Diante do exposto e à ausência de pesquisas que associem a evapotranspiração com a produção do coqueiro na região Norte do Brasil, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da irrigação em atendimento a diferentes taxas evapotranspirativas na fenologia do coqueiro.

#### 4 METODOLOGIA

O experimento foi realizado na Fazenda Reunidas Sococo no município de Santa Isabel do Pará, PA. A região apresenta clima Afi (clima tropical úmido), com temperatura média de 26°C segundo a classificação proposta por Köppen e Geiger (1928). O solo da região é classificado como Neossolo Quartzarênico de acordo com a classificação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa (2018). A área experimental é composta por coqueiros da variedade popularmente conhecida como anão verde com quatro anos de idade, que estão dispostos no espaçamento de 7,5 metros (triângulo equilátero) e são irrigados por microaspersão.

Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial 3 x 9, sendo os fatores: irrigação baseada em três taxas evapotranspirativas (S/Irr - sem irrigação; irrigação para reposição de 50% da  $ET_0$  e irrigação para reposição de 100% da  $ET_0$ ) e nove períodos de avaliação no intervalo de setembro de 2020 a maio de 2021, com três blocos. A adubação foi aplicada semanalmente por meio da fertirrigação por bomba de injetora, utilizando os fertilizantes: ureia, fosfato monoamônico (MAP), sulfato de magnésio e cloreto de potássio, seguindo a recomendação de adubação de Lins e Viégas (2008).

Antes da implantação do experimento, no ano de 2014, foi realizada a correção e o preparo do solo por meio da aplicação de calcário e a realização de uma aração e duas gradagens, respectivamente. No início do plantio, foi feito um manejo quinzenal com alternância de fungicidas para o controle de manchas foliares nas plantas, seguido pela realização de tratamentos culturais anuais na cultura como: coroamento químico, capina manual, corte de folhas e amontoa.

As lâminas de irrigações foram aplicadas em turnos de rega fixos a cada dois

dias. Após o registro dos dados coletados por uma estação meteorológica automática instalada na Fazenda Reunidas Sococo, calculou-se a  $ET_0$  do dia anterior conforme a Equação 1, que expressa o método de Penman-Monteith (FAO 56) (ALLEN *et al.*, 1998), determinando-se a lâmina necessária para a reposição parcial ou total da taxa evapotranspirativas da cultura.

$$ET_0 = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \left( \frac{900 U_2}{T + 237} \right) (e_a - e_s)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 U_2)} \quad (01)$$

Em que:

$ET_0$  - evapotranspiração de referência, (mm.d<sup>-1</sup>);  $\Delta$  - gradiente da curva pressão vapor vs temperatura, kPa. °C<sup>-1</sup>;  $R_n$  - radiação solar líquida disponível, MJ m<sup>-2</sup>. d<sup>-1</sup>;  $G$  - fluxo de calor no solo, MJ m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>;  $\gamma$  - constante psicrométrica, kPa °C<sup>-1</sup>;  $U_2$  - velocidade do vento a 2 m.s<sup>-1</sup>;  $e_s$  - pressão de saturação do vapor de água atmosférico, kPa;  $e_a$  - pressão atual do vapor de água atmosférico, kPa; e  $T_a$  - temperatura média diária do ar, °C.

A lâmina líquida (LL) de irrigação foi estimada em função da fração da  $ET_0$ , utilizando a Equação 2.

$$LL = ET_0 * F \quad (02)$$

Em que:

LL - lâmina líquida (mm dia<sup>-1</sup>);  $ET_0$  - evapotranspiração de referência da área experimental (mm dia<sup>-1</sup>); e  $F$  - fração da  $ET_0$  (0,5 para o tratamento com 50% ou 1 para o tratamento com 100%).

A lâmina bruta (LB) foi calculada utilizando a Equação 3.

$$LB = \frac{LL}{Ea * CUD} \quad (03)$$

Em que:

LB - lâmina bruta (mm dia<sup>-1</sup>); LL - lâmina líquida (mm dia<sup>-1</sup>); Ea - eficiência de aplicação (adimensional) e CUD - coeficiente de uniformidade de distribuição de água (adimensional).

O tempo de irrigação (TI) foi calculado utilizando a Equação 4.

$$T = \frac{LB.A}{e * qa} \quad (04)$$

Em que:

T- tempo de funcionamento do sistema de irrigação (h); LB - lâmina Bruta (mm dia<sup>-1</sup>); A - área ocupada (m<sup>2</sup>); e - número de emissores por planta; e qa - vazão média do emissor (m<sup>3</sup>/h).

A eficiência de aplicação (Ea) e o coeficiente de uniformidade de distribuição de água (CUD) foram determinados no início da instalação do sistema, seguindo a metodologia proposta por Calgaro e Braga (2008).

A cada 30 dias, três plantas da parcela útil de cada tratamento foram selecionadas para a realização das observações fenológicas.

Os valores de precipitação pluviométrica (PP), evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ) e temperatura média, mínima e máxima do ar (°C) foram obtidos da estação meteorológica localizada na parcela experimental.

Avaliou - se a circunferência do coleto (CC), expressa em cm, medida em um ponto a 5 cm do solo com o auxílio de uma fita métrica; comprimento do estipe (CE), expresso em cm, medido com o auxílio de uma fita métrica do comprimento do caule da superfície do solo até o ponto de inserção da folha mais velha; número de folhas vivas (NFV), que expressa a contagem de todas as folhas que apresentavam 80% de sua coloração verde; e o número de folhas mortas (NFM), o qual expressa a contagem de todas as folhas que apresentavam 100%

de coloração marrom ou quando todos os folíolos secos.

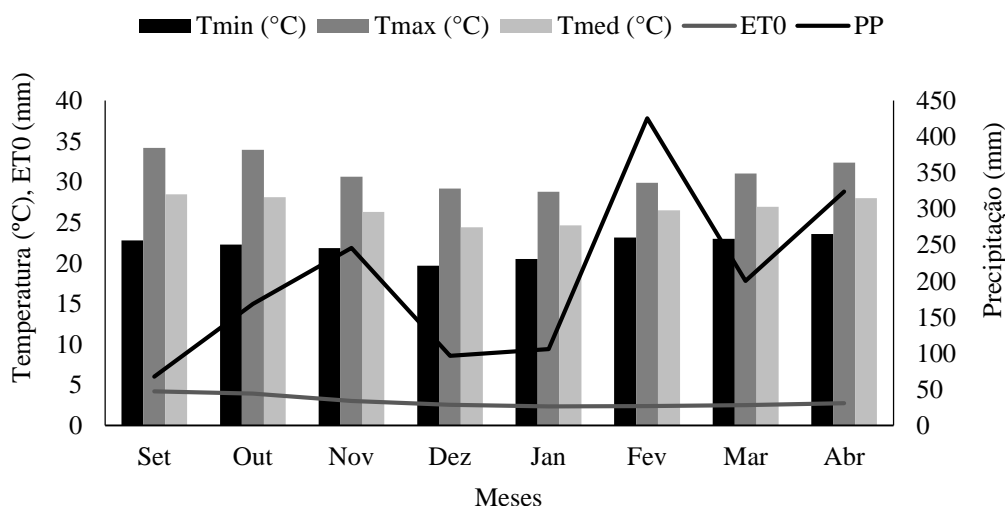
Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste Student-Newman-Keuls (SNK) com  $p < 0,05$  utilizando o software R (R Core Team, 2016).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As condições meteorológicas foram avaliadas diariamente no período de setembro de 2020 a maio de 2021 (Figura 1). Verificou-se que o maior valor de precipitação pluviométrica foi observado nos meses de fevereiro e abril de 2021 com 425,80 e 324,00 mm, respectivamente, enquanto os menores índices foram

observados nos meses de setembro e dezembro de 2020, que apresentaram 67,80 e 96,80 mm, respectivamente. A evapotranspiração de referência se destacou com os maiores índices no mês de setembro de 2020 com 4,23 mm, enquanto o mês de janeiro de 2021 apresentou o menor valor, com 2,35 mm. A temperatura é um dos fatores que influencia diretamente o comportamento dos vegetais, constatou-se para essa variável, maiores valores médios nos meses de setembro e outubro de 2020, ambos com 28,49°C, já os meses de dezembro de 2020 e janeiro de 2021 apresentaram os menores valores médios, ambos com 24,42°C, ou seja, esse foi um período mais frio quando comparando aos demais meses analisados.

**Figura 1.** Valores de precipitação pluviométrica (PP); evapotranspiração de referência (ET<sub>0</sub>); temperaturas média, mínima e máxima (°C) durante a condução do experimento na Fazenda Reunidas Sococo, Santa Izabel do Pará, PA, no período de setembro de 2020 a abril de 2021.



Temperatura (°C); Evapotranspiração de referência (ET<sub>0</sub>) e Precipitação pluviométrica (mm) avaliado durante os meses de setembro de 2020 a abril de 2021.

**Fonte:** Autores (2022).

As elevadas taxas de evapotranspiração e a pouca distribuição das chuvas são os principais fatores responsáveis pelo balanço hídrico negativo em uma determinada região, limitando a exploração

comercial de culturas sensíveis ao estresse hídrico (CAVALCANTE *et al.*, 2010). Nesse contexto, a reposição hídrica com base na evapotranspiração é muito utilizada em áreas sem limitação para a prática da

irrigação, o que permite o atendimento das necessidades hídricas das culturas, permitindo a obtenção do seu máximo rendimento (SILVA, 2020).

Os resultados obtidos neste estudo corroboram com Hoffmann *et al.* (2018) e Raza *et al.* (2019), que também verificaram que o nordeste paraense apresenta aumento da temperatura do ar no período de agosto a novembro.

Cometti *et al.* (2018) destacam que altas temperaturas podem causar a queima de bordas das folhas ou deficiência induzida de Ca e com isso ocorre uma maior restrição à absorção de água pelas raízes das plantas.

A precipitação pluviométrica é a principal entrada de água no solo e seu armazenamento pode variar de acordo com as condições ambientais locais, como radiação solar, velocidade do vento, temperatura do ar e umidade relativa, que além de influenciarem o processo de evaporação, também interferem na dinâmica das trocas gasosas, em especial na condutância estomática e transpiração das plantas (TAIZ; ZEIGER, 2017).

Como exposto anteriormente, as condições ambientais são fatores

importantes para o desenvolvimento do coqueiro. A irrigação com base na  $ET_0$  é uma estratégia que visa a alteração das condições ambientais na área de plantio, sendo uma importante alternativa para a suplementação de entrada de água no solo, além de criar um ambiente favorável a partir da diminuição da temperatura e umidade relativa (AMARAL; SILVA, 2009). Com isso, de acordo com a Figura 1, os efeitos da irrigação com fundamentação na  $ET_0$  influenciaram nas variáveis ambientais observadas, tendo efeitos distintos em cada variável, sendo tais efeitos, cumulativos àqueles ocasionados pelas variações sazonais do clima (setembro de 2020 a maio de 2021 compreende as estações primavera, verão e outono).

A variável número de folhas vivas foi influenciada significativamente pela interação entre os fatores  $ET_0$  e períodos (meses) de avaliação (Tabela 1), enquanto o número de folhas mortas foi influenciado isoladamente pelos fatores  $ET_0$  e períodos avaliados. Já as variáveis circunferência do estipe a 5 cm e comprimento do estipe foram influenciadas significativamente somente pela  $ET_0$ .

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância para as variáveis: número de folhas vivas (NFV), número de folhas mortas (NFM), circunferência do coleto a 5 cm (CC) e comprimento do estipe (CE), mensuradas em nove períodos (meses) entre setembro de 2020 e maio de 2021.

Fonte de variações	GL	NFV	NFM	CE	CC
$ET_0$	2	206,25**	16,07**	8,31**	30,73**
Períodos	8	18,41**	2,69*	2,51*	1,54NS
$ET_0$ * Períodos	16	1,97**	0,79NS	3,27**	1,73NS
Bloco	2	4,89*	0,48NS	17,94*	9,66*
CV (%)		3,92	17,19	5,86	5,07

GL: graus de liberdade;  $ET_0$ : evapotranspiração; CV: coeficiente de variação; \*significativo pelo teste F (p-valor < 5%); \*\* significativo pelo teste F (p-valor < 1%)

Fonte: Autores (2022).

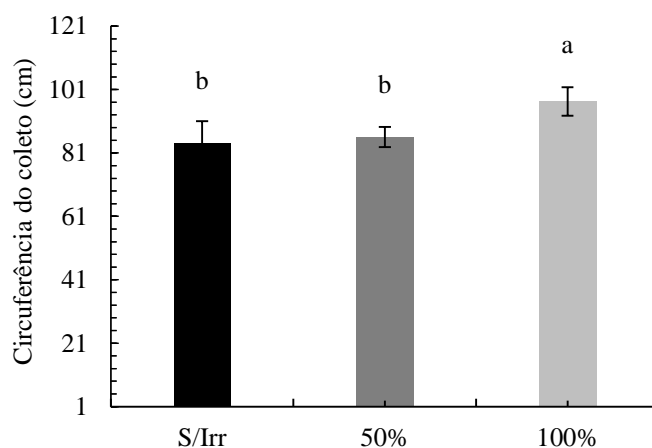
Constata-se que a circunferência do coqueiro (Figura 2) foi influenciada pela irrigação, tendo o tratamento com reposição de 100% da  $ET_0$  se destacado positivamente ao apresentar a melhor média em relação aos

outros tratamentos. Além disso, pode-se relacionar a essa variável, o fato de que durante a condução do experimento, ocorreram períodos de baixa umidade (setembro de 2020) e pouca precipitação

pluviométrica (setembro e dezembro de 2020), dessa forma, houve uma maior perda de água por evapotranspiração, gerando um ambiente capaz de acarretar estresse hídrico à planta, influenciando assim, o seu

desenvolvimento (AMARAL; SILVA, 2008). Tal constatação pode ser verificada nos resultados deste estudo para a circunferência do coqueiro.

**Figura 2.** Circunferência do coleto a 5 cm (CC), expressa em centímetros, avaliada no coqueiro *Cocus nucifera* L durante a condução do experimento na Fazenda Reunidas Sococo, localizada em Santa Izabel do Pará, PA, no período de setembro de 2020 a maio de 2021.



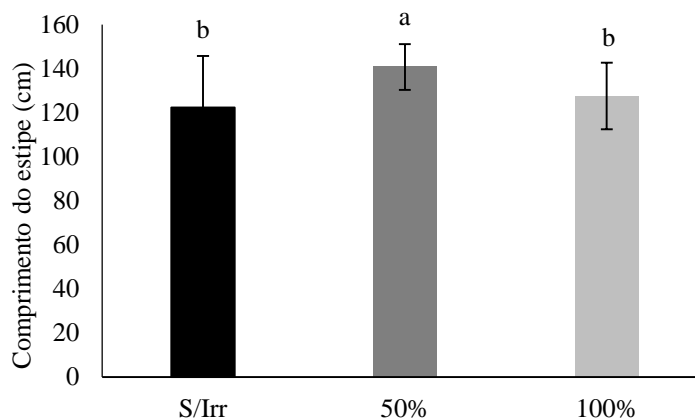
Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste Student-Newman-Keuls ( $p < 0,05$ ). S/Irr: Tratamento sem irrigação; 50%: Tratamento irrigado com lâmina de reposição referente à 50% da evapotranspiração; 100%: Tratamento irrigado com lâmina de reposição referente à 100% da evapotranspiração.

**Fonte:** Autores (2022).

O comprimento do estipe é uma importante variável relacionada à colheita, uma vez que plantas mais baixas facilitam esse processo (BENASSI; SANTANA; FANTON, 2014). Na Figura 3, verifica-se os resultados médios para o comprimento do estipe, o qual foi maior quando o coqueiro *Cocus nucifera* L foi submetido ao tratamento com lâmina de irrigação referente à 50% da  $ET_0$ , contudo, apesar de apresentar maior comprimento do estipe que os demais tratamentos, o percentual de aumento foi

baixo, sendo de 15% em relação ao tratamento sem irrigação e de 10% em relação ao tratamento irrigado com reposição de 100% da  $ET_0$ . Passos *et al.* (2007) afirmam que há a necessidade de se conhecer bem as relações dos fatores climáticos e as suas influências nas partes vegetativas e reprodutivas do coqueiro, para assim, fazer-se melhores interpretações quanto as implicações decorrentes de prováveis estresses.

**Figura 3.** Comprimento do estipe (CE), expresso em centímetros, avaliado no coqueiro *Cocus nucifera* L durante a condução do experimento na Fazenda Reunidas Sococo, localizada em Santa Izabel do Pará, PA, no período de setembro de 2020 a maio de 2021.



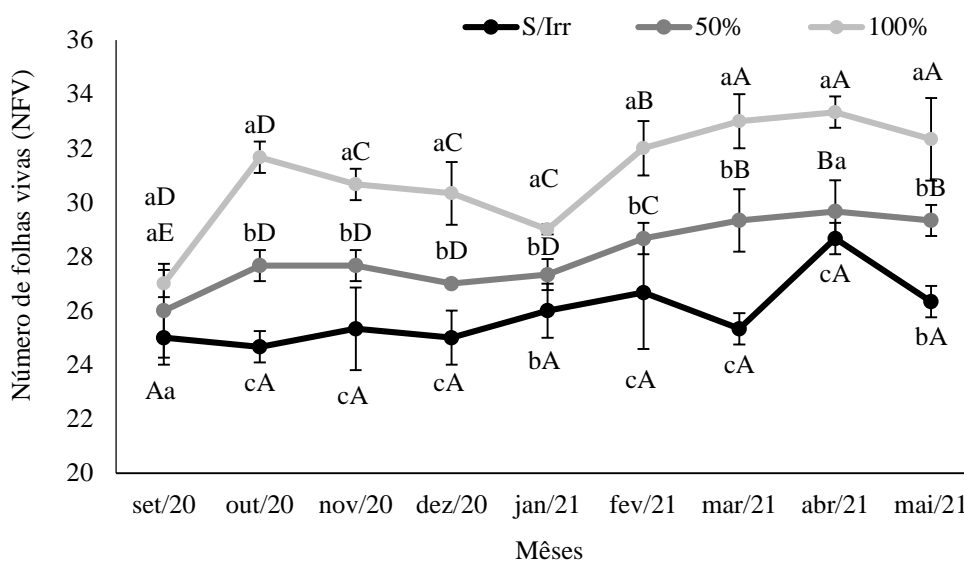
Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste Student-Newman-Keuls ( $p < 0,05$ ). S/Irr: Tratamento sem irrigação; 50%: Tratamento irrigado com lâmina de reposição referente à 50% da evapotranspiração; 100%: Tratamento irrigado com lâmina de reposição referente à 100% da evapotranspiração. **Fonte:** Autores (2022).

Observa-se na Figura 4 que o maior número de folhas vivas ocorreu no tratamento irrigado com reposição de 100% da  $ET_0$ , esse resultado está associado ao constante atendimento da demanda hídrica da cultura durante a pesquisa, concordando com Castro *et al.* (2009), os quais expõem que uma elevada média de folhas está relacionada a boas condições vegetativas da planta, sendo que a partir desse fator fenológico, pode-se distinguir quais condições favorecem a cultura. É importante salientar, que a irrigação é uma atividade que estimula o desenvolvimento das plantas,

nesse contexto, a reposição hídrica realizada neste estudo no período de setembro a dezembro de 2020, no qual ocorreu o menor índice de precipitação pluviométrica, possivelmente corroborou para o maior número de folhas vivas nas plantas do coqueiro *Cocus nucifera* L do tratamento irrigado com reposição de 100% da  $ET_0$  caracterizando a irrigação como um benefício para o melhor desenvolvimento da cultura, já que em paralelo com o elevado número de folhas, está o aumento da taxa fotossintética e da evapotranspiração (BENASSI; SANTANA; FANTON, 2014).



**Figura 4.** Número de folhas vivas (NFV) avaliado no coqueiro *Cocos nucifera* L durante a condução do experimento na Fazenda Reunidas Sococo, localizada em Santa Izabel do Pará, PA, no período de setembro de 2020 a maio de 2021.



Letras maiúsculas (períodos) e letras minúsculas (taxas de evapotranspiração); médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste Student-Newman-Keuls ( $p < 0,05$ ); médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste Student-Newman-Keuls ( $p < 0,05$ ); S/Irr: Tratamento sem irrigação; 50%: Tratamento irrigado com lâmina de reposição referente à 50% da evapotranspiração; 100%: Tratamento irrigado com lâmina de reposição referente à 100% da evapotranspiração.

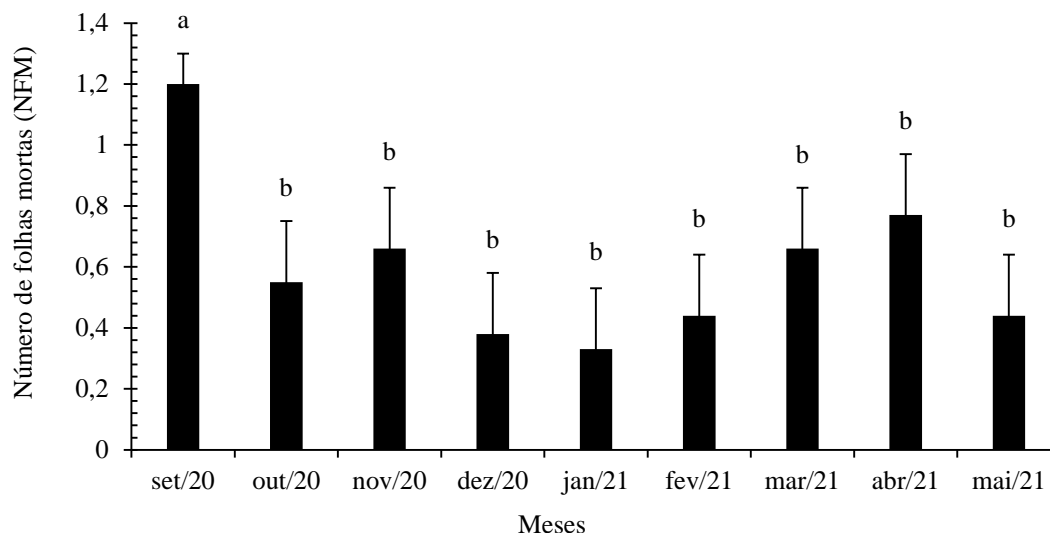
**Fonte:** Autores (2022).

O número de folhas mortas não foi influenciado pelo fator irrigação sendo somente observado o efeito do período de avaliação. Desta maneira, pode-se considerar que os níveis de irrigação aplicados não foram suficientes para minimizar totalmente os efeitos do estresse hídrico nesta cultura no período avaliado. A maior média de folhas mortas foi observada no mês de setembro (Figura 5), resposta resultante de condições climáticas adversas como o baixo índice de precipitação pluviométrica e a elevada temperatura do ar que ocasionaram à cultura períodos de déficit hídrico, acarretando impactos na sua produção e fisiologia (JAZAYERI *et al.*, 2015; VIANA *et al.*, 2019).

A senescência de folhas durante o estresse hídrico é uma estratégia das plantas

que tem como objetivo a diminuição da área foliar, evitando assim, a perda de água pelos estômatos por meio da transpiração. Além disso, esse processo de senescência foliar mobiliza reservas para a manutenção do metabolismo da planta sobre estresse (CUQUEL, 2000). Neste caso, deve-se observar que a água é um importante item para atender a demanda evapotranspirométrica do coqueiro (MIRANDA *et al.*, 2007). Neste estudo, foi possível observar que o aumento da suplementação de água via irrigação diminuiu o número de folhas mortas em relação ao tratamento sem irrigação (Tabela 1), onde o tratamento irrigado com reposição de 100% da  $ET_0$  teve o menor número médio de folhas mortas, com 70% menor que o tratamento não irrigado.

**Figura 5.** Número de folhas mortas (NFM) do coqueiro *Cocus nucifera* L avaliado durante a condução do experimento na Fazenda Reunidas Sococo, localizada em Santa Izabel do Pará, PA, no período de setembro de 2020 a maio de 2021.



Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste Student-Newman-Keuls ( $p < 0,05$ ).

**Fonte:** Autores (2022).

Considerando que todos os tratamentos foram nutridos com a mesma formulação de adubação, percebe-se que os fatores abióticos influenciaram diretamente na ocorrência de folhas mortas. Ademais, diante do atendimento ao requerimento nutricional, outros fatores podem influenciar os caracteres vegetativos do coqueiro, como a idade das plantas e as condições climáticas, que podem levar a um maior número de queda das folhas e ao abortamento dos frutos (CÂMARA *et al.*, 2019). Destaca-se que entre os fertilizantes comumente empregados na adubação do coqueiro *Cocus nucifera* L, o potássio é aquele que desencadeia um papel relevante no desenvolvimento vegetativo da parte aérea dessa cultura (SILVA *et al.*, 2017).

## 6 CONCLUSÃO

Os caracteres fenológicos vegetativos foram diretamente influenciados pela quantidade hídrica disponibilizada via irrigação. O tratamento que se destacou foi o irrigado com reposição de 100% da  $ET_0$ , que apresentou maiores valores médios para as variáveis números de folhas vivas e circunferência do estipe.

Levando-se em consideração que todas as variáveis fenológicas avaliadas sofreram negativamente com a falta de irrigação (tratamento sem irrigação), destaca-se que em situações de estresse hídrico, o coqueiro *Cocus nucifera* L não apresenta desenvolvimento vegetativo adequado. Ademais, o coqueiro assim como a maioria das frutíferas, necessita de um manejo de irrigação específico para os períodos de baixa precipitação pluviométrica, para que assim, a cultura possa atingir um nível de desenvolvimento próximo ao considerado ideal.

## 7 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, à Fundação Amazônia Paraense de Amparo à Pesquisa - FAPESPA por

disponibilizar a bolsa de estudos, à Sococo por todo apoio e suporte dado no desenvolvimento da pesquisa e ao Grupo de estudos em engenharia de água e solo na Amazônia – GEEASA.

## 8 REFERÊNCIAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: Guide for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300p.

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2014.

BENASSI, A. C.; SANTANA, E. N.; FANTON, C. J. **O cultivo do coqueiro-anão-verde: tecnologias de produção**. 2014.

CALGARO, M.; BRAGA, M. B. Determinação da uniformidade de distribuição de água em sistema de irrigação localizada. **Embrapa Semiárido-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2008.

CÂMARA, F. M. M, et al. Fenologia do coqueiro anão verde em região semiárida. **Agropecuária científica no semiárido**, v. 14, n. 4, p. 291-296, 2019.

CASTRO, C. P.; PASSOS, E. E. M.; ARAGÃO, W. M. Fenologia de cultivares de coqueiro-anão nos tabuleiros costeiros de Sergipe. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 1, p. 13-19, 2009.

CAVALCANTE, L.F. et al. **Recuperação de solos afetados por sais**. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (eds.). Manejo da Salinidade na Agricultura: Estudos Básicos e Aplicados. Fortaleza, INCTSal, p.423-448, 2010.

COMETTI, N. N. et al. Soluções nutritivas: composição, formulação, usos e atributos. In: FERNANDES, M. S.; SOUZA, R. R.; SANTOS, L. A. **Nutrição mineral de plantas**, Viçosa – MG: SBCS, 2018.

CUENCA, M. A. G. Aspectos econômicos. In: FERREIRA, J. M. S.; WARWICK, D. R. N.; SIQUEIRA, L. A. **A cultura do coqueiro no Brasil**, Brasília – DF: Embrapa, 2018.

CUQUEL, F. L. **Senescência foliar e deficiência nutricional em plantas transgênicas de Petúnia x híbrida contendo os genes PSAG12-kn1 e PSAG12-ipt**. 2000. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

AMARAL, J. A. B.; SILVA, M. T. Evapotranspiração e coeficiente de cultivo do gergelim por manejo de irrigação. **Embrapa Algodão-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2008.

EMBRAPA, **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. 5ª ed. Brasília, DF: Embrapa, 208, 356 p.

FRÓES JÚNIOR, P. S. M. et al. Sources of Growth and Spatial Concentration of Coconut Crop in the State of Pará, Brazilian Amazon. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 2, 2019.

HOFFMANN, E. L. et al. Variabilidade das chuvas no Sudeste da Amazônia paraense, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 11, n. 4, p. 1251–1263, 2018.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Produção agrícola municipal**. 2017. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/pesquisa\\_resultados.php?id\\_pesquisa=44](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/pesquisa_resultados.php?id_pesquisa=44)>. Acesso em: 28 dezembro 2019.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária, **Produção Agrícola Municipal** 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613>. Acesso em 20 de novembro de 2020.

JAZAYERI, S. M. et al. Efectos fisiológicos del déficit hídrico en dos genotipos de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.). **Agronomia Colombiana**, v. 33, n. 2, p. 164–173, 2015.

LEITE, D. R., et al. **Atributos químicos, físicos e biológicos de um Neossolo Quartzarênico sob sistemas agroflorestais biodiversos**. 2017. 76 f. Dissertação (mestrado)- Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal- Universidade Federal de Goiás, 2017.

LINS, P. M. P.; VIÉGAS, I. J. M. Adubação do coqueiro no Pará. **Embrapa Amazônia Oriental-Documentos (INFOTECA-E)**, 2008.

MEDEIROS, S. W. T., et al. Levantamento da textura do solo e da relação silte/argila em regiões semiáridas do nordeste. **Agropecuária científica no semiárido**, v. 14, n. 4, p. 266-272, 2019.

MIRANDA, F. R. et al. Evapotranspiração e coeficientes de cultivo do coqueiro anão-verde na região litorânea do Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, v.38, n.2, p.129-135, 2007.

PASSOS, C. D.; PASSOS, E. E. M.; ARAGÃO, W. M. **Floração e frutificação de três cultivares de Coqueiro Anão**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007.

PASSOS, E. E. M. Morfologia. In: FERREIRA, J. M. S.; WARWICK, D. R. N.; SIQUEIRA, L. A. In: **A cultura do coqueiro no Brasil**, Brasília – DF: Embrapa, 2018.

RAZA, A. et al. Impact of Climate Change on Crops Adaptation and Strategies to Tackle Its Outcome: A Review. **Plants**, v. 8, n. 2, p. 34-30, 2019.

R Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing [ISBN3-900051-07-0] R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria (2016). Disponível em: <https://www.r-project.org/>

SILVA, A. R. A. et al. Physiological responses of dwarf coconut plants under water deficit in salt-affected soils. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 2, p. 447-457, 2017.

SILVA, J. B. Produção inicial do coqueiro anão verde sob diferentes lâminas e sistemas de irrigação. Dissertação de mestrado, p. 53, 2020.

SILVA, R. A.; CAVALCANTE, L. F.; PAES, R. A.; MADALENA, J. A. S. Crescimento e produção do coqueiro anão verde fertirrigado com nitrogênio e potássio. **Caatinga**, v.22, n.1, p.161-167, 2009.

TAIZ, L. et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Artmed Editora, 2017.

VIANA, J. L. et al. Respostas fisiológicas e produtivas da palma de óleo irrigada em fase inicial de desenvolvimento. **Irriga**, v. 24, n. 2, p. 405–423, 2019.

WOOD, P. J. et al. **Uma árvore por todos os motivos: introdução e avaliação de árvores polivalentes para sistemas agroflorestais**. 1991.