

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SINOP
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL

AVALIAÇÃO DO MANEJO DE IRRIGAÇÃO DA
PALMA DE ÓLEO

JOSEANNE SENA PIRES

SINOP-MT

2021

JOSEANNE SENA PIRES

AVALIAÇÃO DO MANEJO DE IRRIGAÇÃO DA PALMA DE ÓLEO

Orientador: Prof. Dr. Handrey Borges Araujo

Co-orientadora: Dr^a Vanessa Quitete Ribeiro da Silva

Trabalho de Curso apresentado à
Universidade Federal de Mato Grosso -
UFMT - *Campus* Universitário de Sinop,
como parte das exigências para a
obtenção do Título de Engenheira Agrícola
e Ambiental.

SINOP-MT

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

S474a Sena Pires, Joseanne.
Avaliação do Manejo de Irrigação da Palma de Óleo /
Joseanne Sena Pires. -- 2021
38 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientadora: Prof.^o Dr. Handrey Borges Araujo.
Co-orientadora: Dr^a. Vanessa Quitete Ribeiro da Silva.
TCC (graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental) -
Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências
Agrárias e Ambientais, Sinop, 2021.
Inclui bibliografia.

1. Palma de Óleo. 2. Irrigação. 3. Manejo. 4.
Produtividade. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a)
autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SINOP
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
CURSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL
COMISSÃO DE TRABALHO DE CURSO



TERMO DE APROVAÇÃO DE TRABALHO DE CURSO

TÍTULO DO TRABALHO: AVALIAÇÃO DO MANEJO DE IRRIGAÇÃO DA
PALMA DE ÓLEO

ACADÊMICA: Joseanne Sena Pires

ORIENTADOR: Prof^o. Dr. Handrey Borges Araujo

CO-ORIENTADORA: Dr^a. Vanessa Quitete Ribeiro da Silva

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof^o. Dr. Handrey Borges Araujo - Presidente da Banca

Dr^a. Vanessa Quitete Ribeiro da Silva - Membro

Prof^o. Dr. Everton André Pimentel Batelo - Membro



Prof^o. Dr. Handrey Borges Araujo
Presidente da Banca

DATA DA DEFESA: 09 de setembro de 2021.

DEDICATÓRIA

A minha filha, Jeane Sena Oliveira, que foi a grande motivação e incentivo para que concluísse essa caminhada.

A todos da minha família pelo incentivo, amor, paciência e sacrifícios sem medidas para conclusão dessa caminhada.

Aos meus amigos(as) que sempre oraram e me motivaram a seguir em frente.

AGRADECIMENTO

Primeiramente a Deus, pela minha vida, por sempre iluminar o meu caminho nos momentos de angústia, inseguranças e aflições e por sempre me conceder vitórias nesse período de caminhada.

A toda minha família que sempre me apoiou, incentivou em todos os momentos.

A minha mãe, que não mediu esforços para que eu concluísse essa trajetória, desde o início me incentivando, ajudando na criação da minha filha, tentando me acalmar nos momentos de aflição.

À Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT, pela oportunidade de realizar o curso de Engenharia Agrícola e Ambiental.

A todos meus professores que contribuíram para meu aprendizado.

Ao meu orientador Prof. Dr. Handrey Borges Araujo pela orientação, dedicação, ensinamentos, paciência e confiança depositada.

A minha coorientadora Dr^a. Vanessa Quitete Ribeiro da Silva pela oportunidade de estagiar na Embrapa Agrossilvipastoril, pelos ensinamentos, amizade, carinho e confiança depositada.

Aos meus amigos que sempre estiveram ao meu lado em diversos momentos, pelas trocas de experiências e auxílios na realização das atividades e também momentos de descontração.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Vazão (Q), Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD), Pressão (P) em cada fator de disponibilidade hídrica.

Tabela 2: Teste de comparação dos níveis do Fator de Disponibilidade Hídrica dentro das Épocas quanto à produtividade (t/ha).

Tabela 3: Modelos de Regressão para produtividade (y) em função dos níveis do Fator de Disponibilidade Hídrica (x), em cada época.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Produtividade de acordo com o fator de disponibilidade hídrica.

Figura 2: Produtividade da água em kg/mm.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REFERÊNCIAL TEÓRICO	14
2.1. Palma de Óleo.....	14
2.1.1. Produção da Cultura	15
2.1.2. Déficit Hídrico	15
2.1.3. Palma de Óleo x Irrigação.....	16
2.2. Irrigação.....	17
2.2.1. Irrigação Deficitária x Produtividade da Água	18
2.2.2. Irrigação Localizada por Micro Aspersão	20
2.2.3. Manejo de Irrigação.....	21
2.2.4. Balanço de Água no Solo.....	22
3. MATERIAL E MÉTODOS	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	27
5. CONCLUSÕES	32
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33

RESUMO

A Palma de Óleo é uma espécie de origem africana, predominante à região Amazônica devido à necessidade abundante de água para o seu desenvolvimento. Sua produtividade pode ser afetada, em determinada época, devido à falta de água suficiente para a planta, sendo necessário o uso da irrigação para esse período. Esse trabalho objetiva avaliar o manejo de irrigação por micro aspersão da Palma de Óleo e a eficiência de uso da água em cada tratamento testado através da sua produtividade sob diferentes condições hídricas. O experimento foi conduzido em uma área total de 2,94 hectares, com duas cultivares totalizando 384 plantas. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas, com três repetições. A fonte de variação das parcelas foi representada pelos tratamentos com irrigação de 80, 60, 40, 20 e 0% da evapotranspiração de referência (ET_o). Para acompanhar o processo de evapotranspiração, foram coletados diariamente os dados na estação meteorológica e sua estimativa foi realizada pelo método de *Penman-Monteith*. De acordo com a análise estatística, o tratamento com 80% da capacidade de campo apresentou-se melhor percentual em relação a produtividade e a produção de acordo com a época do ano independente da capacidade de campo, ocorreu na colheita do mês de agosto. Dessa forma, podemos concluir que o melhor desempenho foi no tratamento com índice de 80% da sua capacidade de campo e a eficiência de uso da água mostraram resultados significativos relacionados a produtividade da Palma de Óleo.

Palavras chaves: Palma de Óleo, irrigação, manejo, produtividade.

ABSTRACT

The Oil Palm is a species of African origin, predominant in the Amazon region, due to the abundant need for water for its development. Its productivity can be affected, at a certain time, due to the lack of enough water for the plant, being necessary the use of irrigation for this period. This work object to evaluate the management of irrigation by micro-sprinkler of oil palm and the efficiency of water use in each treatment tested through its productivity under different water conditions. The experiment was conducted in a total area of 2.94 hectares, with two cultivars totaling 384 plants. The design used was randomized blocks with split plots, with three replications. The source of variation of the plots was represented by the treatments with irrigation of 80, 60, 40, 20 and 0% of the reference evapotranspiration (ET_o). To monitor the evapotranspiration process, data were collected daily at the meteorological station and estimated using the *Penman-Monteith* method. According to the statistical analysis, the treatment with 80% of field capacity showed the best percentage in relation to productivity and production according to the time of year, regardless of field capacity, occurred in the month of August. Thus, we can conclude that the best performance was in the treatment with an index of 80% of its field capacity and the efficiency of water use showed significant results related to the productivity of the oil palm.

Keywords: Oil palm, irrigation , management, productivity.

1. INTRODUÇÃO

A palma de óleo tem se destacado no mercado de consumo por produzir um óleo de elevado valor econômico, com grande potencial para a produção de biodiesel e é, também, muito utilizado na produção de gêneros alimentícios (CHAGAS *et al.*, 2019). Ainda, segundo Chagas *et al.*, (2019) o óleo de dendê pode ser extraído da polpa, sendo comumente chamado de óleo de palma; ou pode ser extraído da amêndoa, o qual é conhecido como óleo de palmiste. Para Cunha *et al.* (2010), a palma de óleo destaca-se entre as oleaginosas cultivadas, principalmente, pelo seu elevado potencial de produção de óleo, que varia de 4 t ha⁻¹ ano⁻¹ a 6 t ha⁻¹ ano⁻¹.

De acordo com Fedepalma (2010) há mais de 12 milhões de hectares plantados com dendê no mundo e devido à intensa produção mundial de óleos e gorduras vegetais, além do uso do biodiesel na Europa e em alguns países da América do Sul, o consumo do óleo de dendê tende a aumentar substancialmente. No Brasil, a Amazônia tornou-se a área mais importante para o cultivo da palma de óleo, tendo o Estado do Pará situação privilegiada devido as semelhanças climáticas com centro de origem da cultura, típica de regiões tropicais úmidas (MAPA, 2018). Ainda de acordo com as fontes do MAPA (2018) a área cultivada com palma de óleo no Brasil é de cerca de 236 mil hectares, incluindo áreas de agroindústrias, pequenos e médios proprietários, agricultores familiares e integrantes da reforma agrária.

A Palma de Óleo é uma espécie de palmeira de origem africana, predominante à região Amazônica, devido à necessidade abundante de água para o seu desenvolvimento. De acordo com Cazarin Junior *et al.* (2018) a exigência pluviométrica para a cultura é de 2.500 milímetros por ano e umidade relativa do ar superior a 70%, e ainda complementam que a recomendação é de que a cultura não ultrapasse três meses com regime hídrico abaixo de 100 milímetros, para prevenir o estresse hídrico da planta. Para cada 100 mm de déficit anual de água, há uma diminuição de 10% na produção da palma de óleo (CARR, 2011). Sob déficit hídrico, diferentes variáveis de crescimento podem ser afetadas negativamente, tais como a altura da planta, diâmetro do caule, número de folhas, dentre outros (COSME *et al.*, 2014). A produtividade da cultura também será afetada, em determinado período, com a falta de água suficiente para a planta, em razão da evapotranspiração ser maior que a lâmina de água presente no solo.

As condições de solo e clima exigidas para o cultivo da palma de óleo, com exceção da pluviosidade, são encontradas em grande parte na região brasileira de clima tropical de savana (EMBRAPA, 2019). Nessas regiões onde não ocorrem chuvas periodicamente é necessário o uso da irrigação para que a mesma possa obter uma boa produtividade. Porém, de acordo com Camargo (2016) a prática de irrigação sempre foi vista como a “grande vilã”

quando o assunto é o uso racional dos recursos hídricos. Devido à falta de um programa de manejo adequado e maior conhecimento da cultura, essa situação torna-se realidade, gerando aumentos nos custos operacionais e uso inadequado dos recursos hídricos.

Para que a irrigação seja eficiente, é imperativo que os sistemas apresentem alta uniformidade de aplicação da água. Uma vez instalado um projeto de irrigação, é necessário verificar se as condições previstas inicialmente se confirmam em campo (SILVA; SILVA, 2005). Uma irrigação aplicada com eficiência trará diversos benefícios para a cultura, aumentando sua produtividade, não prejudicando os recursos hídricos e para Silva (2017) o manejo da água é uma parcela que contribui significativamente para o sucesso do empreendimento. Muitos sistemas são bem dimensionados e apresentam déficit econômico em função da aplicação inadequada da água.

O manejo adequado da irrigação não pode ser considerado uma etapa independente dentro do processo de produção agrícola, tendo por um lado, o compromisso com a produtividade da cultura explorada e por outro, o uso eficiente da água, promovendo a conservação do meio ambiente (CAMARGO, 2016). Sendo assim, com uma irrigação de qualidade, é possível evitar o desperdício de água e obter uma produtividade de qualidade para a cultura.

Para a Palma de Óleo quando se trata de irrigação, tanto a falta de água pode causar estresse hídrico para a planta, quanto o excesso pode gerar problemas para a cultura. O excesso de água para planta, também conhecido como alagamento de acordo com Bailey-Serres e Colmer (2014), ocasionam diversas alterações morfofisiológicas nas plantas e a magnitude dessas alterações varia de acordo com a espécie e com a intensidade e duração do período de alagamento. Camargo (2016) ainda complementa que, quando se aplica mais água que o necessário o risco de intensificar a lixiviação de nutrientes, causando diretamente queda da produção e conseqüentemente redução da sua receita líquida. Para que isso não ocorra, é necessário aumentar a eficiência de aplicação do sistema de irrigação.

De acordo com Silva e Silva (2005) e Camargo (2016), a irrigação localizada efetuada de forma incorreta pode gerar vários transtornos para o produtor, pois além de causar perdas financeiras para o mesmo, pode prejudicar a planta, o solo e principalmente os recursos hídricos, fazendo então com que a irrigação deixe de ser uma aliada e se torne um grande problema. Para que isso não ocorra, é necessário ampliar o conhecimento do uso da água no processo de irrigação para então reduzir sua retirada de fontes naturais, e também reduzir o processo de lixiviação de produtos prejudiciais ao lençol freático. O conhecimento sobre as necessidades hídricas da cultura, as características topográficas do terreno e a capacidade de retenção de água do solo são outros fatores importantes para uma irrigação de qualidade e que contribui para uma maior preservação ambiental.

Existem regiões em que os recursos hídricos são limitantes, tornando-se uma grande barreira para a irrigação. Em face dos desafios encontrados, esse trabalho objetiva avaliar o manejo de irrigação por micro aspersão da Palma de Óleo adotando técnicas de manejo via balanço de água no solo que possam contribuir para a maximização da produtividade da água e a eficiência de uso da água em cada tratamento testado através da produtividade da Palma de Óleo sob diferentes condições hídricas.

2. REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1. Palma de Óleo

A palma ou palma de óleo (*Elaeis guineenses Jacq*) é originária do continente africano e conhecida no Brasil como “dendê”. Tem como seu principal produto comercial o óleo extraído da polpa e da amêndoa do fruto, denominados de óleo de palma e óleo de palmiste, respectivamente (ANTONINI *et al.*, 2015). Os Óleos produzidos são utilizados para produção de azeite e na fabricação de margarinas, maioneses, sabões e detergentes (MULLER, 1980).

Quanto a genealogia da palma de óleo, de acordo com Corley e Tinker (2003), seu centro de origem está na região da floresta tropical da África Ocidental, em uma região com cerca de 200 a 300 km de largura ao longo da faixa costeira da Libéria até Angola. No Brasil, essa palmeira foi primeiro cultivada na Bahia, no final do século XVI, no período de tráfico de escravos africanos (VENTURIERI *et al.*, 2009). Os autores ainda afirmam que a cultura se adaptou às condições climáticas daquela região, por serem bastante semelhantes às do seu centro de origem no continente africano. Posteriormente, a Amazônia brasileira tornou-se a área mais importante para o cultivo da palma de óleo no Brasil, tendo o Estado do Pará situação privilegiada, devido às semelhanças climáticas com o centro de origem da cultura, típica de regiões tropicais úmidas (MAPA, 2018). A cultura adaptou-se bem ao estado, sendo que no ano de 2014 foi responsável por aproximadamente 80% da produção nacional (IBGE). Outro bioma que a planta se adaptou bem foi a Mata Atlântica, porém, a produção ficou limitada a pequenas propriedades e na maior parte de forma espontânea (EMBRAPA, 2011).

As áreas tradicionais de cultivo da palma de óleo são aquelas que ocorrem em região de clima tropical úmido (BASTOS, 2000). Essa palmeira é cultivada em diversos países na faixa do trópico úmido, como Indonésia, Malásia, Papua Nova Guiné, Filipinas, Camarões, Uganda, Costa do Marfim, Tailândia, Brasil, Colômbia, Equador, Peru, Guatemala, México, Nicarágua, Costa Rica e outros (USDA, 2012). Em comparação às demais oleaginosas cultivadas para fins comerciais, a palma de óleo é a espécie que mais se destaca na produção de óleo, chegando a superar 56 milhões de toneladas anuais de óleo de palma (MONTEIRO, 2013).

Segundo Cazarin *et al.*, (2018) a palma de óleo pode ser considerada uma opção agrícola para a Amazônia, pois conta com tecnologia disponível e comprovada viabilidade técnica, econômica, social e ecológica, além de mercado em larga escala, o que pode tornar realidade o desenvolvimento sustentável com ganhos ambientais indiretos, econômico e expressivo progresso social. Mas de acordo com Antonini *et al.*, (2015) o seu cultivo está limitado a regiões de clima tropical úmido e as avaliações da produtividade de óleo se resumem a estas condições climáticas. No Brasil há extensas áreas com temperaturas

favoráveis ao cultivo, porém, com índices pluviométricos abaixo da exigida pela espécie (CAZARIN *et al.*, 2018).

Quando se refere ao contexto econômico, a cultura da Palma de óleo promove uma intensa discussão e correlação com fatores agrônômicos, ambientais e, sobretudo sociais (CAZARIN *et al.*, 2018). Em termos financeiros, em 2010 o estado do Pará obteve um volume comercializado de R\$ 232,2 milhões. Embora o Estado seja o maior produtor nacional, esse valor ainda não representa impacto positivo na balança comercial brasileira, quando comparado com a soja, por exemplo (MONTEIRO, 2013).

2.1.1. Produção da Cultura

A produção comercial inicia-se cerca de três anos após o plantio, mas a capacidade máxima produtiva das plantas ocorre entre seis e sete anos até 17 ou 18 anos após o plantio, quando as plantas entram em declínio de produção (BARCELOS *et al.*, 1987).

Atualmente, Malásia e Indonésia respondem por aproximadamente 85% da produção mundial de óleo bruto de palma, segundo dados de USDA (2014), e o Brasil é responsável pela produção de apenas 0,539% na escala global, ficando dependente da importação do óleo. Entre os países que mais utilizam o óleo de palma, destaque para a China, que nos últimos anos vem diversificando seu portfólio de biodiesel, seguida pela Índia, Paquistão e pela Europa. Projeções da USDA (2014) mostraram que, somados o óleo de palma e o de palmiste, ambos produzidos da palma, na safra 2014/2015, sua produção poderia chegar a 70 milhões de toneladas, enquanto a produção de óleo de soja é de 46,95 milhões de toneladas.

A demanda mundial por óleo vegetal é crescente, com estimativa de 240 milhões de toneladas em 2050 para consumo alimentar (CORLEY, 2009). Apenas quatro culturas - palma de óleo), soja, canola/colza e girassol - respondem por mais de 85% dos óleos consumidos no mundo.

2.1.2. Déficit Hídrico

Quando se trata do cultivo da palma de óleo, alguns fatores são limitantes para a produção e podem causar efeitos marcantes na cultura. O estresse hídrico, que pode ocorrer pela falta de água suficiente para a planta por práticas inadequadas de irrigação, consequências meteorológicas, entre outros fatores, é um exemplo de fator de alto impacto na produtividade da cultura.

Segundo Bastos *et al.*, (2000) em uma plantação comercial a produtividade depende de condições ambientais, do material genético e da eficiência administrativa e agrônômica.

As condições de solo e clima exigidas para o cultivo da palma de óleo, com exceção da pluviosidade, são encontradas em grande parte na região brasileira de clima tropical de savana. O cultivo da palma de óleo nessa região é possível desde que a deficiência hídrica seja suprida com irrigação suplementar (EMBRAPA, 2019). A condição hídrica da palma de óleo é importante para produtividade da cultura, principalmente em regiões onde não há ocorrência de chuvas durante alguns meses do ano, a exemplo da região norte de Mato Grosso, considerada área subótima por deficiência hídrica (VIANA *et al.*, 2019).

A deficiência hídrica afeta os processos bioquímicos e fisiológicos das plantas, que por sua vez, apresentam como respostas o fechamento estomático, que conseqüentemente reduz a transpiração e o suprimento de dióxido de carbono para o processo fotossintético, a diminuição do crescimento celular e aumento da fotorrespiração (SHINOZAKI; YAMAGUCHI-SHINOZALI, 2007). Apesar de sua elevada demanda hídrica, a Palma de óleo é considerada uma espécie de elevada capacidade de resistência à seca, pois possui um sistema estomático eficiente e consegue reduzir sua área foliar em situações de estresse hídrico (CAZARIN JUNIOR *et al.*, 2018). De acordo com Bastos *et al.*, (2000) as variações das chuvas afetam a emissão foliar, o número e o peso médio dos cachos. Para cada 100 mm de déficit anual de água, há uma diminuição de 10% na produção da palma de óleo (CARR, 2011). O fator água é importante também para o metabolismo celular, responsável pelo preenchimento das células. Além disso, as variações pluviométricas anuais refletem na sexualização das flores e na produção de cachos num intervalo de mais de 28 meses (BASTOS *et al.*, 2000). Kallarackal *et al.* (2004) e Méndez *et al.* (2012) afirmam que o déficit hídrico é o principal fator limitante para a produção de cachos de frutos frescos (PCFF) da palma de óleo e que, para a produção ideal de palmeiras adultas, é necessário de 4 mm a 5 mm de água diariamente, dependendo das condições climáticas do local.

O consumo de água necessário para manter uma cultura sem deficiência hídrica é denominado de evapotranspiração máxima da cultura (ET_m). À medida que o esgotamento da capacidade de água disponível (CAD) atinge um determinado valor denominado umidade crítica (UC), a demanda hídrica da cultura ou a evapotranspiração real (ET_r) torna-se inferior à ET_m, caracterizando, dessa forma, a deficiência hídrica (EMBRAPA, 2019).

Em áreas com a escassez de chuvas e inexistência de sistema de irrigação de modo eficiente para suprir as necessidades hídricas da planta, é comum ocorrer a condição de déficit hídrico da cultura, sendo prejudicial ao seu crescimento e produtividade. (COSME *et al.*; 2014).

2.1.3. Palma de Óleo x Irrigação

A exigência pluviométrica para a cultura da Palma de Óleo é de 2.500 milímetros por ano e umidade relativa do ar superior a 70% e a capacidade de água disponível para a planta (CAD) disponível no perfil do solo, correspondente à profundidade efetiva do sistema radicular da mesma. As plantas diferem entre si quanto a fração máxima da CAD que pode ser utilizada sem provocar prejuízos em quantidade e em qualidade da produção (EMBRAPA, 2019).

Segundo Antonini *et al.* (2013) o cultivo desta planta em condições de clima tropical de savana tem apresentado uma alta produtividade de cachos de frutos frescos quando se utiliza a tecnologia de irrigação. De acordo com Martínez *et al.* (2012), o fator irrigação é determinante para o rendimento devido ao maior número de cachos de fruto fresco (CFF) produzidos e ao aumento do seu peso médio (EMBRAPA, 2019). Para Vega *et al.* (2010), estudando o comportamento de híbridos de palma de óleo, em Quinindé, no Equador, com e sem irrigação, observaram que a adoção da irrigação proporcionou um aumento da PCFF em 26% e que os híbridos diferem significativamente, entre si, quanto à resposta à irrigação.

Segundo Miranda e Gomes (2006), a cultura do coqueiro se adapta a vários sistemas de irrigação, entretanto recomenda-se o sistema de irrigação localizada por micro aspersão, pois apresenta maior eficiência na aplicação da água. A aplicação da água diretamente no solo pelos sistemas localizados torna esses métodos mais eficientes, permitindo ao agricultor alcançar um melhor aproveitamento dos recursos hídricos disponíveis. Como este sistema consiste em molhar apenas uma parte do solo, minimiza as perdas de água (CAZARIN JUNIOR, 2014).

2.2. Irrigação

A irrigação é uma técnica agrícola milenar que tem como objetivo a aplicação artificial de água no solo, com a finalidade de assegurar um abastecimento hídrico adequado para as plantas, que aliada a outras práticas de condução da cultura em condições de campo como fertilização, mecanização e controle fitossanitário, proporcionam maiores produções por área e elevadas rentabilidades aos cultivos (ACOSTA, 2009). No atual quadro de escassez hídrica em que vivemos, está claro que a irrigação se torna essencial para garantir a produtividade e rentabilidade dos produtores rurais, por isso, utilizar algumas técnicas de manejo da irrigação que possibilitam reduzir o uso da água e diminuir os gastos de energia sem afetar a produção da cultura é de fundamental importância para uma safra bem sucedida. (CAMARGO, 2016). Embrapa (2002) complementa que a irrigação permite a suplementação de água nos períodos de estiagem e a utilização contínua da área, permitindo de duas a três safras por ano, dependendo da espécie cultivada e de acordo com Silva (2017) pode-se obter benefícios como: o aumento dos lucros para o produtor, pois a irrigação propicia o aumento da produtividade e melhoria na qualidade dos produtos; incorporação de novas áreas ao sistema

produtivo viabilizando a implantação de lavouras em regiões mais secas, nas quais sem a irrigação os plantios são impraticáveis ou de baixas produtividades.

De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA), cerca de 72% da água consumida no Brasil é destinada à irrigação agrícola. Em ecossistemas das regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste, a irrigação é utilizada principalmente na produção de frutas, flores e hortaliças, nos cinturões verdes, produção de sementes e mudas. Nessas regiões, irriga-se no período seco e na época de chuvas faz-se apenas a irrigação suplementar (EMBRAPA, 2002). Para Silva (2017) o momento da irrigação pode ser efetuado levando-se em consideração os indicadores de solo, clima e planta.

Conforme Embrapa (2002), para se determinar quando e quanto de água aplicar em uma cultura, existem muitas estratégias que podem ser utilizadas, através de estudos e levantamentos de solo, clima e fatores culturais. Camargo (2016) complementa que deve-se conhecer as necessidades de água da cultura e as características do solo quanto à sua capacidade de armazenar água também ser consideradas as características de infiltração de água no solo e a intensidade de aplicação de água dos emissores, compatibilizando-as de forma a evitar o escoamento superficial. O planejamento da irrigação de uma área compreende uma série de etapas importantes: os estudos básicos da área, o plano de exploração agrícola e outras informações no que diz respeito à infraestrutura disponível na área (SOARES; COSTA, 2009). Embrapa (2002) ressalta que o momento de se efetuar as irrigações pode ser estimado através de sintomas visuais de déficit hídrico nas plantas, que às vezes são difíceis de ser detectados e às vezes os são muito tardiamente, para fins de manejo de irrigação, isto é, quando observados, os seus efeitos já comprometeram a produção ou a qualidade do produto.

O desenvolvimento da agricultura irrigada exige procedimentos tecnológicos e econômicos para otimizar o uso da água, para a melhoria de eficiência de aplicação e ganhos de produtividade baseados na resposta da cultura à aplicação de água e outros insumos sem, contudo, comprometer a disponibilidade e qualidade do recurso (PAZ *et al.*, 2000). Aumentar a eficiência do uso da água na irrigação é a única maneira de diminuir a retirada dos recursos hídricos das fontes naturais, além de atenuar a lixiviação de produtos químicos para o lençol freático (CAMARGO, 2016).

2.2.1. Irrigação Deficitária x Produtividade da Água

A irrigação deficitária consiste na aplicação de lâminas inferiores às necessárias para satisfazer às necessidades hídricas da cultura, afetando assim, a evapotranspiração e a produtividade, entretanto, a redução da produtividade deve ser mínima ao ponto de manter o retorno econômico da cultura irrigada (KANG *et al.*, 2000). Geerts e Raes (2009)

complementam que o correto manejo da irrigação deficitária consiste em manter elevadas produtividades, mantendo-se acima do nível de deficiência da evapotranspiração da cultura, sem que causem perdas nas produtividades da cultura. De acordo com Paz *et al.*, (2000) muitas estratégias de otimização do uso da água e busca de melhor rentabilidade da agricultura devem integrar as tecnologias de irrigação com sistemas de alta eficiência e, principalmente, reduzido custo para o produtor.

Para que um sistema de irrigação seja eficiente, lucrativo e vise uma maior produtividade, deve-se adotar um manejo correto, com monitoramento de aplicação de água na quantidade necessária às plantas e no momento ideal (SILVA, 2017). As novas tecnologias de irrigação constituem uma importante estratégia para o uso eficiente da água, pois à medida que o preço de oferta aumenta, produz-se a necessidade de substituição dos sistemas tradicionais de irrigação por outros mais modernos, capazes de proporcionar maior eficiência (PAZ *et al.*, 2000). Para Sampaio (2010), dentre as estratégias utilizadas para otimizar a irrigação, destaca-se a indução de déficits hídricos durante todo o ciclo ou em estádios de desenvolvimento da planta que se mostram menos sensíveis aos efeitos destes, economizando água, com mínimos efeitos sobre a produtividade, constituindo a opção técnica denominada por irrigação deficitária.

A estratégia de irrigação deficitária pode ser uma alternativa para aumentar a produtividade da água, mantendo a viabilidade econômica. Entretanto, esta carece de mais estudos em diferentes situações e para diferentes culturas (MARTIN *et al.*, 2012). Em situações em que existe escassez de água, é possível elaborar-se um programa de irrigação tal que uma parte da parcela seja completamente irrigada, e outra com déficit (PAZ *et al.*, 2000). De acordo ainda com Martin *et al.* (2012), para os agricultores com limitação na quantidade de água para a irrigação, muitas vezes tem que escolher entre opções de destino do uso da água como: reduzir a área irrigada e optar por irrigar totalmente uma cultura ou porção da sua área cultivada; utilizar a irrigação deficitária e irrigar parcialmente seus cultivos, mas com possibilidade de irrigar uma área maior; optar por cultivar culturas com menor exigência hídrica; ou investir em sistemas mais eficientes de irrigação.

Uma vez que as culturas irrigadas demandam grandes consumos de água no processo produtivo, é muito oportuno identificar quais os estádios de desenvolvimento com maior sensibilidade hídrica, com o propósito de visando definir uma estratégia de economia de água com pequeno impacto na produtividade, por exemplo, nas fases em que o fornecimento de água afeta menos a produção, pode-se reduzir a lâmina aplicada, gerando economia sem comprometer a produtividade (MIORINI, 2012). Para determinar a viabilidade econômica da adoção da irrigação deficitária, seria necessário um detalhamento completo do custo de produção (custos fixos e variáveis e dos custos operacionais e energéticos relacionados à irrigação) para cada situação e propriedade rural (MARTIN *et al.*, 2012).

Pequenos aumentos na eficiência produzem incrementos significativos na água disponível para outros fins, principalmente em situações de competição pelo uso da água; quanto maior a eficiência, menores os custos de bombeamento, condução e distribuição da água de irrigação (PAZ *et al.*, 2000). Se o objetivo do agricultor irrigante for a maximização da produtividade, a gestão da irrigação implica que se efetuem irrigações necessárias para suprir totalmente as necessidades hídricas das culturas (MARTIN *et al.*, 2012).

Por tanto para Paz *et al.*, (2000) o conceito de uso eficiente da água inclui qualquer medida que reduza a quantidade que se utiliza por unidade de qualquer atividade, e que favoreça a manutenção e a melhoria da qualidade da água. Para isso, de acordo com Martin *et al.*, (2012), a gestão dos recursos hídricos em nível da exploração agrícola engloba a adoção de práticas de irrigação apropriadas que conduzam a economia de água. Além disso, de acordo com o mesmo autor, a utilização da irrigação deficitária em nível de produtor irrigante deve considerar as questões econômicas relativas à produtividade da água.

2.2.2. Irrigação Localizada por Micro Aspersão

A irrigação localizada é um dos métodos mais utilizados em um sistema de irrigação e de acordo com Araújo (2014) essa nova técnica não deve ser considerada somente para atender as necessidades de água das culturas, mas como parte integrante de um conjunto de técnicas agrícolas nos cultivos de determinadas culturas, sob condições controladas de umidade do solo, adubação, salinidade, obtendo assim efeitos significativos na produção por área e por água consumida, como também época de colheita e na qualidade do produto.

A irrigação por micro aspersão e por gotejamento constitui os principais sistemas de irrigação localizada (BARRETO FILHO *et al.*, 2000). Silva e Silva (2005) ressaltam que como todo sistema apresenta vantagens e desvantagens, os sistemas localizados têm como principal limitação o entupimento de emissores, afetando significativamente a uniformidade de distribuição de água.

A irrigação por micro aspersão é muito comum principalmente quando se trata de irrigação para culturas frutíferas. A grande diversidade de modelos de micro aspersores e de difusores proporciona a obtenção de diferentes padrões de distribuição de água no campo, o que pode trazer alguns problemas tanto para o manejo de água quanto para o desenvolvimento da planta (SOARES; COSTA, 2009). De acordo com Silva e Silva (2005) para determinar a uniformidade de um sistema de irrigação por micro aspersão é necessário distribuir vários “pluviômetros” ou coletores, de forma equidistante, ao redor do emissor a ser testado, deixando o sistema em funcionamento por um período de no mínimo duas horas. O mesmo autor conclui que durante o teste são medidas a pressão e a vazão no bocal do micro

aspersores, a direção e a velocidade do vento e, no final do teste, o volume ou lâmina d'água coletada nos pluviômetros.

Quando se faz uma análise do perfil da lâmina de água precipitada por micro aspersores, pode-se constatar que os maiores valores podem estar localizados na faixa central entre duas fileiras consecutivas de plantas, principalmente quando se utilizam emissores tipo bailarina, que condicionam um elevado índice de superposição de seus raios (SOARES; COSTA, 2009). É importante lembrar que a pressão de serviço dos micros aspersores deve funcionar dentro dos limites de pressão especificados pelos fabricantes, visto que a pressão elevada provoca uma excessiva pulverização do jato, reduzindo o raio de alcance e causando uma excessiva precipitação próxima ao emissor. Pressão muito baixa também resulta em má distribuição da água (SILVA; SILVA, 2005)

Para Soares e Costa (2009) nesse sistema de irrigação, as dimensões do bulbo molhado dependem, quase que exclusivamente, do alcance e da intensidade de aplicação ao longo do raio do micro aspersor e do volume de água aplicado por irrigação, bem como da redistribuição da água no solo. As perdas de água nos sistemas por micro aspersão são, normalmente, maiores do que na irrigação por gotejamento. Isso ocorre devido à maior superfície molhada de solo e porque a água é lançada ao ar (SILVA; SILVA, 2005).

2.2.3. Manejo de Irrigação

O manejo da irrigação constitui uma técnica muito importante do ponto de vista econômico e ambiental numa atividade agrícola (EMBRAPA, 2002). Para Camargo (2016) o conceito de manejo eficiente da irrigação é complexo, e no seu sentido mais amplo relaciona tanto o manejo da água como também do equipamento, com o objetivo de adequar a quantidade de água a ser aplicada e o momento desta aplicação. Com isso, o manejo de água está diretamente relacionado com o sistema de irrigação selecionado, em decorrência das suas características hidráulicas, do coeficiente de uniformidade e da eficiência de aplicação, entre outros (SOARES; COSTA, 2009). No entanto, sem a devida manutenção e manejo da irrigação ele se torna um dos sistemas que mais desperdiça água na agricultura. (CAMARGO, 2016). Através de um manejo adequado da irrigação, pode-se economizar água, energia, aumentar a produtividade da cultura e melhorar a qualidade do produto (EMBRAPA, 2002), pois de acordo com Paz *et al.*, (2000) a expansão da agricultura irrigada se tornará uma questão preocupante, devido ao elevado consumo e às restrições de disponibilidade de água.

Uma das principais causas do insucesso de muitos projetos de irrigação tem sido a falta de um manejo adequado. Geralmente, por desconhecimento ou por falta de assistência técnica ou por ambos os fatores, o produtor ou irrigante nunca dá muita importância a essa prática (EMBRAPA, 2002). A incorporação e conseqüente expansão de áreas irrigadas devem

estar associadas ao aumento dos níveis de produtividade atuais, porém atenção especial deve ser dada às práticas apropriadas de irrigação, sem que estas resultem em danos ao sistema solo-planta (PAZ *et al.*, 2000). Para Araújo (2014) a relação entre o rendimento de uma cultura e o suprimento de água é resultado das relações água-solo-planta-atmosfera. A eficiência do uso da água de irrigação integra vários componentes, considerando-se, entre outros, as perdas que ocorrem nos reservatórios, na condução e na aplicação nas parcelas irrigadas (PAZ *et al.*, 2000).

Para a agricultura irrigada, a expansão da área no mundo torna-se mais difícil devido às restrições de disponibilidade de recursos hídricos, às condições ambientais, às dificuldades econômicas e à degradação dos solos (PAZ *et al.*, 2000).

A Embrapa (2002) afirma que o déficit de água pode reduzir a produção e/ou a qualidade do produto, enquanto o excesso de irrigação, além das perdas de água e energia, pode contribuir para a lixiviação dos nutrientes e agroquímicos para as camadas inferiores do solo ou até mesmo atingindo o lençol freático. Quando se aplica mais água que o necessário o risco de se lixiviar nutrientes que deveriam estar sendo aproveitados pela planta cresce, causando diretamente queda da produção e conseqüentemente redução da sua receita líquida (CAMARGO, 2016). Assim, em algumas situações, uma elevada perda de água por percolação profunda pode condicionar uma elevação significativa do lençol freático, o que pode implicar, também, uma elevada ascensão capilar, caso haja déficit hídrico no solo (SOARES; COSTA, 2009). Contudo, o manejo adequado da água pode conduzir a excelentes resultados na produção de alimentos, porém seu mau uso provoca degeneração do meio físico natural (PAZ *et al.*, 2000), sendo que em regiões áridas e semiáridas, o uso inadequado da irrigação pode levar também à salinização do solo (EMBRAPA, 2002).

O manejo de irrigação é o momento onde se decide quando irrigar as culturas e quanto aplicar de água (SILVA, 2017) e para a Embrapa (2002) pode ser feito através do uso de equipamentos para medição do teor de umidade do solo, estado hídrico da planta, bem como estimativa da evapotranspiração.

O conhecimento de alterações fisiológicas nas plantas, associada às práticas de irrigação são importantes, como forma de se entender as necessidades hídricas mínimas das culturas ao longo do ciclo (ARAÚJO, 2014). O estudo e o monitoramento das condições de solo e clima durante o desenvolvimento da cultura, permitem proporcionar, com alta precisão, a quantidade requerida de água no momento oportuno, a partir de instrumentos de medida e controle instalados no campo e operados por modelos computacionais (PAZ *et al.*, 2000).

2.2.4. Balanço de Água no Solo

O balanço de água no solo é o método no qual se computam as perdas de água pela planta mediante o monitoramento detalhado da umidade do solo na zona de extração radicular. Dessa forma, quando o déficit de água do solo for superior ao déficit permitido, irriga-se para preencher exatamente o déficit de água no solo em relação à capacidade de campo do mesmo (COELHO *et al.*, 2005). A Embrapa complementa que esse método consiste na realização de um controle diário da ETc, precipitação pluviométrica, lâmina de irrigação e ascensão capilar da água, além das perdas de água por percolação profunda e escoamento superficial. O balanço hídrico climatológico pode ser usado para quantificar as entradas e saídas de água do solo e com isso, o nível de armazenamento atual da água contida no mesmo (CARVALHO *et al.*, 2011). De acordo com Jesus (2015) o balanço hídrico é uma das várias formas de monitoramento do armazenamento de água no solo, a partir do qual são determinadas as épocas de deficiência e excedente hídrico, a reposição e a retirada da água do solo e também a classificação climática, assim pode-se identificar períodos cruciais, dentro de um determinado espaço de tempo.

O uso do balanço de água no solo requer, no início das irrigações, que o solo esteja na capacidade de campo. Caso contrário, é necessário conhecer, por meio de avaliações de campo, a umidade real do solo antes da primeira irrigação (EMBRAPA, 2011). Para Andreatta (1990) a disponibilidade de água no solo não se baseia apenas em dados de precipitação pluvial, também é necessário levar em conta as perdas de água no solo para a atmosfera, que se verificam normalmente pela perda de água por evaporação mais transpiração vegetal. Quando ocorrem precipitações, nem sempre toda a água fica disponível no solo para atender à demanda evapotranspirativa da cultura. Deve-se considerar apenas a precipitação efetiva, ou seja, a diferença entre a precipitação total e a perda de água por percolação profunda e escoamento superficial (EMBRAPA, 2011). A precipitação pluviométrica é o principal meio da entrada de água no sistema agrícola, sendo fundamental para o entendimento da dinâmica hídrica do meio e pode ser utilizada como um indicador de épocas mais adequadas para a semeadura (BARRETO *et al.*, 2014).

Para Carvalho *et al.* (2011) além da evapotranspiração de referência, outro parâmetro necessário para o cálculo do balanço hídrico climatológico de uma determinada cultura, é a determinação da evapotranspiração da mesma (ETc). O método de Penman-Monteith é o mais indicado, pois possibilita estimativas horárias de ETc (EMBRAPA, 2011). Além desse caminho, a ETc pode ser determinada pela soma da transpiração das plantas com a evaporação da água do solo (CARVALHO *et al.*, 2011). Uma limitação do método de manejo com base no balanço de água no solo está na precisão da estimativa da ETc, dependente da equação e da fidelidade dos valores do coeficiente de cultura Kc utilizados (EMBRAPA, 2011).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no município de Sinop, Mato Grosso, na área experimental da Embrapa Agrossilvipastoril, coordenadas 11°51'51" S e 55°30'09" W, e altitude média de 380 m, durante o período de outubro de 2019 a junho de 2021. O experimento foi conduzido em uma área total de 2,94 hectares, com duas cultivares de palma de óleo (BRS C2501 e a BRS C2528), implantadas em fevereiro de 2012 no espaçamento em triângulo equilátero com 9,0 m de distância entre plantas (totalizando 384 plantas).

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Aw (clima tropical com estação seca), temperatura e precipitação média anual de 24,7 °C e 1.974 mm ano⁻¹, respectivamente (SOUZA *et al.*, 2013). O solo do local experimental é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico com textura argilosa (SANTOS *et al.*, 2013).

O sistema de irrigação utilizado foi o de irrigação localizada por micro aspersão, onde foi instalado um micro aspersor por planta, a 0,5 m do caule com vazão de 98 L h⁻¹, pressão de 30 m.c.a. e um raio de alcance de 3 m.

O experimento foi realizado no delineamento em blocos casualizados com parcelas subdivididas, com três repetições, sendo que cada bloco possui cinco parcelas e duas cultivares nas sub parcelas. A fonte de variação das parcelas foi representada pelos tratamentos com percentual de 80, 60, 40, 20 e 0% da evapotranspiração de referência (ET_o).

Antes de iniciar o processo de manejo da irrigação, foi realizado testes de uniformidade e pressão dos micros aspersores, sendo possível verificar a quantidade de água emitida por cada micro aspersor em litros/hora.

Foi efetuada a verificação da umidade do solo inicial e o acompanhamento da mesma até que se encontrasse na capacidade de campo. Para isso utilizou-se o método padrão-estufa, aonde foram realizadas algumas coletas de amostras do solo deformadas, a 20 cm de profundidade. Logo após realizada a pesagem, o material foi encaminhado para a estufa por 24 horas. Após a retirada do material da estufa, foi realizada uma nova pesagem e então determinada a umidade do solo através da seguinte equação:

$$U_{bs}\% = \frac{M_1 - M_2}{M_2 - M_3} * 100 \quad (1)$$

Sendo:

U_{bs}% = Umidade de base seca em porcentagem;

M₁ = massa úmida;

M₂ = Massa seca;

M₃ = Massa do recipiente.

O momento de irrigação foi determinado através do balanço de água no solo, e sendo acionado sempre que o fator de disponibilidade hídrica atingisse o percentual mínimo da sua capacidade de campo, com turno de rega variável. A reposição foi realizada pelos percentuais de cada tratamento acumulados durante o turno de rega, e corrigidas pela eficiência do sistema.

Para acompanhar o processo de evapotranspiração, foram coletados diariamente os dados na estação meteorológica localizada aproximadamente 1000 metros da área de cultivo, e a estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o) foi realizada pelo método de *Penman-Monteith*. Logo após a coleta dos dados, as irrigações foram determinadas pela equação:

$$LLI = \%T \cdot ET_o \quad (2)$$

Sendo:

LLi = lâmina líquida de irrigação;

%T = percentual da ET_o de cada tratamento;

ET_o = evapotranspiração de referência.

Para acompanhar a produtividade da cultura, efetuou-se a colheita de cachos de frutos frescos no período de maio de 2020 à abril de 2021 e logo em seguida foi realizada a pesagem dos mesmos. Foi escolhido por sorteio, uma planta por cultivar em cada repetição dos tratamentos, totalizando uma amostragem de 6 plantas por tratamento e 30 plantas em todo experimento.

Durante o período do experimento foi realizado o controle de plantas daninhas, através da aplicação de herbicidas, poda das folhas, com intuito de facilitar a colheita dos cachos e a realização eficiente do manejo da cultura e a aplicação de adubo e fertilizantes para um melhor desenvolvimento da planta.

A produtividade da água seguiu a análise proposta por (Pereira *et al.*, 2009). A produtividade da água (WP) foi definida como a razão entre a produção atingida pela cultura, (massa seca e massa verde) e a quantidade de água utilizada, como segue:

$$WP = Y_a / TWU \quad (3)$$

Em que:

Y_a = a produção de cachos atingida pela cultura, em Kg;

TWU = total de água utilizado para atingir Y_a, incluindo a precipitação efetiva, em mm.

Quando foi apenas considerado o uso da água da irrigação, temos a produtividade da água da irrigação WP irri. A produtividade da água considerando apenas a irrigação foi calculada pela seguinte expressão:

$$WP \text{ Irri} = Y_a / IWU \quad (4)$$

Em que:

Y_a = a produção atingida pela cultura;

IWU = a água total utilizada pela irrigação.

Para Martin *et al.* (2012), aumentar a produtividade da água (WP) pode ser a melhor forma de alcançar o uso eficiente da água e ainda de acordo com o mesmo autor, em relação à irrigação, é preferível avaliar a WP em relação ao total de água utilizada pela cultura ou total de água utilizada pela irrigação.

Após a obtenção dos dados, foi realizada uma análise estatística considerando-se o delineamento em blocos casualizados (3 repetições), no esquema de parcela subdividida no tempo (4 épocas de avaliação), com fatorial na parcela (sendo 5 níveis para a capacidade de campo e 2 cultivares). Verificou-se os pressupostos da homoscedasticidade e normalidade para que os dados fossem submetidos à análise de variância, teste de comparação de múltiplas médias e análise de regressão. O software utilizado para análise foi o SISVAR versão 5.6.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Através do teste de uniformidade foram obtidos os resultados de vazão, pressão e do Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD) apresentados a seguir:

Na Tabela 01, apresenta os dados de vazão média coletada em cada tratamento de acordo com o fator de disponibilidade hídrica, considerando-se suas repetições, juntamente com o Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD) e a pressão média coletada no final de cada linha do tratamento, ressaltando que a pressão inicial é de 30 m.c.a.

Tabela 1. Vazão (Q), Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD), Pressão (P) em cada fator de disponibilidade hídrica.

Fator de disponibilidade hídrica	20%	40%	60%	80%
Q (L h ⁻¹)	85,58667	102,7933	104,5933	97,26667
CUD%	94,89	95,15	93,96	91,03
P (m.c.a.)	28,8	28,7	28,7	28,0

Foi possível observar que houve uma variação de vazão de acordo com os tratamentos, sendo que os tratamentos 2 e 3 apresentaram um maior valor, fazendo com que o tempo de irrigação entre eles sofresse variações. Ao se tratar dos valores do CUD obtiveram bons resultados com um percentual acima de 90, sendo que de acordo com as instruções técnicas da Embrapa (2008) o valor mínimo recomendável para sistemas de irrigação localizada é de 85% de eficiência. Para Silva e Silva (2005) a desuniformidade de micro aspersores é atribuída principalmente à falta de manutenção, sistemas mal dimensionados, ou que estão em uso há determinado tempo. Assim, enquanto uma fração de área é irrigada em excesso, em outra ocorre o déficit de água, não atendendo as necessidades hídricas das plantas.

Os valores de pressão coletado sofreram pequenas variações entre o início e final de cada linha dos tratamentos, com uma variação média de 5%. De acordo com as instruções técnicas da Embrapa (2008) é indicado que a pressão entre o início e o final da linha lateral não deve variar acima de 20%, que como consequência ocasionará uma variação de vazão entre o primeiro emissor e o último, de até 10%. Quando se ultrapassam esses limites, a uniformidade de aplicação da água no sistema de irrigação fica abaixo do nível recomendado.

Pelo resultado da Anova, verificou-se efeito significativo para os fatores principais (Capacidade de Campo e Épocas), bem como a interação entre eles. Os demais efeitos não foram significativos ($p > 0,05$). Abaixo são apresentados os resultados do desdobramento da interação Época x Capacidade de Campo. Na tabela 2 é apresentada a comparação das épocas em cada nível de capacidade de campo.

Tabela 2: Teste de comparação dos níveis do Fator de Disponibilidade Hídrica dentro das Épocas quanto à produtividade (t/ha).

Épocas	Fator de Disponibilidade Hídrica				
	100	80	60	40	20
Mai/20	0,6741 a	0,7937 a	0,9520 a	0,8990 b	1,3332 b
Ago/20	0,6532 a	0,8402 a	0,8741 a	1,3156 a	1,9868 a
Dez/20	0,4779 b	0,5670 b	0,5708 b	0,7475 b	1,0127 c
Abr/21	0,3474 b	0,3911 b	0,5047 b	0,4048 c	0,6588 d

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott ($\alpha=5\%$).

Na tabela 2, pode-se observar através da análise estatística, que em todos os fatores de disponibilidade hídrica ocorreram diferenças na produção de acordo com a época do ano em que foram realizadas as colheitas. Nota-se que o tratamento com 20% do fator de disponibilidade hídrica apresentou-se melhor percentual em relação a produtividade em tha^{-1} comparando-o aos demais tratamentos, independente da época do ano.

Logo na sequência a tabela 3 apresenta os modelos de regressão da produtividade em função dos níveis de capacidade de campo, em cada uma das quatro épocas.

Tabela 3: Modelos de Regressão para produtividade (y) em função dos níveis do Fator de Disponibilidade Hídrica (x), em cada época.

Época	Modelo de Regressão	Coefficiente de Determinação (R^2)
Mai/20	**y = 0,645710 + 0,007118x	81,68%
Ago/20	**y = 0,505540 + 0,015712 x	86,23%
Dez/20	**y = 0,425193 + 0,006251x	86,50%
Abr/21	*y = 0,334050 + 0,003183	65,37%

** Significativo a 1%; * Significativo a 5%.

A tabela 3 mostra que os modelos de Regressão para produtividade (y) em função dos níveis de Disponibilidade hídrica (x), em cada época apresenta resultados significativos a 1% para as épocas de maio, agosto e dezembro com coeficientes de variação acima de 80% e mostra também uma significância de 5% para a época de abril com um coeficiente de variação de aproximadamente 65%, sendo então possível concluir que, quanto maior é o percentual de capacidade de campo, maior a produtividade da Palma de Óleo.

Na figura 1 podemos observar melhor os resultados obtidos em campo, relacionando a produtividade de acordo com a disponibilidade hídrica.

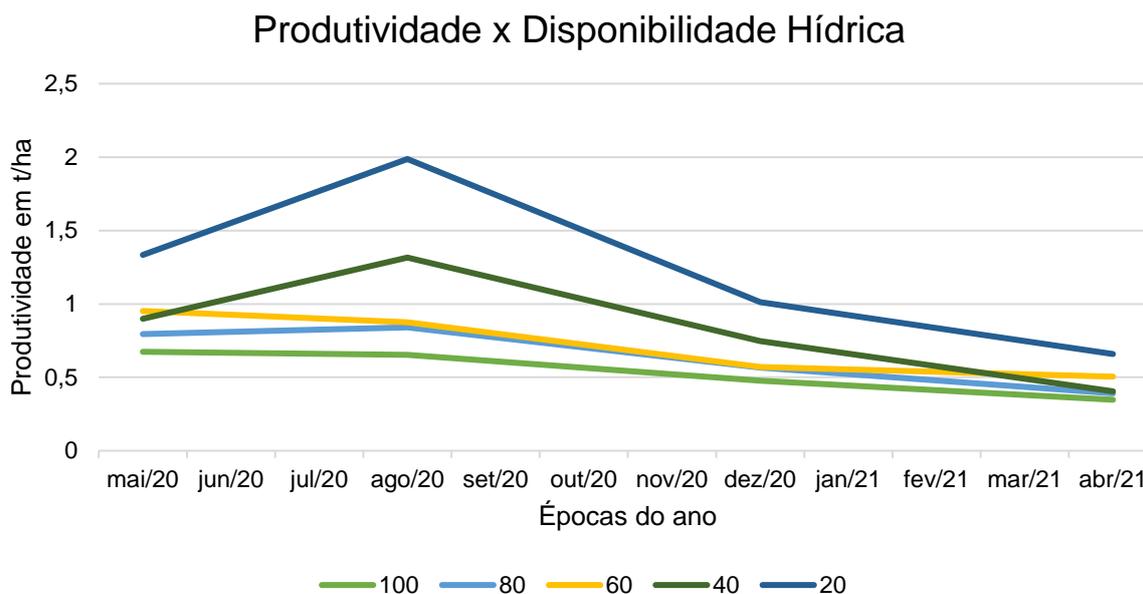


Figura 1: Produtividade de acordo com o fator de disponibilidade hídrica.

Ao analisar os resultados obtidos de acordo com a época do ano, observamos que a melhor produtividade, independente da disponibilidade hídrica, ocorreram na colheita do mês de agosto. Vale ressaltar que de acordo com os dados coletados na estação meteorológica da Embrapa Agrossilvipastoril que o período de abril a outubro de 2020 foi de seca, ou seja, não ocorreram precipitações. O que justifica o resultado obtido de acordo com Cunha *et al.*, (2007) que após a fecundação da inflorescência feminina os frutos começam a se desenvolver formando o cacho de palma de óleo e a maturação do cacho ocorre por volta de 5 a 6 meses após a fecundação. Para Borges (2015) em condições ambientais de déficit hídrico a planta desenvolve a capacidade de abortar algumas das inflorescências em desenvolvimento e mobilizar reservas, causando variações na produtividade ao longo do ano. Bastos *et al.*, (2001) complementa que as variações pluviométricas anuais refletem na sexualização das flores e na produção dos cachos e a ocorrência de déficits hídricos estimula a formação de inflorescências masculinas e redução de produção de cachos. Sendo assim, o período de inflorescência dos cachos colhidos no mês de agosto ocorreu no mês de fevereiro, mês pertencente ao período de chuva com uma maior disponibilidade hídrica. Ao analisar o período de inflorescência, na época da seca, em que a cultura contou apenas com a irrigação localizada, é possível observar que a produtividade foi inferior. Porém ao comparar a produtividade dos tratamentos que ocorreram irrigação e o sequeiro, pode-se notar que a produtividade foi superior para os tratamentos irrigados, obtendo melhor resultado o tratamento com disponibilidade hídrica de 20%, demonstrando a notável importância da irrigação para a cultura.

De acordo com Martínez *et al.*, (2012), o fator irrigação é determinante para o rendimento devido ao maior número de cachos de fruto fresco (CFF) produzidos e ao aumento

do seu peso médio, pois segundo Méndez *et al.*, (2012) afirmam que o déficit hídrico é o principal fator limitante para a PCFF da palma de óleo e que, para a produção ideal de palmeiras adultas, é necessário adotar de 4 a 5 mm de água diariamente, dependendo das condições climáticas do local. Para Viana *et al.*, (2019) a produção acumulada anualmente da palma de óleo nas condições edafoclimáticas de Sinop-MT, depende da suplementação de água via irrigação, juntamente com o manejo adequado da irrigação.

Para Vega *et al.*, (2010), estudando o comportamento de híbridos de palma de óleo, em Quinindé, no Equador, com e sem irrigação, observaram que a adoção da irrigação proporcionou um aumento da Produtividade de cachos de frutos frescos (PCFF) em 26% e que os híbridos diferem significativamente, entre si, quanto à resposta à irrigação. Observa-se que na mesma época do ano em que ocorreu maior produtividade em ambos tratamentos, ao realizar uma comparação em relação a PCFF sem irrigação e com irrigação a uma disponibilidade hídrica de 20%, existe uma diferença de aproximadamente 67% com a adoção da irrigação. Mesmo comparando o fator sem irrigação com a irrigação a 80% da disponibilidade hídrica, ainda existe uma diferença de 22% de PCFF para o tratamento irrigado.

O valor de PCFF de 1,9868 t ha⁻¹ a uma disponibilidade hídrica à 20% é superior ao valor de 0,5686 t há⁻¹ encontrado pela Embrapa (2019), obtido no primeiro ano de manejo do tratamento. Ao comparar o valor de 1,3156 t há⁻¹ de PCFF com uma disponibilidade hídrica à 40%, observamos que também é superior ao valor de 0,9327 t há⁻¹ coletado pela Embrapa (2019) na mesma época do ano.

O mesmo experimento realizado, foi analisado também por Viana *et al.* (2019) nas mesmas disponibilidades hídricas nos primeiros anos de produção da cultura e concluíram que aos 4 anos e 6 meses, a cultivar BRS C2528 apresentou maior número de cachos frescos nos tratamentos irrigados, havendo diferenças entre as duas cultivares nos níveis de 80 e 60 % de disponibilidade total de água (DTA), com redução do número de cachos frescos para BRS C2501. Os menores números de cachos frescos, para as duas cultivares, foram obtidas na ausência da irrigação (0% da DTA). Aos 5 anos e 1 mês, não houve diferenças estatísticas para o número de cachos frescos nas diferentes disponibilidades de água no solo, independentemente da cultivar.

A disponibilidade hídrica para a planta é o principal fator que beneficia a produtividade da cultura, sendo a frequência de irrigação fundamental para esse processo. De acordo com os dados apresentados, os tratamentos com maior disponibilidade hídrica, apresentou maior produtividade, porém esses resultados podem ser futuramente melhorados aumentando a disponibilidade hídrica para a planta através da irrigação com lâmina de água superiores as que já são aplicadas.

Na figura 2, podemos observar a produtividade da água total (WP) e a produtividade da água de irrigação em cada tratamento, entre dezembro de 2019 à março de 2021.

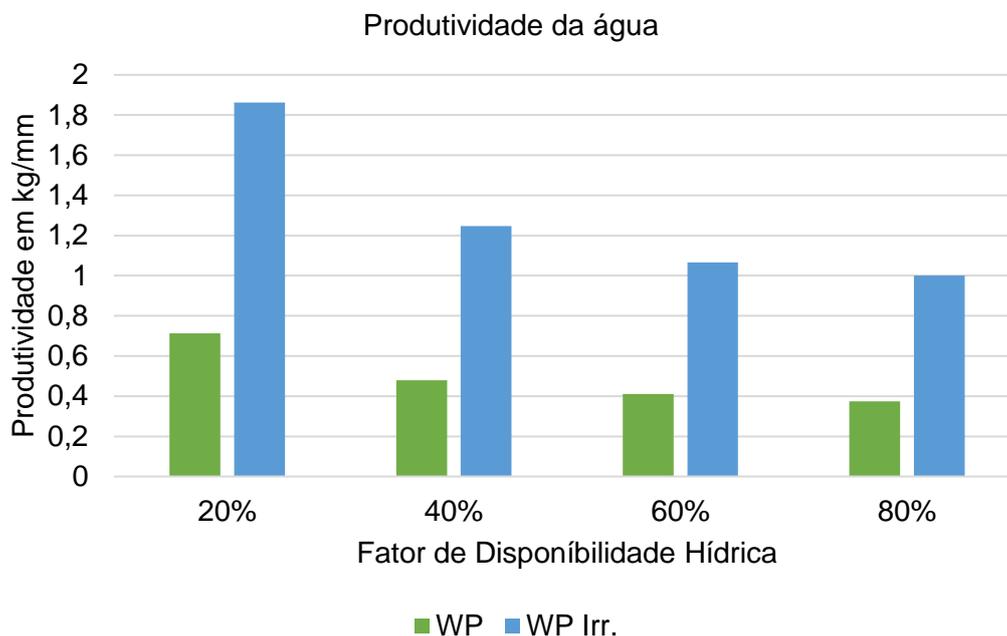


Figura 2: Produtividade da água em kg/mm.

Na figura 2 podemos notar que a produtividade da água de irrigação é maior, independente do fator de disponibilidade hídrica. Isso ocorre, pois de acordo com Reimann *et al.*, (2014), apesar da produção da cultura ser elevada, também apresenta elevado consumo de água, reduzindo, assim, sua produtividade por unidade de água utilizada. O autor ainda complementa que a redução da lâmina irrigada, aliada a menor frequência de irrigação, apresenta-se como uma ferramenta útil para o aumento da WP irrigada na produção. Araya *et al.* (2011) descrevem que a WP irrigada pode ser utilizada para definir a quantidade suplementar de irrigação que se necessita aplicar em relação a uma irrigação plena ou precipitação, a fim de assegurar um rendimento elevado em uma área total.

5. CONCLUSÕES

O manejo foi satisfatório para a análise preconizada no trabalho podendo comprovar sua fundamental importância para as regiões em condições de clima tropical com estação seca, para que ocorra um bom desempenho na sua produtividade, e assim estabelecer técnicas que respeitem a produção econômica da cultura, gerando benefícios ao produtor e ao meio ambiente.

A produtividade da Palma de Óleo sob diferentes condições hídricas mostrou um melhor desempenho no tratamento em que foi utilizado um fator de disponibilidade hídrica de 20% da sua capacidade de campo, independente da época do ano em que foram realizadas as colheitas.

A utilização e eficiência de uso da água em cada tratamento testado, mostraram resultados significativos relacionados a produtividade da Palma de Óleo, principalmente durante a época da seca, pois a planta necessita de grande disponibilidade hídrica para realização da sua inflorescência com maior índice de fecundação, o que justifica a colheita do mês de agosto apresentar maior produtividade, mesmo recebendo apenas água fornecida através da irrigação, seu período de inflorescência ocorreu 6 meses antes, ou seja, no período chuvoso, com um grande fator de disponibilidade hídrica.

A produtividade da água apresentou melhor desempenho quando é utilizado apenas a irrigação e com um fator de disponibilidade hídrica de 80%, pois apresenta uma menor lâmina e frequência de irrigação.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOSTA, J. F. **Consumo hídrico da cultura do girassol irrigada na região da Chapada do Apodi – RN**. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2009. 56p.
- ANDREATTA, J.A. **Determinação da razão entre a evapotranspiração máxima de dois cultivares de milho (Zea mays L.) e a evapotranspiração potencial**. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura). Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu, 1990. 94p.
- ANTONINI, J. C. A.; JUNQUEIRA, N. T. V.; MALAQUIAS, J. V.; VELOSO, R. F.; SANZONOWICZ, C.; SUESS, R. C.; GOMES, J. G.; Consumo de água de irrigação e produtividade da palma de óleo cultivados nas condições edafoclimáticas de savana tropical. In: VII WORKSHOP AGROENERGIA MATÉRIAS PRIMAS, 7., 2013, Ribeirão Preto. **Anais [...]**. Ribeirão Preto: APTA, 2013.
- ANTONINI, J. C. A.; VELOSO, R. F.; MALAQUIAS, J. V. Produtividade de Óleo da Palma de Óleo Cultivada com Irrigação Suplementar nas Condições de Clima Tropical de Savana. In: XXV CONIRD – Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem. **Anais [...]**. UFS - São Cristóvão/SE, 2015.
- ARAUJO, M. E. B. de. **Estratégias de Irrigação Deficitária no Desempenho Agrônomo de Cultivares de Feijão – Caupi No Litoral Cearense**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014. 83p.
- ARAYA, A. et al. Crop coefficient, yield response to water stress and water productivity of teff (*Eragrostis tef* (Zucc.), **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v.98, n. 5, p.775-783, Mar. 2011.
- BAILEY-SERRES, J.; COLMER, T. D. Plant tolerance of flooding stress – recent advances. **Plant, Cell and Environment**. n. 37, p.2211–2215, 2014.
- BARRETO FILHO, A. A. de.; DANTAS NETO, J.; MATOS, J. A. de.; GOMES, E. M. Desempenho de um Sistema de Irrigação por Micro Aspersão, Instalado a Nível de Campo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.3, p.309-314, 2000.
- BARRETO, H.B.F.; PEREIRA, G.M.; BARRETO, F.P.; FREIRE, F.G.C.; MAIA, P.M.E. Relação Intensidade-Duração-Frequência para Precipitação Extrema em Mossoró – RN. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v.7, n.3, p.103–109, 2014.
- BARCELOS, E.; PACHECO, A.R.; MÜLLER, A.A.; VIÉGAS, I.J.M.; TINOCO, P.B. Dendê: informações básicas para seu cultivo. **Embrapa-DDT**, Brasília, 40p, 1987.
- BASTOS, T. X. Aspectos agroclimáticos do dendezeiro na Amazônia Oriental. In: VIÉGAS, I. de J. M.; MÜLLER, A. A. (Ed.) **A cultura do dendezeiro na Amazônia Brasileira**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental; Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000. p. 47- 59.
- BASTOS, T. X.; MÜLLER, A. A.; PACHECO, N. A.; SAMPAIO, S. M. N.; ASSAD, E. D. E MARQUES, A. F. S.; Zoneamento de riscos climáticos para a cultura do dendezeiro no estado do Pará. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.9, n.3, p.564-570. 2001.

BORGES, A. J. de. **Avaliação Agronômica, Tecnológica e Laboratorial de Cultivares de Palma de Óleo Irrigada em Porto Nacional -TO**. Dissertação (Mestrado em Agroenergia). Universidade Federal Do Tocantins. Palmas, 2015. 79 p.

CAMARGO, D. C. **Conservação, Uso Racional e Sustentável da Água**. Ministério do Meio Ambiente, Agência Nacional de Águas, Instituto de Pesquisa e Inovação na Agricultura Irrigada. Fortaleza - CE, 2016.

CARR, M. K. V. As relações hídricas e os requisitos de irrigação da palma de óleo. (Elaeis guineenses): a review. **Experimental Agriculture**. v. 47, n. 04, p. 629-652, 2011.

CARVALHO, H. P. de.; DOURADO NETO, D.; TEODORO, R. E. F.; MELO, B. de. Climatological Hydric Balance, Effective Soil Water Storage and Transpiration in Coffee Culture. *Biosci. J., Uberlândia*, v. 27, n. 2, Mar./Apr. 2011, p. 221-229.
CAZARIN JÚNIOR, A.; ZOLIN, C. A.; PAULINO, J.; ANTONINI, J. C. dos A.; ARANTES, K. R.; SILVA, V. Q. R. da. Manejo da irrigação da Palma de óleo em fase inicial nas condições edafoclimáticas do Mato Grosso. **Embrapa Agrossilvipastoril**, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Sinop - MT, 2018.

CAZARIN JÚNIOR, A. **Manejo de Irrigação para Cultivares de Palma de Óleo (Elaeis Guineensis Jacq.) dm Fase Inicial de Desenvolvimento no Norte de Mato Grosso**. 2014. 54 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso Campus Universitário de Sinop, Mato Grosso, 2014.

CHAGAS, K. P. T; CARVALHO, B. L. B.; GUERRA, C. A. G.; SILVA, R. A. R.; VIEIRA, F. A. Fenologia do dendezeiro e correlações com variáveis climáticas. **Ci. Fl., Santa Maria**, v. 29, n. 4, p. 1701-1711, out./dez. 2019.

COELHO, E. F.; COELHO FILHO, M. A.; OLIVEIRA, S. L. de. Agricultura Irrigada: Eficiência de Irrigação e de Uso de Água. **Bahia Agrícola**, v.7, n.1, p.57-60, set. 2005.

COSME, V. S. dos; SILVA, P. A.; RODRIGUES, K. C. B.; BASTOS, A. J. R.; CUNHA, R. L.; PINHEIRO, H. A. Alterações Morfométricas em Dois Híbridos de Palma de Óleo Submetidos ao Déficit Hídrico. In: SEMINÁRIO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRA, 12., 2014, Belém, PA. **Anais [...]** Belém, PA: Universidade Federal Rural da Amazônia, 2014. Disponível em:<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/132125/1/ALTERACOES-ALMA.pdf>. Acesso em maio de 2020.

CORLEY, R. H. V.; TINKER, P. B. H.'s *The Oil Palm (World Agriculture Series) 4th (fourth) edition* by Corley, R. H. V.; Tinker, P. B. H. **published by Wiley-Blackwell** [Hardcover] (2003).

CORLEY, R.; TINKER, P. Growth, flowering and yield. pp. 105-119. In: Corley, R. and P. Tinker (ed.). **The oil palm**. 5th ed. Wiley-Blackwell, Oxford, UK. 2009.

CUNHA, R. V. C.; LOPES, R.; DANTAS, J.; ROCHA, R. **Procedimentos para produção de sementes comerciais de dendezeiro na Embrapa Amazônia Ocidental**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2007, 34 p.

CUNHA, R. N. C. da; LOPES, R.; GOMES JÚNIOR, R. A.; RODRIGUES, M. do R. L.; TEIXEIRA, P. C.; ROCHA, R. N. C. da; LIMA, W. A. A. de. Material genético utilizado para a produção sustentável da cultura da palma de óleo na Amazônia. In: RAMALHO FILHO, A.; MOTTA, P. E. F.; FREITAS, P. L.; TEIXEIRA, W. G. (Ed.). **Zoneamento agroecológico**,

produção e manejo da cultura de palma de óleo na Amazônia. Rio de Janeiro: Embrapa. Solos, 2010. p. 93-100.

EMBRAPA. **Métodos e Estratégias de Manejo de Irrigação.** Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS/16170/1/Circ_19.pdf. Acesso em: 04 de setembro. 2019.

EMBRAPA. **Manejo da água de irrigação.** Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/915574/1/IRRIGACAOeFERTIRRIGACAOcap5.pdf>. Acesso em: 18 de novembro. 2019.

EMBRAPA. **Estabelecimento do Momento de Irrigação da Palma de Óleo, Cultivada sob Condições de Clima Tropical de Savana.** Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/204021/1/Bolpd-350.pdf>. Acesso em: 16 de outubro. 2019.

EMBRAPA. Determinação da Uniformidade de Distribuição de Água em Sistema de Irrigação Localizada. **Instruções Técnicas da Embrapa Semi-Árido.** Petrolina, Dezembro 2008.

FEDERACIÓN NACIONAL DE CULTIVADORES DE PALMA DE ACEITE. Statistical Yearbook 2010. **Fedepalma**, Bogotá, Colombia. 2010.

GEERTS, S.; RAES, D.; Deficit irrigation as an on-farm strategy to maximize crop water productivity in dry areas, **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v.96 n.9, p.1275–1284, Sep. 2009.

JESUS, J.B. Estimativa do balanço hídrico climatológico e classificação climática pelo método de Thornthwaite e Mather para o município de Aracaju - SE. **Scientia Plena**, v.11, n.5, 2015.

KALLARACKAL, J.; JEYAKUMAR, P.; GEORGE, S. J. Water use of irrigated oil palm at three different arid locations in Peninsular India. **Journal Oil Palm Research**, v.16, p. 45-53, 2004.

KANG, S.; SHI, W.; ZHANG, J. An improved water-use efficiency for maize grown under regulated deficit irrigation. **Field Crops Research**, v.67, p.207–214, 2000.

MAPA. **Diagnóstico da Produção Sustentável da Palma de Óleo no Brasil.** 1ª ed., Brasília: MAPA, 2018, 58p.

MARTIN, J. D.; CARLESSO, R.; AIRES, N. P.; GATTO, J. C.; DUBOU, V.; FRIES, H. M.; SCHEIBLER, R. B. Irrigação Deficitária para Aumentar a Produtividade da Água na Produção de Silagem de Milho. **Irriga, Botucatu**, Edição Especial, p. 192 - 205, 2012.

MARTÍNEZ, O.; HIDALGO, D.; LEMA, D.; REINOSO, VEGA, C.; CAMACHO, O.; REYES, S.; MORALES, R.; CALVACHE, M.; BERNAL, G. **Influencia del riego en el comportamiento de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) en la zona de La Concordia-Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador.** Quinindé: ANCUPA, 2012. 19 p. (ANCUPA. Boletín técnico, 8).

MÉNDEZ, Y. D. R.; CHACÓN, L. M.; BAYONA, C. J.; ROMERO, H. M. Physiological response of oil palm interspecific hybrids (*Elaeis oleifera* HBK Cortes versus *Elaeis guineensis* Jacq.) to water deficit. Brazilian. **Society of Plant Physiology**, v. 24, n. 4, p. 273-280, 2012.

- MIORINI, T. J. J. **Produtividade do feijoeiro sob supressão de irrigação em diferentes fases fenológicas**. 2012. 111 f. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista. Botucatu-SP. 2012.
- MIRANDA, F. R. de; GOMES, A. R. M. Manejo da Irrigação do Coqueiro-Anão. **Circular Técnica**. Embrapa. nº. 25. ISSN 1679-2254. Fortaleza, CE 2006.
- MONTEIRO, K. F. G. **Análise de indicadores de sustentabilidade socioambiental em diferentes sistemas produtivos com palma de óleo no Estado do Pará**. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias/Agroecossistemas da Amazônia) – Universidade Federal Rural da Amazônia/Embrapa Amazônia Oriental, 2013. 205p.
- MÜLLER, A. A. A. Cultura do dendê. Belém. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido, **EMBRAPA-CPATU**, Miscelânea nº 5, 1980. 24p.
- PASSOS, M. L. V.; ZAMBRZYCKI, G. C.; PEREIRA, R. S. Balanço Hídrico e Classificação Climática para uma Determinada Região de Chapadinha-MA. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.10, nº.4, p. 758 - 766, 2016.
- PAZ, V. P. S. da.; TEODORO, R. E. F.; MENDONÇA, F. C. Recursos Hídricos, Agricultura Irrigada e Meio Ambiente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.3, 2000, p.465-473.
- PEREIRA, L. S.; CORDERY, I.; IACOVIDES, I. Coping with Water Scarcity. Addressing the Challenges. **Springer**, Dordrecht, 382 p. 2009.
- REIMANN, G.K.; ZWIRTES, A. L.; CARLESSO, R.; PETRY; HENCKES, J.R.; FRIES, H. M. Produtividade da Água Irrigada da Cultura do Sorgo Submetida à Irrigação Deficitária. *In: II Inovagri International Meeting*, Fortaleza, 2014. **Anais [...]**. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.12702/ii.inovagri.2014-a439>. Acesso em: 15 de outubro. 2020.
- SAMPAIO, A. H. R. **Irrigação com déficit hídrico e eficiência do uso da água em lima ácida 'Tahiti' no semiárido baiano**. 2010. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2010.
- SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3ª.ed. rev. Brasília, DF: Embrapa, 2013.
- SHINOZAKI, K.; YAMAGUCHI-SHINOZALI, K. Gene networks involved in drought stress response and tolerance. **Journal of Experimental Botany, Oxford**, v. 58, n. 2, p. 221-227, 2007.
- SILVA, C. A. da; SILVA, C. J. da. Avaliação de Uniformidade em Sistemas de Irrigação Localizada. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**. ano IV, n. 08, dez. de 2005.
- SILVA, G. U. da. **Influência do Manejo de Irrigação Via Solo e Via Clima na Cultura do Milho**. Trabalho de Conclusão de Curso - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha, Universidade Federal do Pampa. Alegrete, 2017. 36 p.
- SOARES, J. M.; COSTA, F. F. da. Irrigação. *In: SOARES, J. M.; Leão, P. C. S. de. A Vitivinicultura do Serniárido Brasileiro*. 1 ead. Embrapa, 2009. P.77.

SOUZA, A. P.; MOTA, L. L.; ZAMADEI, T.; MARTIM, C. C.; ALMEIDA, F. T.; PAULINO J. Classificação climática e balanço hídrico climatológico no estado de Mato Grosso. **Nativa**, Sinop, v.1, p. 34-43, 2013.

USDA. Oilseeds Word Marquets and trad. Foreign Agricultural Service. Approved by the World Agricultural Outlook Board/USDA. **Circular Series**. FOP 0-12, 2012.

USDA. **Oilseeds: world market and trade**. 2014. Disponível em: <https://www.fas.usda.gov/data/oilseeds-world-markets-and-trade>. Acesso em: 20 abr. 2020.

VENTURIERI, A. FERNANDES. W.R.; BOARI, A. de J.; VASCONSELOS, M. A. Relação entre Ocorrência do Amarelecimento Fatal do Dendezeiro (*Elaeis guineenses* Jacq.) e Variáveis Ambientais no estado do Pará. In: **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 2009, Natal-RN. Anais XIV, Natal: INPE, 25-30 abril, 2009, p. 523-530.

VEGA, C.; CALVACHE, M.; MORALES, R. Influencia del riego em el comportamiento de três híbridos tenera de palma aceitera (*Elaeis guineenses* Jacq.) de diferentes origenes. La Concordia – Esmeraldas. (5º año de ejecucion). In: CONGRESO ECUATORIANO DE LA CIENCIA DEL SUELO, 12., 2010, Santo Domingo. **Anais [...]** Quito: SecSuelo, 2010. Disponível em: <http://www.secsuelo.org/wp-content/uploads/2015/06/19.-Cristian-Vega-Riego-Palma.-ANCUPA-Ecuador.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2021.

VIANA, J. L.; ZOLIN, C. A.; SILVA, V. Q. R. da; SOUZA, A. P. de. Respostas Fisiológicas e Produtivas da Palma de Óleo Irrigada em Fase Inicial de Desenvolvimento. **Irriga, Botucatu**, v. 24, n. 2, p. 405-423, abril-junho, 2019.