



COINTER PDVAgro 2020

V CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Edição 100% virtual | 02 a 05 de dezembro

ISSN:2526-7701 | PREFIXO DOI:10.31692/2526-7701

DURAÇÃO DO PERÍODO DE MOLHAMENTO POR ORVALHO EM UM ECOSISTEMA DE CUPUAÇU, CASTANHAL-PA

DURACIÓN DEL PERÍODO DE HUMECTACIÓN POR ROCÍO EN UN ECOSISTEMA DE CUPUAÇU, CASTANHAL-PA

DURATION OF THE DEW WETTING PERIOD IN A CUPUAÇU ECOSYSTEM, CASTANHAL-PA

Apresentação: Comunicação Oral

Maria de Lourdes Alcântara Velame¹; Matheus Lima Rua²; Stefany Porcina Peniche Lisboa³; João Vitor Ferreira da Silva⁴; Paulo Jorge de Oliveira Ponte de Souza⁵

DOI: <https://doi.org/10.31692/2526-7701.VCOINTERPDVAgro.0579>

RESUMO

A duração do período de molhamento (DPM) é um fator meteorológico de grande importância para a epidemiologia em culturas agrícolas, pois, há uma relação direta entre a umidade e a propagação de doenças. Logo, o conhecimento do DPM é um fator fundamental para a execução do controle de doenças. Por esta razão, este trabalho teve como objetivo estimar os valores de duração de período de molhamento do cupuaçu nas condições microclimáticas de Castanhal-PA utilizando método de depressão da temperatura do ponto de orvalho, menor que 0,5 °C (DPO < 0,5 °C). O experimento ocorreu em um plantio comercial de cupuaçuzeiro (cv. BRS Carimbó) em consórcio com açaizeiro (cv. BRS-PA), no município de Castanhal-PA. A coleta de dados foi realizada entre agosto a dezembro de 2019. Foram utilizados os seguintes dados: temperatura do ar – Tar (°C), umidade relativa – UR (%), pressão de saturação de vapor - e_s (kPa), pressão parcial de vapor - e_a (kPa), temperatura do ponto de orvalho - T_o (°C) e a depressão do ponto de orvalho – DPO (°C). Onde os dados climáticos como Tar e UR, foram retirados de uma torre micrometeorológica instalada no centro da área experimental, e esses dados foram utilizados para calcular a e_s , e_a e T_o . Pela diferença entre T_o e a Tar, foi obtido a DPO. Os demais dados de DPV, foram encontrados através da equação de Tetens. O período de molhamento da cultura do cupuaçuzeiro é influenciado pela temperatura do ponto de orvalho e pela disponibilidade hídrica (precipitação pluviométrica), sendo que os valores máximos de NHDPO ocorreram quando as chuvas aumentaram no mês de dezembro. A fenofase de maior risco para o aparecimento de doenças considerando o NHDPO é a frutificação.

Palavras-Chave: *Theobroma grandiflorum*, elementos climáticos, risco de doenças.

RESUMEN

La duración del período de humectación (DPM) es un factor meteorológico de gran importancia para la epidemiología de los cultivos agrícolas, ya que existe una relación directa entre la humedad y la

¹ Agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia, alcantaravelame@gmail.com

² Agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia, matheusrua99@gmail.com

³ Agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia, porcinalisboa23@gmail.com

⁴ Agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia, jovitor838@gmail.com

⁵ Professor Dr., Universidade Federal Rural da Amazônia, paulojorge.oliveira@globomail.com

DURAÇÃO DO PERÍODO DE MOLHAMENTO

propagación de enfermedades. Por tanto, el conocimiento de la DPM es un factor fundamental para la ejecución del control de enfermedades. Por este motivo, este trabajo tuvo como objetivo estimar los valores del período de humectación del cupuaçu en las condiciones microclimáticas de Castanhal-PA utilizando un método de depresión de temperatura del punto de rocío, por debajo de 0,5 °C (DPO °C). El experimento se llevó a cabo en una plantación comercial de cupuaçuzeiro (cv. BRS Carimbó) en consorcio con açazeiro (cv. BRS-PA), en el municipio de Castanhal-PA. La recolección de datos se realizó entre agosto y diciembre de 2019. Se siguieron los siguientes datos: temperatura del aire - alquitrán (°C), humedad relativa - RH (%), presión de saturación de vapor (kPa), presión de vapor parcial - ea (kPa), temperatura del punto de rocío - A (°C) y depresión del punto de rocío - DPO (°C). Donde los datos climáticos como Tar y UR, se tomaron de una torre micrometeorológica instalada en el centro del área experimental, y estos datos se utilizaron para calcular es y To. Debido a la diferencia entre To y Tar, se construyó el DPO. Los otros datos de DPV se obtuvieron mediante la ecuación de Tetens. El período de humectación de la cultura cupuaçuzeiro está influenciado por la temperatura del punto de rocío y la disponibilidad de agua (lluvia), y los valores máximos de NHDPO ocurrieron cuando las lluvias aumentaron en diciembre. La fenofase de mayor riesgo para la aparición de enfermedades considerando el NHDPO es la fructificación.

Palabras Clave: *Theobroma grandiflorum*, elementos climáticos, riesgo de enfermedades.

ABSTRACT

The length of the wetting period (DPM) is a meteorological factor of great importance for the epidemiology of agricultural crops, since there is a direct relationship between moisture and the spread of diseases. Therefore, knowledge of DPM is a fundamental factor for the execution of disease control. For this reason, this work aimed to estimate the values of cupuaçu wetting period in the microclimatic conditions of Castanhal-PA using a dew point temperature depression method, below 0.5 °C (DPO <0.5 °C). The experiment took place in a commercial plantation of cupuaçuzeiro (cv. BRS Carimbó) in consortium with açazeiro (cv. BRS-PA), in the municipality of Castanhal-PA. Data collection was carried out between August, December 2019. The following data were followed: air temperature - tar (°C), relative humidity - RH (%), vapor saturation pressure (kPa), partial vapor pressure - ea (kPa), dew point temperature - To (°C) and dew point depression - DPO (°C). Where climatic data such as Tar and UR, were taken from a micrometeorological tower installed in the center of the experimental area, and these data were used to calculate es, and To. Due to the difference between To and Tar, the DPO was built. The other DPV data were found using the Tetens equation. The wetting period of the cupuaçuzeiro culture is influenced by the dew point temperature and water availability (rainfall), and the maximum NHDPO values occurred when the rains increased in December. The phenophase of greatest risk for the appearance of diseases considering the NHDPO is fruiting.

Keywords: *Theobroma grandiflorum*, climatic elements, risk of diseases.

INTRODUÇÃO

O termo “molhamento foliar” abrange todas as formas de água líquida na superfície das folhas das plantas, com origem na formação de orvalho, na precipitação ou na irrigação (DURIGON; LIER, 2013). O orvalho é definido como a água condensada sobre a superfície, quando a temperatura dessa atinge o ponto de orvalho, devido ao resfriamento intenso, por perda de radiação de ondas longas, em noite de céu limpo, sem vento e com alta umidade no ar próximo a superfície (PEREIRA et al., 2002). A temperatura do ponto de orvalho, por sua vez, é a temperatura na qual uma dada parcela de ar deve ser resfriada sob pressão e teor de vapor constantes a fim de que haja saturação (MONTEITH, 1973).

O orvalho que ocorre nas plantas, pode ser originado de dois processos distintos: a precipitação de orvalho e a destilação do orvalho (ROSEMBERG et al., 1983). Sendo a

“precipitação de orvalho”, quando ocorre condensação do vapor proveniente da camada imediatamente superior, adjacente a superfície, e a “destilação do orvalho”, quando ocorre condensação do vapor proveniente de uma superfície evaporante inferior à folha, sendo que ambos são funções do gradiente de pressão de vapor (SHARMA, 1976). Em condições de alta umidade atmosférica, o orvalho é originado principalmente pelo processo de precipitação do orvalho; já sob condições semi-áridas, o orvalho é proveniente principalmente do processo de destilação do orvalho (HUBER; GILLESPIE, 1992).

São variados os trabalhos que evidenciam a importância e a influência das variáveis ambientais, especialmente da DPM causada por orvalho ou chuva, no estabelecimento e desenvolvimento de doenças nas culturas agrícolas. O orvalho e a chuva propiciam longos períodos com a presença de água na forma líquida sobre as folhas e frutos, permitindo a germinação dos esporos dos fungos e servindo como veículo para o processo de penetração do tubo germinativo, sendo que quanto maior a DPM maior é a taxa de infecção (CIARISSE et al., 2000).

Em geral, a presença de molhamento sobre a superfície das plantas provê a água requerida pelos patógenos para o processo de germinação e infecção do tecido foliar. Sendo assim, DPM elevada associada à alta concentração de inóculo são de grande importância para a esporulação fúngica e para os danos subsequentes (LULU, 2008; GUYOT et al., 2005).

Algumas variáveis meteorológicas como as temperaturas do ar e do ponto de orvalho e a umidade relativa constituem uma opção para gerar modelos que possibilitem estimar o período de molhamento por orvalho. A determinação da DPM é necessária para identificar o potencial de riscos de surtos de ocorrência de doenças nas culturas, para que assim seja tomada a decisão quanto à realização dos controles (ALMEIDA; MACHADO, 2009).

Este trabalho teve por objetivo estimar os valores de duração de período de molhamento do cupuaçu nas condições microclimáticas de Castanhal-PA utilizando método de depressão da temperatura do ponto de orvalho, menor que 0,5 °C (DPO < 0,5 °C).

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Aspectos botânicos

O cupuaçuzeiro [*Theobroma grandiflorum* (Wild.Ex.Spreng.) Schum] pertencente à família Malvaceae, é uma espécie frutífera de grande relevância para a região amazônica, por sua fácil adaptação, alta produtividade dos frutos e melhores índices de aproveitamento industrial (COSTA et al., 2003; GOMES et al., 2020).

Possui sistema radicular pivotante nos primeiros 20 a 25 cm de profundidade do solo,

DURAÇÃO DO PERÍODO DE MOLHAMENTO

sendo que grande quantidade de raízes laterais, pode chegar até 15 metros de altura, sua copa com 6 a oito metros de diâmetro, servindo para o sombreamento, devido a expansão de sua copa. Suas folhas quando novas apresentam cor rosa e são cobertas de pelos, mudando conforme a maturação para verde escuro. As flores são encontradas nos ramos, com pétalas brancas ou vermelha de tonalidade variável. Ademais, os frutos dispostos na árvore possuem formatos distintos, e após maduros se desprendem da planta (GONDIM et al., 2001; SOUZA, 2007).

Condições edafoclimáticas

É uma cultura adaptada em terra firme, seu cultivo pode ser estabelecido em solos com diferentes níveis de fertilidade, e boa estruturação física. Ademais, também é observado uma demanda por cultivares apropriadas para locais sujeitos a inundação amiúde (SANTOS, 2016).

Segundo uma pesquisa realizada por Souza (2007) o cupuaçuzeiro se desenvolve eficientemente em condições de temperatura média anual de 21,6 C° a 27,5 C°, umidade relativa do ar anual de 77% a 88%, com um regime pluviométrico na faixa de 1.900 a 3.100 mm. Por esse fator as melhores condições edafoclimáticas para o desenvolvimento dos processos gerais da frutífera são encontradas na região amazônica. Assim, os elementos climáticos, como temperatura, alta umidade relativa do ar apresentam alta relevância no desenvolvimento vegetal (CARVALHO et al., 2015).

Valor econômico

Dentro da grande lista de frutas existentes com valor econômico na Amazônia, tem-se o cupuaçu. As sementes e a polpa do fruto apresentam ótimas qualidades nutricionais, tais como fonte de ácido ascórbico, compostos fenólicos (DIAS et al., 2019). Exibem elevados teores de óleo, podendo ser aproveitadas de inúmeras formas. Seu valor econômico é notável, o que torna a exploração da espécie uma atividade lucrativa, dando relevância a aquisição de variedades altamente produtivas (ARAÚJO et al., 2002; LÓPEZ, 2015).

Elementos climáticos

A temperatura, a umidade do ar, a ação do vento e o molhamento foliar são fatores que induzem a propagação de fungos, assim como, a infecção de plantas. O molhamento foliar é causado devido à chuva, neblina, irrigação e principalmente por orvalho. Logo, designa-se tal condição como presença de água na forma líquida, sobre a parte aérea dos vegetais. O orvalho é formado a partir do resfriamento noturno, com perdas de radiação de onda longa, e redução da temperatura até atingir o ponto de orvalho, ocorrendo assim a saturação, em sequência dá-se o início do processo de condensação por vapor (ALMEIDA E MACHADO, 2009; SENTELHAS et al, 2008).

A precipitação é uma das variáveis climáticas de maior importância para as culturas. No Pará o período chuvoso é caracterizado por intensa quantidade de chuva, acarretando variações em elementos como temperatura, umidade do ar e nebulosidade (MORAES et al., 2005). A umidade relativa é a relação entre a quantidade de água existente no ar, e a quantidade máxima para chegar no ponto de saturação. Estes dois elementos climatológicos são responsáveis por favorecer os agentes causadores de doenças nas plantas (ANGELOTTI; HAMADA, 2017).

A temperatura do ponto de orvalho ocorre quando a temperatura do ar úmido se torna frio, e passa ao estado líquido, sendo um bom indicador para a quantidade de água existente no ar. O ponto de orvalho aponta a temperatura na qual o ar está saturado, ou seja, quando a água inicia o processo de condensação (GUIMARÃES, 2012).

A duração do período de molhamento foliar (DPM), induzido pela deposição do orvalho é uma variável difícil de analisar, visto que não está relacionada apenas a variáveis meteorológicas (DURIGON; LIER, 2013).

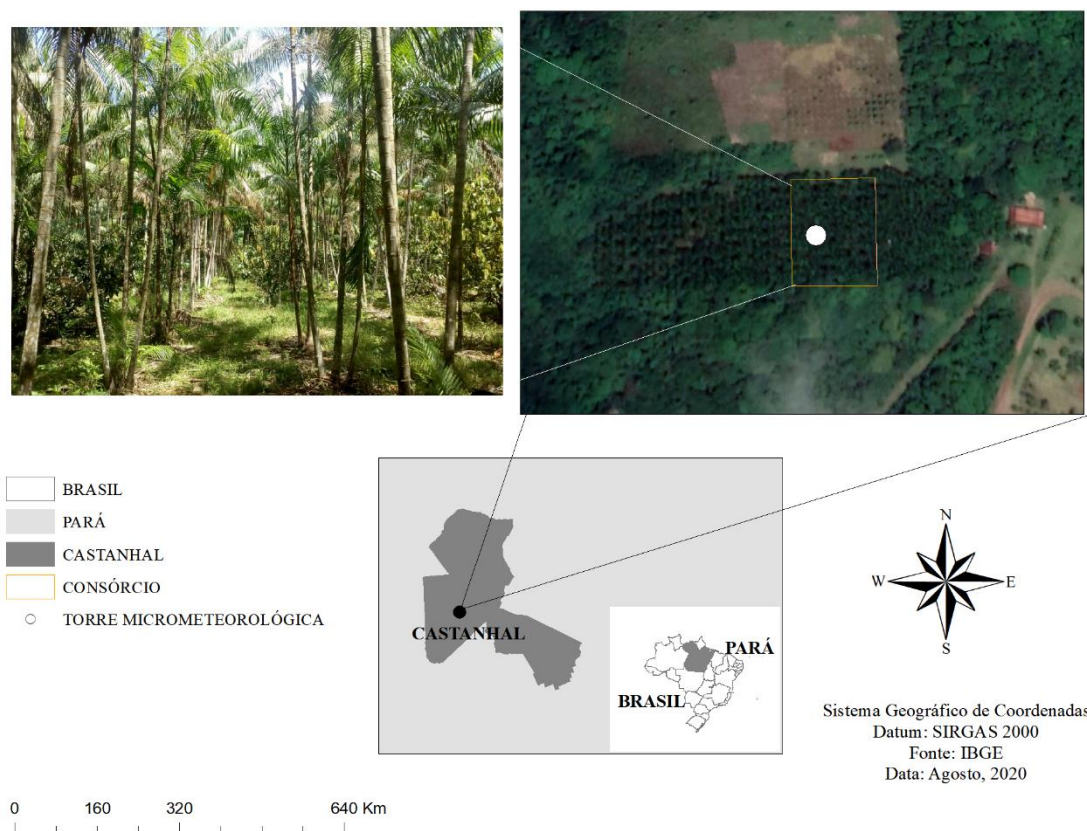
METODOLOGIA

Área de estudo

O experimento foi conduzido em um plantio comercial de cupuaçuzeiro (cv. BRS Carimbó), implantadas no espaçamento de 8 x 8 m, em consórcio com açaizeiro (cv. BRS-PA), no espaçamento de 8 x 4 m, o plantio em 2019 possuía oito anos de idade, o mesmo é localizado próximo a Fazenda Escola de Castanhal-PA, Latitude 1°19'24.48"S e Longitude 47°57'38.20"W (Figura 01). Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é definido como Am (ALVARES et al., 2014).

DURAÇÃO DO PERÍODO DE MOLHAMENTO

Figura 01: Área experimental e localização da torre micrometeorológica em um consórcio de cupuaçu e açaí, em Castanhal-PA.



Fonte: Monteiro (2020).

Foram coletados amostras de solo nas camadas de 00-0,20 e 0,20-0,40m para caracterização química e física, as análises foram realizadas no departamento de solo da Universidade Federal Rural da Amazônia (Tabela 01).

Tabela 01: Caracterização química e físico-hídricos do solo da área experimental.

Atributos químicos	00-0,20m	0,20-0,40m
pH (H ₂ O)	0,05320	0,04940
MO (%)	0,00714	0,00666
P (cmol _c dm ⁻³)	0,00925	0,06849
K ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,0025	0,00505
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,00295	0,00098
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,00097	0,00097
Al ³⁺ cmol _c dm ⁻³	0,00263	0,00789
Atributos físicos		
Aréia (%)	0,85564	0,89105
Silte (%)	0,09545	0,03079
Argila (%)	0,04891	0,07815
Densidade do solo (g cm ⁻³)	0,01417	0,01893
Capacidade de campo (m ³ m ⁻³)	0.00213	0.00570

Ponto de murcha permanente ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)	0.00061	0.00234
---	---------	---------

Fonte: Própria (2020).

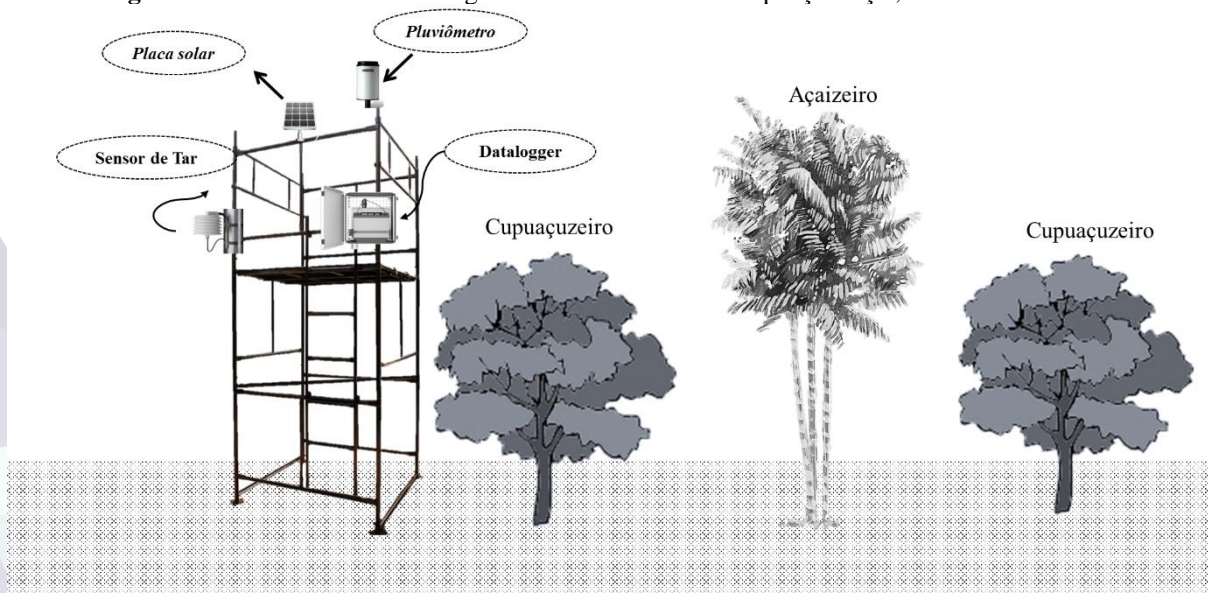
Com base nessas informações de análise de solos, foi efetuado o manejo nutricional com uso de adubação química e orgânica, cuja formulação química continha 13%N-11%P-21%K + 2%Mg, 0,2%B, correspondendo a 2,0 kg/ano/touceira, as quais foram parceladas em três aplicações por ano. O controle de plantas daninhas foi realizado trimestralmente por capina física.

Durante o segundo semestre do ano a área foi irrigada por meio de microaspersão, com um emissor por planta, com pressão de serviço de 5,5 mca e vazão de $34,00 \text{ L h}^{-1}$. A eficiência do sistema de irrigação foi avaliada em 94%. A irrigação ocorreu diariamente a partir da estimativa da evapotranspiração de referência pelo método de Penman-Monteith.

Coleta de dados e análises

As avaliações foram realizadas durante o ano de 2019. Na área experimental foi instalado e instrumentada uma torre micrometeorológica automática programada a um datalogger (CR1000, Campbell Scientific), com registro de médias de 20 em 20 minutos, os sensores instalados foram de precipitação pluviométrica – PP (Hydrological Services – TB4), temperatura do ar – Tar e umidade relativa – UR (HMP45C, Campbell) (Figura 02 e 03).

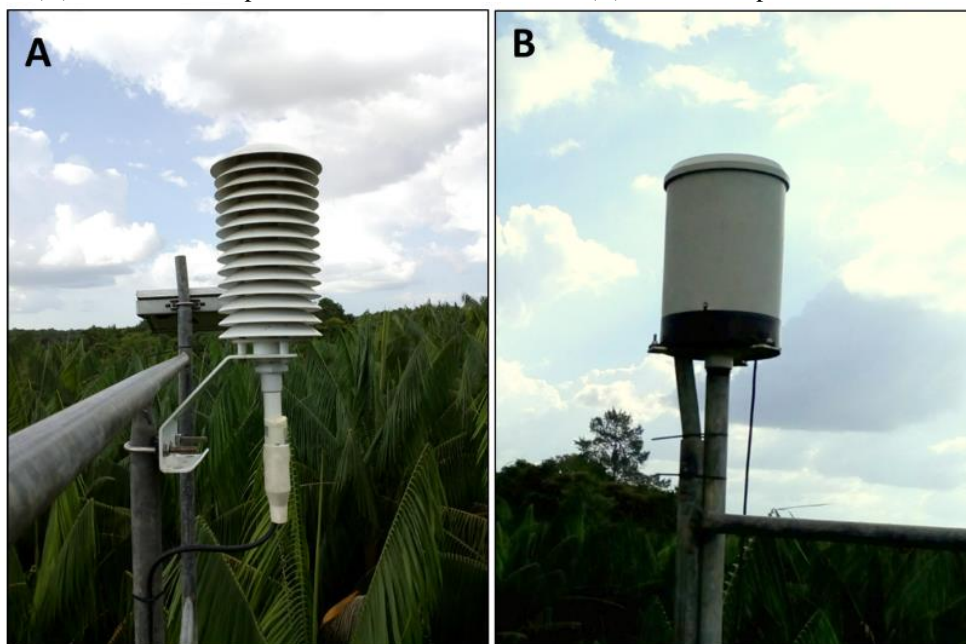
Figura 02: Torre micrometeorológica em um consórcio de cupuaçu e açaí, em Castanhal-PA.



Fonte: Costa (2020).

DURAÇÃO DO PERÍODO DE MOLHAMENTO

Figura 03: Imagens dos sensores na área experimental em um consórcio de Cupuaçu e Açaí, em Castanhhal-PA. Em (A) o sensor de temperatura e umidade relativa, em (B) o sensor de pluviometria.



Fonte: Costa (2020).

Os dados de déficit de pressão de vapor (DPV) foram obtidos através do método de Tetens (1930), utilizando as seguintes equações 01, 02 e 03:

$$es = 0,611 * 10^{\frac{7,5*Tar}{237,3+Tar}} \text{ (eq. 01)}$$

$$ea = \frac{UR * es}{100} \text{ (eq. 02)}$$

$$DPV = es - ea \text{ (eq. 03)}$$

Em que:

es – pressão parcial de saturação de vapor de vapor d'água (kPa);

Tar – temperatura do ar (°C);

ea – pressão parcial de vapor de vapor d'água (kPa);

UR – umidade relativa do ar (%);

DPV – déficit de pressão de vapor de água;

Para determinar a DPM foi utilizado o método empírico da depressão do ponto de orvalho (DPO) $\leq 0,5$ °C. Sendo que o DPO é a diferença entre a temperatura do ar e temperatura do ponto de orvalho durante a madrugada.

A temperatura do ponto de orvalho (To) foi estimada pela equação 04.

$$T_o = \frac{237,3 * \log \left(\frac{ea}{0,611} \right)}{7,5 - \log \left(\frac{ea}{0,611} \right)} \text{ (eq. 04)}$$

Em que:

T_o – Temperatura do ponto de orvalho (°C);

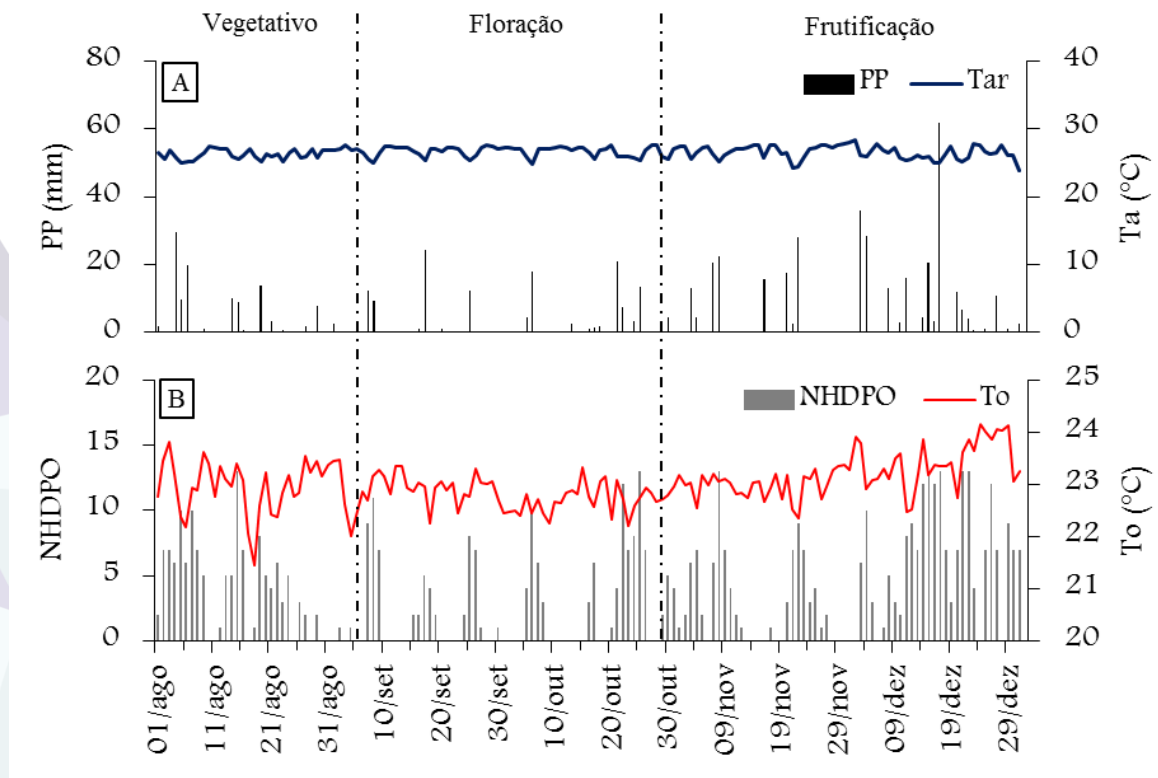
ea – pressão parcial de vapor de vapor d'água (kPa);

O monitoramento fenológico foi realizado semanalmente, considerando avaliação de 10 plantas, sendo que foram observados as fenofases: vegetativo, floração e frutificação. A estatística utilizada foi do tipo descritiva.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período avaliado (01/08/2019 a 31/12/2019), o valor médio da temperatura do ar foi de 26,6 °C ($\pm 0,87$), com amplitude máxima de 28,3 °C e mínima de 23,8 °C. A Precipitação pluviométrica total na área foi de 610,39 mm, obtendo um valor máximo de 61,73 mm no dia 17 de dezembro de 2019 (Figura 04-A).

Figura 04: Variabilidade das condições climáticas na área experimental em um consórcio de Cupuaçu e Açaí, em Castanhal-PA. Em (A) as condições climáticas de Castanhal-PA, em (B) o NHDPO e a T_o no município de Castanhal-PA, ambos avaliados durante 01 de agosto a 31 de dezembro de 2019. Divisão das fases fenológicas do *Theobroma grandiflorum* (Cupuaçu) em um consórcio de cupuaçu e açaí, em Castanhal-Pa, no período de 01 de agosto a 31 de dezembro de 2019.



Fonte: Própria (2020).

DURAÇÃO DO PERÍODO DE MOLHAMENTO

O valor médio da umidade relativa do ar na área foi de 83,6 % ($\pm 5,0$), com máxima de 96,1 % e mínima de 75,3 %. Os valores máximos de PP observados ocorreram no mês de dezembro (227,59 mm), enquanto os menores níveis foram encontrados no mês de setembro (65,02 mm). As maiores médias de Tar foram nos meses de setembro (26,79 °C), outubro (26,66 °C) e novembro (26,77 °C), ao passo que em agosto houve a menor média (26,21 °C) (Figura 04-A).

A To média durante o período avaliado foi de 23,00 °C ($\pm 0,45$), com máxima de 24,14 °C no dia 24 de dezembro de 2019 e mínima de 21,43°C no dia 18 de agosto de 2019 (Figura 04-B). O número de horas de depressão do ponto de orvalho (NHDPO) foi avaliado entre as 18:00 às 06:00 horas, neste horário o maior NHDPO foi de 13 horas. Entre o período avaliado, dezembro foi o mês em que apresentou maior NHDPO e o mês de setembro teve o menor NHDPO (Figura 04-B).

Os resultados mostraram a umidade relativa do ar com média em torno de 83,6 % ($\pm 5,0$), e sua mínima apontando valor de 75,3 %, apesar dos benefícios as plantas, a umidade relativa do ar quando apresenta valores altos pode acarretar em possíveis doenças que comprometem o desenvolvimento e produtividade do cupuaçuzeiro. A umidade relativa entre 80% e 85% propicia na produção de basidióscarpos, que libera basidiosporos (sementes responsáveis pela infecção de plantas), acarretando assim em possíveis doenças fúngicas no cupuaçuzeiro, como, a vassoura-de-bruxa (SOUZA, 2007).

O mês de dezembro apresentou os maiores níveis de NHDPO, e as maiores taxas de precipitações pluviométricas, embora, as menores taxas de Temperatura do ar e da Temperatura do Ponto de orvalho não tenham sido alcançadas neste mês. Assim é possível observar um outro fator que influencia no NHDPO na cultura do cupuaçu é a precipitação pluviométrica. Inferindo que esses elementos podem promover o aparecimento de doenças, e assim diminuir a produtividade quando em alta severidade, como observado no trabalho de Almeida (2009) que estudou o ecossistema do cacauzeiro nas condições climáticas de Camacan – BA. Concomitantemente a precipitação que acarreta o molhamento foliar, somado com a umidade ocasiona susceptibilidade para a infecção e esporulação de fungos, assim acelerando no aparecimento de epidemias (NUNES et al., 2018).

Em relação aos estádios fenológicos, foi observado que os maiores índices de NHDPO aconteceu durante a fase da frutificação dos cupuaçuzeiros. Essas observações podem acarretar visualmente na qualidade dos frutos se acometido por algum tipo de doença e dificultar a comercialização dos mesmos (NUNES, 2000).

Figura 05: Fenofases do cupuaçuzeiro, Castanhal-PA.



Vegetativo



Floração



Frutificação

Fonte: Costa (2020).

Diante do exposto, os dados de NHDPO podem ser aprofundados com correlações de incidências e severidade de doenças que promovem perda de produtividade, como nos estudos de (LOPES e ÁVILA, 2003). Na Amazônia as principais doenças do cupuaçu que podem ser investigadas em relação aos elementos climáticos são: Vassoura de bruxa (*Moniliophthora perniciosa*), Morte progressiva (*Lasiodiplodia Theobromae*) e Mancha de Fomopsis (*Phomopsis* sp.) (SOUZA, 2014).

CONCLUSÕES

A duração do período de molhamento, representado pelo NHDPO, varia em função da temperatura do ponto de orvalho, sendo o valor máximo, durante a intensificação das chuvas, sobretudo, no mês de dezembro do ano avaliado. Em contrapartida, durante o período de menor precipitação pluviométrica apresenta menor NHDPO.

A fenofase de maior risco para cultura do cupuaçu é a frutificação, a qual apresentou maior valor de molhamento, inferindo maior risco de aparecimento de doenças.

DURAÇÃO DO PERÍODO DE MOLHAMENTO

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, H.A.; MACHADO, R.C.R. Estimativa da duração do período de molhamento por orvalho em um ecossistema cacau. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, V.13, n.6, p. 724-728, 2009.

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

ANGELOTTI, F; HAMADA, E. Efeito do deficit hídrico sobre a ocorrência de doenças de plantas. **Embrapa Semiárido-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2017.

ARAÚJO, D. G.; CARVALHO, S. P.; ALVES, R. M. Divergência Genética entre Clones de Cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* Willd ex. Spreng Schum). **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 26, n.1, p.13-21, jan./ fev., 2002.

CIARISSE, O. et al. **Influence of temperature and leaf wetness duration on infection of strawberry leaves by *Micosphaerella fragariae***. *Phytopatology*, v. 90, n.10, p. 1120-1125, 2000.

COSTA, M. C.; MAIA, G. A.; SOUZA, M. S. M. F.; FIGUEIREDO, R.W.; NASSU, R. T.; MONTEIRO, J. C. S. Conservação de polpa de cupuaçu [*Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng.) Schum] por métodos combinados. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.2, p.213-215, 2003.

CARVALHO, Cristhyan .A. C de et al. Efeito do pré-resfriamento de frutos de cupuaçu na aceitação sensorial do néctar. **Revista Agroambiente Online**, v. 9, n. 1, p. 91-95, 2015.

DIAS, Julieth. D. M et al. Desenvolvimento E Avaliação Das Características Físicoquímicas E Da Aceitação Sensorial De Doce Em Massa De Cupuaçu. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 36, n. 1, 2019.

DURIGON, A.; LIER, Q. van. **Duração do período de molhamento foliar: Medição e estimativa em feijão sob diferentes tratamentos hídricos**. *Rev Bras Eng Agric Ambient*, SciELO Brasil, v. 17, p. 200–207, 2013.

GOMES, C. C. DA S.; LIMA, R. A. Revisão Bibliográfica Da Família Malvaceae, Com Ênfase Nas Espécies *Theobroma cacao* L. e *Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng.) Schum. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological** , v. 6, n. 2, p. 218-228, 9 jan. 2020.

GONDIM, TM de S. et al. Aspectos da produção de cupuaçu. **Embrapa Acre-Documentos (INFOTECA-E)**, 2001.

GUIMARÃES, Juliana Porto. **Efeito do ponto de orvalho da atmosfera protetora dos fornos de recozimento contínuo na qualidade do revestimento Galvannealed**. Dissertação (Mestrado em engenharia metalúrgica)- Universidade Federal de Minas Gerais. 2012.

GUYOT, J.; OMANDA, E. N.; PINARD, F. **Some epidemiological investigations on colletotrichum leaf disease on rubber tree**. *Crop Protection*, Elsevier, v. 24, n. 1, p. 65–77, 2005.

HUBER, L.; GILLESPIE, T.J. **Modeling leaf wetness in relation to plant disease epidemiology**. Annual Review of Phitopathology, Palo Alto, v. 30, p. 553-577, 1992.

LOPES, C. A; ÀVILA, A. C. **Doenças do Pimentão: diagnose e controle**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2003, 96p.

LULU, J. **Duração do período de molhamento em vinhedo de ‘Niagra Rosada’ e sua relação com a ocorrência de míldio (Plasmopara viticola)**. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, Piracicaba,SP, Brasil, 2008.

MONTEITH, J. L. **Principles of environment physics**. London, Ed. Edward Arnold. 241p, 1973.

MORAES, Bergson Cavalcanti de et al. Variação espacial e temporal da precipitação no estado do Pará. **Acta amazonica**, v. 35, n. 2, p. 207-214, 2005.

NUNES, Angela Maria Leite. **Análise do progresso temporal e variáveis climáticas associadas à vassoura-de-bruxa (Crinipellis perniciosa) do cupuaçuzeiro (Theobroma grandiflorum) (Willd. ex. Spreng) Schum**. 2000. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, University of São Paulo, Piracicaba, 2000.

NUNES, Cley Donizeti Martins; DA SILVA MARTINS, José Francisco; DEL PONTE, Emerson Medeiros. Validação de modelo de previsão de ocorrência da ferrugem asiática da soja com base em precipitação pluviométrica. **Embrapa Clima Temperado-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, p. 1-13, 2018.

PEREIRA, A. R., ANGELOCCI, L. R., SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba, Ed. Agropecuária. 480p, 2002.

ROSEMBERG, N.J.; BLAD, B.L.; VERMA, S.B. **Microclimate: the biological environment**. New York: John Wiley, 1983. 495p.

SANTOS, V. K. F. **Educação e produção agrícola em sociedades tradicionais: uma perspectiva de associativismo na comunidade Nossa Senhora Aparecida – Coari-AM**. 2016. 183 f. Dissertação(mestrado em Ciências – Educação Agrícola) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2016.

SHARMA, M. L. **Contribution of dew in the hydrological balance of semi-arid grassland**. Agricultura Meteorology, v.17, p.321-331,1976.

SENTELHAS, Paulo C. Et al. **Suitability of relative humidity as an estimator of leaf wetness duration**. Agricultural and forest meteorology, v. 148, n 3, p. 392-400, 2008.

SENTELHAS, Paulo Cesar. **Duração do período de molhamento foliar: aspectos operacionais da sua medida, variabilidade espacial em diferentes culturas e sua estimativa a partir do modelo de Penman-Monteith**. Tese (Livre Docência em Agrometeorologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004. Doi: 10.11606/T.11.2006-073629.

DURAÇÃO DO PERÍODO DE MOLHAMENTO

SILVA, R. J. S. **Caracterização in silico e análise de expressão de genes do tipo PR de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*)**. 2015. 78f. Dissertação (Mestrado em Genética e biologia molecular) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus.

SOUZA, M. G. et al., 2014. **Doenças do Cupuaçu**. Sociedade Brasileira De Fitopatologia (Sbf). Manaus, Amazônia, 2014.

SOUZA, A. das G. C. **Boas práticas agrícolas da cultura do cupuaçuzeiro**. Manaus: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. 56 p

TETENS, V. O. **Über einige meteorologische Begriffe**. Zeitschrift Geophysic, v. 6, n.1, p. 297-309, 1930.

WILLMOTT, C. J. et al. **Statistics for the evaluation and comparison of models**. Journal of Geophysical Research, v.90, n.5, p.8995-9005, 1985.