



## **ANÁLISE PROBABILÍSTICA DO COMPORTAMENTO TÉRMICO PARA TOMADA DE DECISÃO QUANTO AO FLORESCIMENTO DE MANGUEIRAS CV. PALMER EM JUAZEIRO-BA**

**EDGO JACKSON PINTO SANTIAGO<sup>1</sup>; JOSÉ RAMON BARROS CANTALICE<sup>2</sup>; MARIA APARECIDA DO CARMO MOUCO<sup>3</sup>; ATONIO SAMUEL ALVES DA SILVA<sup>4</sup>; FRANK GOMES-SILVA<sup>5</sup>**

### **INTRODUÇÃO**

Inseridas na região do Submédio Vale do São Francisco, os municípios de Juazeiro-BA e Petrolina-PE formam um bipolo que, de acordo com Souza et al. (2018) é um dos maiores produtores e exportadores de frutas do país, com destaque para o cultivo de mangueiras. Neste aspecto, a adoção de técnicas de manejo como irrigação controlada e utilização de fitoreguladores têm possibilitado a produção em qualquer época do ano, fato que, além de dinamizar a produção traz a possibilidade para o produtor escolher o mercado, em função de sua demanda (MOUCO et al., 2012) bem como da remuneração mais atrativa.

As respostas em mangueira à aplicação de fitoreguladores, como o paclobutrazol, podem variar em função das cultivares bem como das condições climáticas, sobretudo a temperatura do ar (SOUZA et al., 2018). Sabe-se que as mudanças climáticas ocorridas mundialmente, nos últimos anos, tem causado um comportamento fenológico complexo em algumas cultivares de manga, como a Palmer. Isso vem refletindo em uma forte diminuição no rendimento da cultura, baixa qualidade dos frutos e uma alta presença de frutos estenoespermocarpicos, os "manguitos".

Há evidências de que este problema tenha como causa provável a ocorrência de temperaturas elevadas durante o florescimento, o que prejudica a formação do grão de pólen. Com isso, objetivou-se ajustar distribuições de probabilidade a dados de temperatura diárias, bem como identificar épocas com maior risco à ocorrência de frutos estenoespermocarpicos em Juazeiro-BA.

1. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Email: edgoj@hotmail.com
2. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Email: cantalice21@hotmail.com
3. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Semiárido). Email: maria.mouco@embrapa.br
4. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Email: antonio.sasilva@ufrpe.br
5. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Email: fraksinatrags@gmail.com

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado com dados diários de temperaturas (2007 a 2018) provenientes da estação meteorológica automática provenientes da estação meteorológica automática do Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais da Universidade do Estado da Bahia, em Juazeiro. Ajustaram-se quatro modelos de distribuições de probabilidade, a saber: Normal (N), Log normal (LN), Gama (G) e generalizada de valores extremos (GVE).

A estimação dos parâmetros de cada modelo foi realizada pelo método de máxima verossimilhança utilizando o Software Stata MP 14.0. A aderência das distribuições aos dados foi verificada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov a 5% de probabilidade de erro. Em seguida, para cada mês, estimou-se a probabilidade da ocorrência de determinados níveis térmicos, por meio da distribuição que melhor se ajustou ao mês em questão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se que a distribuição N apresentou aderência significativa, na maiorias dos meses do ano, para temperaturas médias e mínimas, todavia para temperatura máxima apresentou resultados de aderência não significativa, para cinco meses do ano. Ainda para temperatura máxima, a distribuição GVE destacou-se significativamente entre os demais modelos, em onze meses do ano (Tabela 1). Krue et al. (2015) visando detectar a presença de alterações climáticas (em séries de temperaturas extremas) concluíram que a GVE, em sua forma não estacionária, ou seja, com seus parâmetros variando ao longo do tempo, foi adequada para descrever séries de temperaturas mínimas e máximas diárias do ar.

Tabela 1. Aderência das funções de distribuição de probabilidade pelo teste de Kolmogorov-Smirnov a 5% de probabilidade de erro. (\*) aderência significativa; (ns) aderência não significativa.

|     | Temperatura média |    |    |     | Temperatura máxima |    |    |     | Temperatura mínima |    |    |     |
|-----|-------------------|----|----|-----|--------------------|----|----|-----|--------------------|----|----|-----|
|     | N                 | LN | G  | GVE | N                  | LN | G  | GVE | N                  | LN | G  | GVE |
| JAN | *                 | *  | *  | -   | *                  | ns | ns | *   | *                  | *  | *  | *   |
| FEV | *                 | *  | *  | -   | ns                 | ns | ns | *   | *                  | *  | *  | *   |
| MAR | *                 | *  | *  | -   | ns                 | ns | ns | *   | *                  | *  | *  | *   |
| ABR | *                 | *  | *  | -   | *                  | ns | ns | *   | *                  | *  | *  | *   |
| MAI | *                 | *  | *  | -   | *                  | *  | *  | *   | *                  | ns | ns | *   |
| JUN | *                 | *  | *  | -   | *                  | *  | *  | *   | *                  | ns | ns | *   |
| JUL | *                 | *  | *  | -   | *                  | *  | *  | *   | *                  | *  | *  | *   |
| AGO | *                 | *  | *  | *   | *                  | *  | *  | *   | *                  | *  | *  | *   |
| SET | *                 | *  | *  | *   | *                  | ns | ns | *   | *                  | *  | *  | -   |
| OUT | *                 | *  | *  | -   | ns                 | ns | ns | ns  | *                  | *  | *  | *   |
| NOV | *                 | ns | ns | -   | ns                 | ns | ns | *   | *                  | *  | *  | *   |
| DEZ | ns                | ns | ns | *   | ns                 | ns | ns | *   | *                  | *  | *  | *   |

Obs.: - significa que não foi possível estimar os parâmetros do modelo pelo método de máxima verossimilhança devido a ocorrência de região descontínua no cálculo das derivadas numéricas.

Pela Tabela 2 é possível verificar que há uma probabilidade de 77% que em novembro as temperaturas máximas do ar sejam maiores ou iguais a 33°C. Ainda para este mês, a temperatura mínima diária esperada, com 67% de probabilidade, deve ser maior ou igual a 22 °C.

Ainda em termos de temperaturas mínimas, julho e agosto apresentam cada um, a maior probabilidade (75%) de as referidas temperaturas ficarem entre 16 e 20°C. O trimestre formado por junho, julho e agosto corresponde exatamente a época de florescimento espontâneo das mangueiras na região, o que sugere ser aquela faixa térmica adequada para o florescimento natural de mangueiras.

Tabela 2. Estimativas de probabilidades associadas a níveis térmicos diários ao longo dos meses do ano para o município de Juazeiro-BA. Série histórica de 2007 a 2018.

| Temperatura do ar | Níveis (°C) | Probabilidade associada à temperatura diária- $P(X \geq x)$ |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------------|-------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                   |             | JAN   | FEV  | MAR  | ABR  | MAI  | JUN  | JUL  | AGO  | SET  | OUT  | NOV  | DEZ  |
| Mínima            | 16,0        | 1,00  | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,99 | 0,98 | 0,98 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
|                   | 20,0        | 0,99  | 0,98 | 0,99 | 0,95 | 0,80 | 0,40 | 0,23 | 0,23 | 0,52 | 0,91 | 0,98 | 0,98 |
|                   | 22,0        | 0,67  | 0,60 | 0,67 | 0,52 | 0,24 | 0,06 | 0,01 | 0,02 | 0,08 | 0,37 | 0,67 | 0,65 |
|                   | 24,0        | 0,08  | 0,07 | 0,09 | 0,06 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,11 | 0,09 |
|                   | 26,0        | 0,00  | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Média             | 22,0        | 1,00  | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,99 | 0,98 | 0,99 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
|                   | 24,0        | 1,00  | 0,98 | 0,99 | 0,98 | 0,92 | 0,69 | 0,48 | 0,68 | 0,92 | 1,00 | 1,00 | 0,98 |
|                   | 26,0        | 0,88  | 0,76 | 0,85 | 0,70 | 0,39 | 0,08 | 0,01 | 0,09 | 0,48 | 0,86 | 0,95 | 0,82 |
|                   | 28,0        | 0,39  | 0,27 | 0,33 | 0,17 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,07 | 0,26 | 0,53 | 0,41 |
|                   | 30,0        | 0,04  | 0,03 | 0,03 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,07 | 0,06 |
| Máxima            | 27,0        | 1,00  | 0,99 | 1,00 | 0,99 | 0,98 | 0,98 | 0,95 | 0,98 | 0,99 | 1,00 | 1,00 | 0,99 |
|                   | 30,0        | 0,96  | 0,91 | 0,96 | 0,88 | 0,73 | 0,53 | 0,40 | 0,65 | 0,88 | 0,97 | 0,98 | 0,93 |
|                   | 33,0        | 0,67  | 0,55 | 0,61 | 0,45 | 0,19 | 0,06 | 0,02 | 0,12 | 0,42 | 0,66 | 0,77 | 0,65 |
|                   | 35,0        | 0,29  | 0,19 | 0,22 | 0,11 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,10 | 0,28 | 0,42 | 0,32 |
|                   | 37,0        | 0,02  | 0,00 | 0,01 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,09 | 0,05 |

Pela Tabela 2 é possível notar que em novembro, apesar de haver uma probabilidade de apenas 7% de as temperaturas médias diárias excederem ou serem iguais a 30°C, é o mês com a maior possibilidade comparada com os demais, para a referida temperatura, seguida pelo mês de dezembro.

Apesar de pouco provável mas, não impossível, a ocorrência destes níveis de temperaturas em coincidência com floradas de mangueiras cv. Palmer, pode imprimir prejuízos a formação do grão de pólen. Isso porque temperaturas elevadas reduzem em até 50% sua viabilidade (RAMÍREZ; DAVENPORT, 2010), podendo levar a consequente formação de frutos estenospermocárpicos uma vez que quando a temperatura média atingir 30°C ou superior, a temperatura máxima já atingiu valores altíssimos.

Ainda Segundo Hedhly (2011), o pólen é sensível à variações térmicas já que pode afetar a formação dos gametas, reduzindo sua qualidade o que resulta em problemas durante a fertilização,

germinação do grão de pólen e crescimento do tubo polínico, receptividade do estigma ou ainda no período de formação do embrião.

Em termos de temperatura média do ar, observa-se (Tabela 2) que o trimestre formado por outubro, novembro e dezembro tende a ser o mais quente do ano já que, em média, as probabilidades de serem constatadas temperaturas iguais ou superiores a 28°C é de 40%. Ou seja, espera-se que de outubro a dezembro de cada 5 dias, em dois, ocorram temperaturas médias diárias maiores ou iguais à 28°C.

## CONCLUSÕES

A distribuição de probabilidade N ajustou-se bem aos dados de temperatura média e mínima do ar enquanto a GVE adequou-se mais às temperaturas máximas do ar.

Novembro apresenta-se como o mês com maior probabilidade de temperaturas diárias inadequadas ao florescimento de mangueiras cv. Palmer e portanto, o mês mais propício à ocorrência de frutos estenoespermocarpicos.

## REFERÊNCIAS

- HEDHLY, A. Sensitivity of flowering plant gametophytes to temperature fluctuations. **Environmental and Experimental Botany**, Algarrobo-Costa Málaga, Spain, v. 74, p. 9-16, 2011.
- KRUEL, B. I.; et al. Climate trends in the municipality of pelotas, state of Rio Grande do Sul, Brazil. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 35, n. 4, p. 769-777, 2015.
- MOUCO, M. A. C.; SILVA, D. J.; PRADO, R. M. Mango cultivation in Brazil. In: VALAVI, S. G.; et al. Mango: cultivation in different countries. Houston: Studium Press LLC, v. 2, chap. 22, p. 331-345, 2012.
- RAMIREZ, F.; DAVENPORT, T. L. Mango (*mangifera indica* L.) flowering physiology. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 126, p. 65-72, 2010.
- SOUZA, M. A.; et al. Manejo da quimigação para indução floral da mangueira ‘Palmer’ no Submédio do Vale do São Francisco. **Irriga**, Botucatu, v. 23, n. 3, p. 442-453, 2018.