TEMPERATURAS ELEVADAS NO FLORESCIMENTO DE CAFEEIROS – I. DURAÇÃO EM DIAS SEGUIDOS COM TEMPERATURAS MÁXIMAS SUPERIORES À 34º C

Angela IAFFE[1], Hilton Silveira PINTO[2], Jurandir ZULLO[3], Eduardo ASSAD[4].

Introdução

A ocorrência de períodos prolongados com temperaturas elevadas predispõe à abscisão de floradas (CAMARGO e CAMARGO, 2001). Entre outras desordens fisiológicas, têm sido relatadas pequena percentagem de polinização (REDDY 1979), formação floral anormal, denominadas como flores-estrelas (GUERREIRO, 2001), mesmo com o emprego de irrigação (ASSAD e PINTO, 2001).

Nas diversas regiões de SP verifica-se queda na produtividade de café quando as floradas coincidem com ocorrência de temperaturas máximas elevadas (GUERREIRO, 2001). Porém os danos relatados nas lavouras costumam ser diferentes se ocorrem valores extremos isolados ou se permanecem por dias seguidos. No cafeeiro, temperaturas de 34ºC afetando crescimento foram observadas por NUNES e BIERHUIZEM (1979) estabelecendo-se um parâmetro importante, empregado no zoneamento do café arábica (ASSAD e PINTO, 2001).Utilizando-se modelo de cadeia de Markov pretende-se obter informações quantitativas e qualitativas sobre as freqüências observadas e riscos esperados de temperaturas iguais ou superiores ao limite de 34ºC em algumas regiões, úteis para planejamento e zoneamento agroclimático para a cultura de *C. arábica* **L**.

Material e métodos

Os dados utilizados neste trabalho são os registros diários das temperaturas máximas do período de 1962 a 2003 das localidades: Adamantina e Votuporanga (Fonte: IAC-CEB-Climatologia); Botucatu (Fonte:Ministério Agricultura); Campinas e Garça (Fonte: CEPAGRI e Cooperativa Garcafé, respectivamente). Foram compiladas as seqüências de dias em que a temperatura do ar foi igual ou superior à 34º C, de setembro à novembro. Considerou-se que a seqüência pertencia ao mês em que ela terminava, independente de quando tivesse começado. Inicialmente, foram determinadas as probabilidades de um dia ter temperatura máxima igual ou maior que 34ºC (P"quente" ou PQ) ou não (P"frio" ou PF). Em seguida, foram calculadas as probabilidades condicionais de transição: Probabilidade de um dia ser quente dado que o dia anterior foi quente (PQ/Q), ou se o dia anterior foi frio (PQ / F) e assim por diante: (PF/ F) ou (P F / Q), apenas os 2 estados. A metodologia para cálculo dos parâmetros foi baseada em ARRUDA e PINTO (1980), utilizando a expressão: $\mathrm{P0} = \sum_{x=1}^{30} f(x) \times N^{-1}$ sendo f (x) a freqüência observada com permanência de x dias. Baseado nestas probabilidades e utilizando o modelo de cadeia de Markov de primeira ordem e transição entre dias consecutivos assumida como estacionária para o modelo matemático (GABRIEL e NEUMANN, 1962) foram determinadas as probabilidades de seqüência de dias com temperaturas elevadas, para o trimestre setembro a novembro (Figura 1). Verificou-se o ajustamento dessas seqüências à distribuição de cadeia de Markov pelo teste de Kolmogorov-Smirnov para probabilidade de significância α = 0,05.

Resultados e discussão

As probabilidades de períodos com temperaturas elevadas nas regiões cafeeiras no período principal de florescimento são apresentadas na Figura 1. Verifica-se que as temperaturas elevadas apresentam-se com expressiva freqüência.

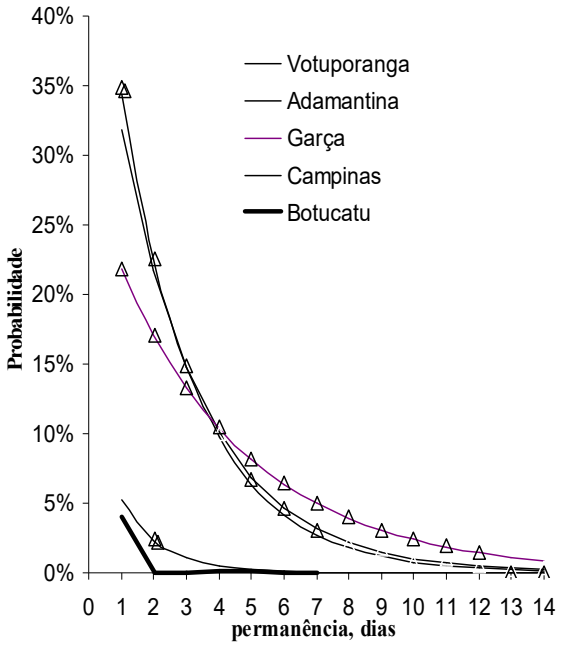

Figura 1. Permanência observada em dias com temperaturas maiores que 34ºC, representadas pelos triângulos. As linhas contínuas apresentam o ajuste por cadeia de Markov para o trimestre setembro-outubro-novembro.

Os resultados obtidos nas regiões indicam que os dias com temperatura alta ocorrem agrupados e não

[1] Doutoranda do Curso de Fisiologia Vegetal, IB / UNICAMP – CEPAGRI - Av. André Tosello, 209, Barão Geraldo, Caixa Postal 6041, CEP 13083-886 – Campinas, SP, e-mail: angela@cpa.unicamp.br. Bolsista CNPq.

[2] Prof. Dr. Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura – CEPAGRI/UNICAMP. Cidade Universitária "Zeferino Vaz" - Barão Geraldo - Campinas - SP CEP 13081-970, e-mail: hilton@cpa.unicamp.br. Bolsista CNPq.

[3] Prof. Dr. do Departamento de Planejamento. FEAGRI - CEPAGRI/UNICAMP. Cidade Universitária "Zeferino Vaz" - Barão Geraldo - Campinas - SP CEP 13081-970, e-mail: jurandir@cpa.unicamp.br.

[4] Dr., Pesquisador Científico, CNPTIA/EMBRAPA, CEPAGRI/UNICAMP. Cidade Universitária "Zeferino Vaz" - Barão Geraldo - Campinas - SP CEP 13081-970 e-mail: assad@cnptia.embrapa.br

de forma independente. Os resultados concordam com observados por ESTEFANEL *et al*. (1994), em Santa Maria, RGS. Os autores verificaram que quando uma massa de ar quente provoca uma elevação da temperatura na região, a tendência é que permaneça por vários dias, até a entrada de uma frente fria estabelecendo uma nova condição sinótica.

Nas regiões de Votuporanga e Adamantina, períodos com 4 dias consecutivos de temperaturas elevadas ocorrem com um risco de 15 % conforme apresentado na Figura 1. Comparados com regiões tradicionais para cultivos permanentes, o estresse térmico pode ser considerável (ESTEFANEL *et al*., 1994).

Para a região de Adamantina, o mês de setembro já apresenta altas temperaturas, o que deve ser considerado em estudos para o florescimento do café Arábica.

Os meses de setembro a novembro apresentam crescente probabilidade de ocorrência de temperaturas máximas extremas. As probabilidades são muito reduzidas para Campinas e Botucatu. Em Botucatu, as únicas ocorrências registradas de 4 dias consecutivos com temperaturas máximas superiores à 34º C, foram em 7 e 27 outubro de 1963 e 1968, dois anos com secas excepcionais que atingiram todo o Estado de São Paulo. O último registro é 21 janeiro de 1971. Todas as localidades também registram ocorrência neste último decêndio de janeiro de 1971, configurando um evento de excepcional abrangência.

A distribuição de cadeia de Markov representou adequadamente a anomalia investigada, segundo o teste de Kolmogorov-Smirnov, exceto para matrizes esparsas como é o caso de região de temperaturas amenas, Botucatu, situada a 870 m de altitude.

Conclusões

Os resultados mostraram que o risco de dias seguidos com temperaturas altas pode ser adequadamente previsto por cadeia de Markov, pois exibem duas características fundamentais: persistência e sazonalidade. Votuporanga, Adamantina e Garça apresentam 15% de probabilidade de permanência de 3 dias com temperaturas máximas do ar iguais ou superiores à 34 ºC no período principal de florescimento do cafeeiro.

Referências bibliográficas

ARRUDA, H.V.; PINTO, H.S. An alternative model for Dry-Spell probability analysis. **Monthly Weather Review**, v. 108, American Meteorology Society, notes and correpondence, p. 823-825, june, 1980.

ASSAD, E.D; PINTO, H.S. (org.) Zoneamento agroclimático para o cultivo do café (C. Arábica) para os estados de São Paulo, Paraná, Minas Gerais, Goiás e sudoeste da Bahia. Brasília, Embrapa-Funcafé, 94 p., 2001.

ESTEFANEL, V.; SCHNEIDER, F.M.; BURIOL, G.S. Probabilidade de ocorrência de temperaturas máximas do ar prejudiciais aos cultivos agrícolas em Santa Maria, RS. **Rev. Bras. de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 2, p. 57-63, 1994.

GABRIEL, K.R.; NEUMANN, R. A Markov chain model for rainfall occurrence at Tel Aviv. **Quart. J.R. Met. Soc**., v. 88, p. 90-95, 1962.

GUERREIRO, G. Forte calor traz mais um problema para as lavouras. **Informativo da Cooperativa dos Cafeicultores da Região de Garça**. ano V, n. 57, outubro 2001.

NUNES, M.A.; BIERHUIZEN, J.F. I-Effect of light, temperature and CO2 on photosynthesis of Coffea arabica. **Acta Botanica Neerlandica**, v.17, p.93-102, 1968.

REDDY, A.G.S.M. Quiescence of coffee flower buds and observations on the influence of temperature and humidity on its release. **Journal of Coffee Research,** India, v. 9, n.1, p.1-13, 1979.