

PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE TEMPERATURAS DO AR SUPERIORES A 34° C ASSOCIADAS COM DEFICIÊNCIA HÍDRICA NO FLORESCIMENTO DE *Coffea arabica* L.

Angela IAFFE¹ e-mail: angela@cpa.unicamp.br, Hilton S.PINTO¹ ; Eduardo D.ASSAD; Jurandir ZULLO¹; Paulo MAZZAFERA²; José C.OTOBONI³

¹CEPAGRI - Centro de Pesquisas meteorológicas e Climáticas aplicadas à Agricultura, ²Instituto Biologia / UNICAMP, Campinas, SP. ³ Garcafé, Garça, SP.

Resumo:

Os riscos de temperaturas do ar elevadas durante as fases fenológicas do florescimento e início de estabelecimento de frutos, foram investigados através de ajuste à distribuição de valores extremos. Foram pesquisadas as relações de frequência de ocorrência de temperaturas (Tmax) superiores a 34 °C junto com períodos com deficiência hídrica (def) maiores que o normal. Os testes de qui-quadrado mostraram associação entre períodos com déficit e temperaturas do ar elevadas, nos meses de Setembro a Novembro, inclusive para as regiões de temperaturas mais amenas, como Campinas e Botucatu mostrando relações entre as variáveis (Tmax e def). Embora colineares, configuram um efeito ambiental deletério com danos por abortamento de flores e devem ser investigados com técnicas estatísticas adequadas para subsidiar previsões de safra.

Palavras-chave: agrometeorologia, fenologia, floração, calor, disponibilidade hídrica, *Coffea arabica* L

PROBABILITY OF OCCURRENCE HIGH AIR TEMPERATURES ABOVE 34° C ASSOCIATED WITH DRY SPELL ON THE FLOURISHING OF *Coffea arabica* L.

Abstract

The risks of high temperature during the phenological phases of the flourishing and at the beginning of the fruit settlement, were investigated through the adjustment of the extreme values distribution. The research involved the relationship of the occurring (Tmax) temperatures above 34 C connected with periods of hydric deficiency (def) above the normal. The Chi-square test indicated the association between dry spell periods and high air temperatures, during the months of September to November, involved also regions with mild temperatures such as Campinas and Botucatu, displayed association between the variable (Tmax and def). Although collinear, they shaped an environmental effect deleterious with damage by flowers miscarriage and should be investigated with suitable technical statistics to aid coffee crop forecast.

Key words: Phenology, star-flowers, soil moisture, abscission, temperature, agrometeorology.

Introdução

Temperaturas elevadas no período de floradas do cafeeiro, de setembro a novembro, têm sido observadas prejudicando o estabelecimento inicial de frutos. Estes efeitos têm mostrado serem mais prejudiciais quando associados a um período com deficiência hídrica. A determinação da probabilidade de ocorrência de temperaturas do ar elevadas nas diversas épocas é de grande interesse para o planejamento na cultura, no manejo de irrigação, no estabelecimento de planos de seguros, entre outros.

As restrições detectadas no Zoneamento Agroclimático para o *Coffea arabica* L. (Assad, Pinto et al. 2001) se referem tanto à deficiência hídrica acentuada (acima de 130 mm), quanto à restrição térmica, com temperaturas médias anuais superiores à 24° C e probabilidade de ocorrência de temperaturas maiores que 34° C durante o pegamento da florada, em setembro e outubro, muitas vezes, com períodos prolongados de duração, variando de 2 dias à semanas com temperaturas do ar elevadas. Em vista da cultura estar se expandindo em área marginal são necessárias mais investigações para obter informações úteis para o correto manejo na produção de café.

O objetivo do trabalho foi estabelecer relações entre probabilidades de ocorrência de temperaturas do ar superiores à 34 °C associadas a estiagens ou veranicos, na floração do café. As correlações com os desvios de deficiências hídricas superiores às normais nas respectivas regiões foram investigados por balanço hídrico sequencial. Os períodos analisados mensalmente ou decendialmente indicaram déficit sempre que o armazenamento de água disponível no solo alcançou consumo de 50 %. A verificação de associação foi realizada através de aplicação de teste χ^2 , sendo apresentadas as matrizes de correlações parciais para as diversas regiões.

Material e Métodos

Foram compilados dados de temperaturas extremas diárias das regiões: Unaí, MG (latitude 16°46'01"S e altitude 546m) obtidos no período de 1986 a 1997, cedidos pelo CPACerrados-Embrapa; Campinas (dados do posto da FEAGRI/UNICAMP, período 1898 a 2001, cedidos pelo CEPAGRI; e posto IAC –Setor Climatologia, CEB, período 1959 a 1977); Botucatu (dados IAC – Setor Irrigação, CEB, período 1959 a 1977, Fazenda experimental do Ministério da Agricultura); Pindorama (dados IAC – Setor Climatologia CEB, período 1959 a 1995); Ribeirão Preto (dados IAC – Setor Climatologia CEB, período 1939 a 1999); Adamantina (dados IAC – Setor Climatologia CEB, período 1992 a 2001); Votuporanga (dados IAC – Setor Climatologia CEB, período 1991 a 2001).

Foram calculados os balanços hídricos sequenciais (mensal e decendial), por Thornthwaite & Mather (1955) com auxílio de planilha EXCEL[®] (ROLIM et al., 1998), considerando uma capacidade de armazenamento de água no solo de 125 cm. Para cada ano em análise, foi verificado o **desvio** das deficiências hídricas ocorridas em relação às *normais* da região, posteriormente, foram comparados períodos com déficit sempre que o armazenamento de água disponível no solo (CAD= 125 cm) alcançou consumo de 50%. As relações observadas foram testadas por correlações e qui-quadrado para significância de $\alpha=5\%$.

Resultados e Discussão

Os eventos de temperaturas do ar mais elevadas registrados nas regiões, ocorreram durante o período de setembro a novembro. As freqüências observadas em períodos decendiais são apresentadas na Tabela 1, e contrastados entre decêndios em que ocorreram também déficit hídrico ou não. Em todas as regiões as freqüências esperadas calculadas foram consistentes com as observadas (Tab. 1, conforme teste do qui-quadrado), demonstrando associação entre as anomalias climáticas.

Tabela 1. Freqüências observadas de períodos decendiais secos ao longo da estação chuvosa, de setembro a novembro e ocorrência de temperaturas do ar elevadas em regiões cafeeiras. A tabela de contingência indica as freqüências esperadas, o teste de qui-quadrado calculado e probabilidades (significância de alfa = 0,05 * e alfa=0,01 **)

Região	Temperaturas do ar			χ^2	prob
Campinas	Temperaturas máximas			32,9	0,000 ** signif. 1%
	Balanço hídrico				
	1957 a 2001	Sem ou até 50 mm de déficit	< 34 °C 37 21,92	> 34 °C 14 29,08	Observado <i>esperado</i>
		Deficiência > 50 mm	12	51	Observado
<i>n</i> =114		27,08	35,92	<i>esperado</i>	
Unaí, MG	Temperaturas máximas			16,8	0,000 ** signif. 1%
	Balanço hídrico				
1986 a	Sem DF até 50 mm de ARMAZ	< 34 °C 7	> 34 °C 3	Observado	

1991		2,20	7,80	<i>esperado</i>		
	ARMAZENAMENTO < 50 mm	5	36	Observado		
<i>n</i> =50		8,80	31,20	<i>esperado</i>		
Votuporanga		Temperaturas máximas			10,8	0,001*
	Balanço hídrico	< 34 °C	> 34 °C			<i>signif. 1%</i>
1993 a	Sem ou até 50 mm de déficit	11	24	Observado		
2001		5,62	29,38	<i>esperado</i>		
	Deficiência > 50 mm	5	44	Observado		
<i>n</i> =81		7,38	38,62	<i>esperado</i>		
Adamantina		Temperaturas máximas			7,3	0,07
	Balanço hídrico	< 34 °C	> 34 °C			<i>não signif</i>
1993 a	Sem ou até 50 mm de déficit	11	24	Observado		
2001		6,22	28,78	<i>esperado</i>		
	Deficiência > 50 mm	5	50	Observado		
<i>n</i> =114		9,78	45,22	<i>esperado</i>		
Pindorama		Temperaturas máximas			24,8	0,000 **
	Balanço hídrico	< 34 °C	> 34 °C			<i>signif. 1%</i>
1967 a	Sem ou até 50 mm de déficit	71	9	Observado		
1979		60,17	19,83	<i>esperado</i>		
	Deficiência > 50 mm	17	20	Observado		
<i>n</i> =117		27,83	9,17	<i>esperado</i>		
Botucatu		Temperaturas máximas			7,1	0,008 **
	Balanço hídrico	< 34 °C	> 34 °C			<i>signif. 1%</i>
1962 a	Sem DF até 50 mm de ARMAZ	14	9	Observado		
1971		18,40	4,60	<i>esperado</i>		
	ARMAZENAMENTO < 50 mm	58	9	Observado		
<i>n</i> =90		53,60	13,40	<i>esperado</i>		
Ribeirão Preto		Temperaturas máximas			89,2	0,000 **
	Balanço hídrico	< 34 °C	> 34 °C			<i>signif. 1%</i>
1939 a	Sem ou até 50 mm de déficit	221	89	Observado		
1999		167,55	142,45	<i>esperado</i>		
	Deficiência > 50 mm	66	155	Observado		
<i>n</i> =531		119,45	101,55	<i>esperado</i>		

As relações observadas nos municípios estudados como Votuporanga e Ribeirão Preto são concordantes com as investigadas por Orozco e Robledo (1978) e Gutierrez e Meinzer (1994a) em regiões diversas como Colômbia e Hawaii. Nos estudos, os autores mediram a temperatura do solo e das folhas de cafeeiros submetidas a ciclos de irrigação e déficit hídrico. Os dados foram registrados entre 26 e 46 dias depois da suspensão da irrigação. O balanço de energia indicou que o déficit de umidade do solo incrementou a temperatura do solo e folhas durante o dia. A partição de energia demonstrou que o componente relativo ao calor sensível foi maior durante a seca caindo rapidamente quando retomada a irrigação devido ao aumento da fração referente ao fluxo de perda de calor latente.

Em todas as regiões no presente estudo, setembro foi o mês que apresentou o maior número de dias com temperaturas do ar maiores que 34°C, no mês e ocorrendo consecutivos. Nestes períodos, a elevação da temperatura do ar foi proporcional à duração em dias da estiagem. Avila et al. (1996) reportaram deficiências neste mês em que as precipitações foram menores que a evapotranspiração, no RGS. Nas séries investigadas, no Estado de SP, Adamantina foi a única região que apresentou significância apenas para 10%, quer dizer, nas outras regiões a probabilidade da associação foi de 99%, enquanto que Adamantina, seria apenas 90%. Observando detalhadamente os dados, nota-se que Adamantina se destaca pela persistência de dias seguidos com temperatura do ar superior a 34 °C. Adicionalmente, um aspecto que deve ter uma discussão aprofundada se refere à capacidade de armazenamento no solo adotada preliminarmente (CAD=125 mm) que não contempla a heterogeneidade dos solos das distintas regiões, como possivelmente, ocorre em Adamantina.

A característica climática nas zonas cafeeiras no Estado de São Paulo frequentemente apresenta veranicos que podem ser significativos dependendo da fase fenológica do cafeeiro, principalmente na época do florescimento em setembro (Camargo e Camargo, 2001; Nunes e Bierhuizen, 1968). Gutierrez et al. (1994 b) demonstraram detalhadamente os efeitos covariáveis na fisiologia do cafeeiro, por meio do balanço de energia, de fatores como vento, déficit de pressão de vapor e saldo de radiação líquida na resposta dos estômatos. Estas condições climáticas apresentam complexidade na análise estatística, pois além de violarem a pressuposição de independência entre variáveis, (temperatura do ar e disponibilidade hídrica) são fenômenos influenciados por condições sinóticas do tempo.

Referências bibliográficas

- Assad, E.; Pinto, H. (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-Funccafé, 94p., 2001.
- Assis, F.N.; Arruda, H.V.; Pereira, A.R. Aplicações de estatística à climatologia. Pelotas, Ed. Universitária/ UFPel, 161 p., 1996.
- Avila, A.M.H.; Berlato, M.A.; Silva Da, J.B.; Fontana, D.C. Probabilidade de ocorrência de precipitação pluvial mensal igual ou maior que a evapotranspiração potencial para a estação de crescimento das culturas de primavera-verão no Estado do Rio Grande do Sul. Pesquisa Agropecuária Gaúcha, v.2, n.2, p. 149-154, 1996.
- Butler, D.R. Coffee leaf temperatures in a tropical environment. Acta Bot. Neerl., Oxford, v. 26, p.129-140, 1977.
- Camargo, A. Paes; Picini, A.G. Modelo para estimativa de ETp considerando a advecção regional em climas áridos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 9 ., 1995. Campina Grande, Anais... Campina Grande: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1995. p. 407-408.
- Camargo, A.Paes.; Camargo, M.B.Paes. Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica nas condições tropicais do Brasil. Bragantia, Campinas, v. 60, n.1, p.65-68, 2001.
- Crisosto, C.H.; Grantz, D.A.; Meinzer, F.C. Effects of water deficit on flower opening in coffee (Coffea arabica L.) Tree Physiology (Canada) v.10, n.2 p.127-139, 1992.
- Gutierrez, M.V.; Meinzer, F.C. Energy balance and latent heat flux partitioning in coffee hedgerows at different stages of canopy development. Agricultural and Forest Meteorology (Holanda), v. 68, n.3-4, p.173-186, 1994 a.
- Gutierrez, M.V.; Meinzer, F.C.; Grantz, D.A. Regulation of transpiration in coffee hedgerows: covariation of environmental variables and apparent responses of stomata to wind and humidity. Plant Cell and Environment v.17, n.12, p.1305-1313., 1994 b.
- 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.
- Rolim, G.S.; Sentelhas, P.C.; Barbieri, V. Planilhas no ambiente Excel para cálculos de balanço hídrico: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v.6, n. 1, p. 133-137, 1998.