

PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE TEMPERATURAS SUPERIORES A 30°C NO FLORESCIMENTO DO FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris* L), CULTIVADO NA SAFRA DAS ÁGUAS NO ESTADO DO PARANÁ¹

PROBABILITY OF OCURRENCE OF TEMPERATURES ABOVE 30°C DURING FLOWERING OF COMMON BEANS (*Phaseolus vulgaris* L), GROWN DURING THE RAINY SEASON IN THE STATE OF PARANA, BRAZIL

Sergio Luiz Gonçalves², Marcos Silveira Wrege², Paulo Henrique Caramori³, Edegar José Mariot³ e Miguel Abucarub Neto⁴

RESUMO

O feijoeiro (*P. vulgaris* L.), é uma planta muito sensível a temperaturas superiores a 30°C no florescimento, que causam abscisão de flores, provocando assim redução no número de vagens por planta e perdas de rendimento. O Estado do Paraná situa-se numa faixa de transição climática, apresentando regiões diferenciadas quanto à ocorrência deste problema. Utilizando-se séries de dados de temperatura de 29 estações do Instituto Agrônomo do Paraná, foram calculadas as probabilidades empíricas de ocorrência de temperaturas superiores a 30°C no período do florescimento do feijoeiro, na safra “das águas”, para cinco épocas de semeadura, simuladas no décimo quinto dia dos meses de julho a novembro. Foram obtidas correlações lineares significativas entre os níveis de risco e latitude e altitude, as quais permitiram mapear o Estado em diferentes faixas de risco. Nas regiões mais elevadas localizadas no Sul do Estado, a probabilidade de ocorrência de altas temperaturas foi sempre menor que 20%, para todas as datas de semeadura simuladas, constituindo-se na área de menor risco de danos por altas temperaturas no período do florescimento. Nas outras regiões, quanto mais ao Norte e ao Oeste e quanto mais tardia a época de semeadura dentro do período avaliado, maiores foram os riscos, sendo superiores a 40 e 60% para semeaduras efetuadas a partir de 15 de setembro, indicando haver restrições para o cultivo nas épocas de semeaduras tardias.

¹ Trabalho realizado com suporte do Ministério da Agricultura e do Abastecimento.

² Eng^o Agr^o; MSc; bolsista FINATEC - UnB, Cx. P. 481, CEP 86001-970, Londrina, PR.

³ Eng^o Agr^o; PhD; IAPAR, Cx. P. 481, CEP 86001-970, Londrina, PR.

⁴ Técnico-Processamento de Dados, bolsista FINATEC-UnB, Cx. P. 481, CEP 86001-970, Londrina, PR.

Palavras-chave: feijoeiro, altas temperaturas, florescimento, risco climático.

SUMMARY

The common beans (*P. vulgaris* L.) is very sensitive to temperatures above 30°C during flowering, which may cause flower abortion and decrease the number of pods per plant. The State of Parana is located in a region of climatic transition, encompassing distinct thermal regimes. Climatological records from 29 weather stations from Instituto Agronômico do Paraná were used to calculate the empirical probabilities of occurring temperatures above 30°C during the flowering period of common beans cropped in the rainy season. Multiple linear regressions were obtained between observed risk at the station, and latitude and altitude, allowing to map the State according to the level of risk. The elevated areas located in the South of the State comprise lower levels of risk, with values always below 20% for all sowing dates. In the other regions, the risk increases towards North and West, with probabilities higher than 40 and 60% occurring for sowing dates starting on September 15. These results indicate restrictions to cultivate beans in these warmer areas if sowing is made late.

Key words; beans, high temperatures, flowering, climatic risk.

INTRODUÇÃO

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) é originário de tipos silvestres, cujos habitats naturais se estendem desde o Norte do México, até o Noroeste da Argentina. A domesticação da espécie permitiu que a mesma fosse cultivada desde as Ilhas Chiloé, no Chile, até as províncias de Alberta e Saskatchewan, no Canadá (SINGH et al., 1996). Segundo MARIOT (1989), o feijoeiro é a leguminosa comestível que apresenta a mais ampla distribuição geográfica, sendo cultivado em locais cuja temperatura ambiente oscila entre 10 e 35°C, com a maioria da produção da América Latina sendo procedente de microrregiões cujas temperaturas médias durante a estação de cultivo, variam entre 17,5 e 25°C. Nestas regiões, a época de semeadura é determinada para que a floração possa ocorrer quando a temperatura média do ar oscilar próximo à faixa considerada ótima, de 21°C ±2. Do mesmo modo, van SCHOONHOVEN e VOYSEST (1989), citados por BAIGES et al. (1996), relataram que a produção de feijão na América Latina está limitada a ambientes de temperatura amena, sendo que 94% da produção é colhida em locais com temperaturas médias diárias inferiores a 23°C.

O calor excessivo causa danos no feijoeiro em qualquer estágio de desenvolvimento das plantas (DICKSON e PETZOLDT, 1989). Vários autores demonstraram porém, que os maiores prejuízos ocorrem no estágio de desenvolvimento reprodutivo, quando temperaturas variando entre 30 e 40°C ocasionam redução no rendimento, por provocarem abortamento de flores e botões florais (DICKSON e PETZOLDT, 1989; MONTERROSO e WIEN, 1990; KONSENS et al., 1991; AGTUNONG et al., 1992; SHONNARD e GEPTS, 1994). A planta é particularmente mais sensível na pré-fertilização, ou seja, antes da antese (DICKSON e PETZOLDT, 1989; MONTERROSO e WIEN, 1990). As reduções no rendimento ocorrem porque as altas temperaturas esterilizam o grão de pólen (FARLOW et al., 1979; WEAVER et al., 1985; WEAVER e TIMM, 1988) e elevam a produção de etileno na planta (SAUTER et al., 1990), fatores relacionados com queda de flores e granação deficiente.

O Estado do Paraná, principal produtor brasileiro de feijão, é cortado pela linha do Trópico de Capricórnio, que o coloca numa faixa de transição e de variabilidade climática. Assim, possui regiões tropicais, onde as temperaturas médias em todos os meses são superiores a 18°C e subtropicais, com temperaturas médias do mês mais frio inferiores a 18°C e do mês mais quente superiores a 22°C. Além disto há regiões de clima ameno, cuja média do mês mais frio é inferior a 18°C e a do mês mais quente, inferior a 22°C (INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ, 1994). Com exceção do litoral, as temperaturas no Paraná diminuem do norte para o sul e das baixas para as mais elevadas altitudes (INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E FLORESTAS, 1987; INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ, 1994). O período de semeadura do feijoeiro na safra “das águas”, ocorre entre os meses de julho e novembro. O objetivo deste trabalho, foi o estudo da probabilidade de ocorrência de temperaturas superiores a 30°C, na época de florescimento do feijoeiro cultivado na safra “das águas” e estabelecer relações entre a probabilidade de ocorrência de temperaturas superiores a 30°C, com a época de semeadura do feijão no Estado do Paraná.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas as informações das séries de dados climatológicos de 29 estações do IAPAR, distribuídas por todo o Estado conforme a Tabela 1. Os dados de temperaturas máximas de cada estação meteorológica, desde sua instalação até janeiro de 1996, foram utilizados para o cálculo das probabilidades empíricas de ocorrência de temperaturas máximas superiores a 30°C, para períodos decendiais móveis ao longo do ano, com passo 1 (1-10, 2-11, 3-12 e assim sucessivamente). Estas informações e o conhecimento do ciclo médio das cultivares de feijoeiro recomendadas para o Estado do Paraná, permitiram obter um valor médio de probabilidade de ocorrência de temperaturas superiores a 30°C, no período compreendido

entre três dias anteriores à antese e a floração plena, considerado entre 37 e 52 dias após a emergência. Assumiu-se que a emergência ocorre em média sete dias após a sementeira no Norte do Estado e na região do município de Cerro Azul, ou 10 dias após a sementeira, no Sul do Estado. Os cálculos foram feitos para sementeiras simuladas em 15 de julho, 15 de agosto, 15 de setembro, 15 de outubro e 15 de novembro. Com os dados das probabilidades para cada época de sementeira, foram calculadas regressões lineares, que permitiram correlacionar a probabilidade empírica de ocorrência de temperaturas superiores a 30°C, com altitude e latitude. Os parâmetros da equação de regressão foram considerados significativos quando a probabilidade de exceder o valor de t foi inferior a 0.05. No caso de um dos parâmetros ultrapassar o valor admitido, o parâmetro não significativo foi eliminado, sendo apresentada somente uma regressão linear simples com o parâmetro significativo. As equações obtidas para cada data de sementeira, juntamente com o mapa de relevo do Estado do Paraná, na escala 1:1.400.000 (INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E FLORESTAS, 1987), foram utilizados como suporte para traçar as isolinhas de risco, com intervalos de 20%.

Tabela 1. Municípios, coordenadas geográficas das estações meteorológicas do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) e ano de início da série de dados utilizados.

Local	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)	Ano do início da série
Apucarana	23°30'	51°32'	746	1961
Bandeirantes	23°06'	50°21'	440	1974
Bela Vista do Paraíso	22°57'	51°12'	600	1971
Cambará	23°00'	50°02'	450	1971
Cândido de Abreu	24°38'	51°15'	645	1988
Cascavel	24°53'	53°33'	660	1972
Cerro Azul	24°49'	49°15'	344	1972
Cianorte	23°40'	52°35'	530	1971
Clevelândia	26°25'	52°21'	930	1972
Francisco Beltrão	26°05'	53°04'	650	1973
Guarapuava	25°21'	51°30'	1058	1972
Ibiporã	23°16'	51°01'	484	1971
Joaquim Távora	23°30'	49°57'	512	1971
Lapa	25°47'	49°46'	910	1988
Laranjeiras do Sul	25°25'	52°25'	880	1972
Londrina	23°22'	51°10'	585	1976
Nova Cantu	24°40'	52°34'	540	1972
Palmas	26°29'	51°59'	1100	1978
Palotina	24°18'	53°55'	310	1972
Paranavaí	23°05'	52°26'	480	1971
Pato Branco	26°07'	52°41'	700	1978
Pinhais	25°25'	49°08'	930	1970
Planalto	25°42'	53°47'	400	1973
Ponta Grossa	25°13'	50°01'	880	1954
Quedas do Iguaçu	25°31'	53°01'	513	1972
São Miguel do Iguaçu	25°26'	54°22'	260	1982
Teixeira Soares	25°27'	50°35'	893	1963
Telêmaco Borba	24°20'	50°37'	768	1971
Umuarama	23°44'	53°17'	480	1971

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros das regressões lineares, obtidos para cada época de semeadura, são apresentados na Tabela 2. A correlação com a altitude foi altamente significativa em todas as épocas. A correlação com a latitude apresentou alta significância no início, porém diminuiu a partir de setembro, não sendo significativa ao nível de 5% de probabilidade para 15 de outubro e 15 de novembro. Estes dados mostram que durante a época mais quente, quando o sol passa a ter declinação Sul, não existem diferenças marcantes em função da variação da latitude, dentro da faixa em que se localiza o Estado do Paraná. Nestes casos, foram obtidas equações de regressão linear simples entre o risco e a altitude.

Data de Semeadura	Constante	Latitude	Altitude	r ²	Probabilidade > t		
					Constante	Latitude	Altitude
15/07	156,52	-4,96	-0,03	0,86	0,0001	0,0001	0,0001
15/08	155,15	-4,02	-0,04	0,90	0,0001	0,0002	0,0001
15/09	146,30	-2,59	-0,07	0,88	0,0001	0,0492	0,0001
15/10	112,21	N.S.*	-0,10	0,88	0,0001	-	0,0001
15/11	109,02	N.S.*	-0,007	0,87	0,0001	-	0,0001

* Não significativo

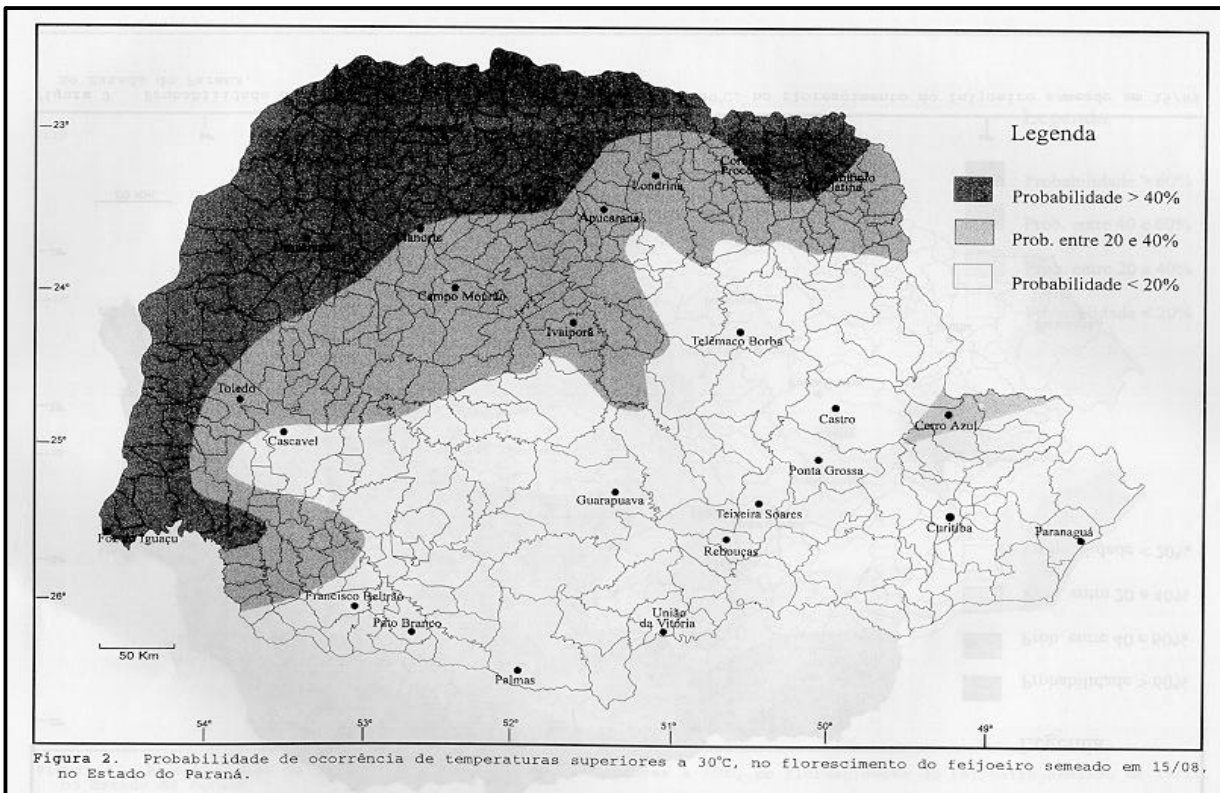
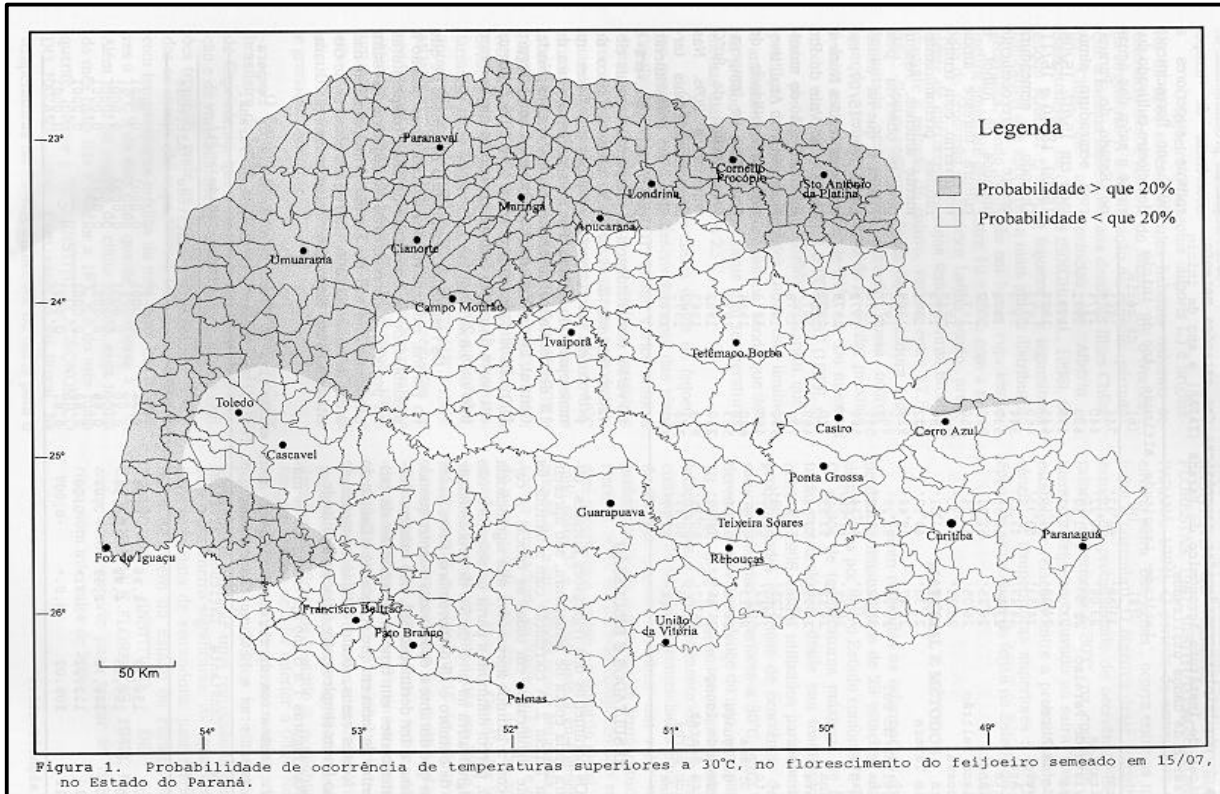
Nas Figuras 1 a 5 são apresentados os mapas da probabilidade de ocorrência de temperaturas superiores a 30°C, no florescimento do feijoeiro cultivado durante a safra das águas no Estado do Paraná, com semeadura simulada em 15/07, 15/08, 15/09, 15/10 e 15/11. Quando a semeadura ocorre precocemente (meados de julho), a cultura floresce ainda no inverno, com temperaturas predominantemente amenas. Assim, pode-se observar pela Figura 1, que na semeadura em 15/07, somente as regiões Norte e Oeste e no Vale do Rio Ribeira (região do município de Cerro Azul) tiveram probabilidade de ocorrência de temperaturas acima de 30°C superior a 20%. Nas semeaduras mais tardias, o florescimento ocorre na primavera e no verão, com incidência de temperaturas mais elevadas (Figuras 2, 3, 4 e 5), correndo risco de provocarem abortamento e queda de flores na maior parte do Estado. Por isso, na semeadura de 15 de novembro observou-se, nas regiões Norte, Central, Oeste, Vale do Rio Ribeira e Litoral (Figura 5), probabilidades superiores a 40 e 60%. Somente em parte da região Sul, estes valores ainda foram inferiores a 20%.

Os resultados permitem a conclusão de que no Paraná, existem regiões diferenciadas quanto à probabilidade de ocorrência de altas temperaturas no período de florescimento do feijoeiro da "safra das águas". No sul do Estado, principalmente nas

áreas de maior altitude, em regiões como as de Curitiba, Castro, Rebouças, Teixeira Soares, Guarapuava e Palmas, a probabilidade de ocorrência de temperaturas superiores a 30°C no florescimento foi sempre menor que 20%, em qualquer data de semeadura simulada. Isto mostra que em comparação com as demais, esta região é a que apresenta as menores restrições ao cultivo de feijão, da safra “das águas”, em relação ao fator estudado. Nas outras regiões, quanto mais próximo aos extremos Norte e Oeste e quanto mais tardia a data de semeadura, maiores foram as probabilidades de excesso de calor no florescimento. Em grande parte da região Norte (notadamente o Noroeste), parte da região Oeste e parte do Vale do Rio Ribeira, semeaduras a partir de 15 de setembro apresentaram probabilidades de ocorrência de altas temperaturas superiores a 60% no florescimento, indicando que semeaduras tardias impõem maiores restrições ao cultivo do feijoeiro. Nestas regiões, a antecipação da semeadura para a segunda quinzena de julho ou primeira quinzena de agosto diminui a probabilidade de danos por ocorrência de temperaturas superiores a 30°C, porém outros fatores devem ser considerados, como a disponibilidade hídrica na implantação e a ocorrência de geadas no desenvolvimento inicial da cultura (GRODZKI et al., 1996). Por outro lado, para a redução destes riscos, é importante a condução de trabalhos com o objetivo de selecionar cultivares tolerantes a altas temperaturas no período reprodutivo (SHONNARD e GEPTS, 1994), o que aumentaria a viabilidade do cultivo do feijoeiro no Norte do Estado.

AGRADECIMENTOS

Ao Ministério da Agricultura e do Abastecimento e à FINATEC , pelo suporte financeiro para a condução dos trabalhos; à Maria Giovana Yoshino Sonomura, pelo auxílio na confecção das figuras; ao analista de sistemas Welfrid Stenzel pelo apoio na elaboração dos programas para análise dos dados e à bibliotecária Sônia Maria Merlo Pósnik, pelo suporte de informações.



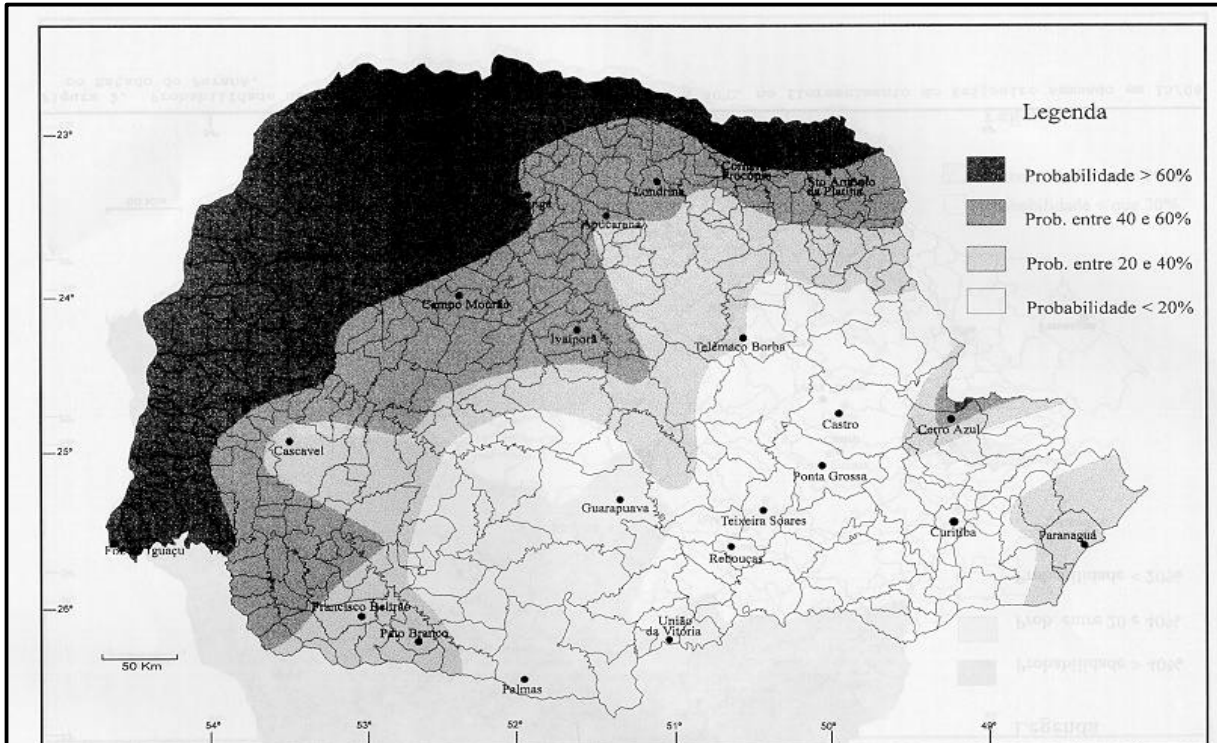


Figura 3. Probabilidade de ocorrência de temperaturas superiores a 30°C, no florescimento do feijoeiro semeado em 15/09, no Estado do Paraná.

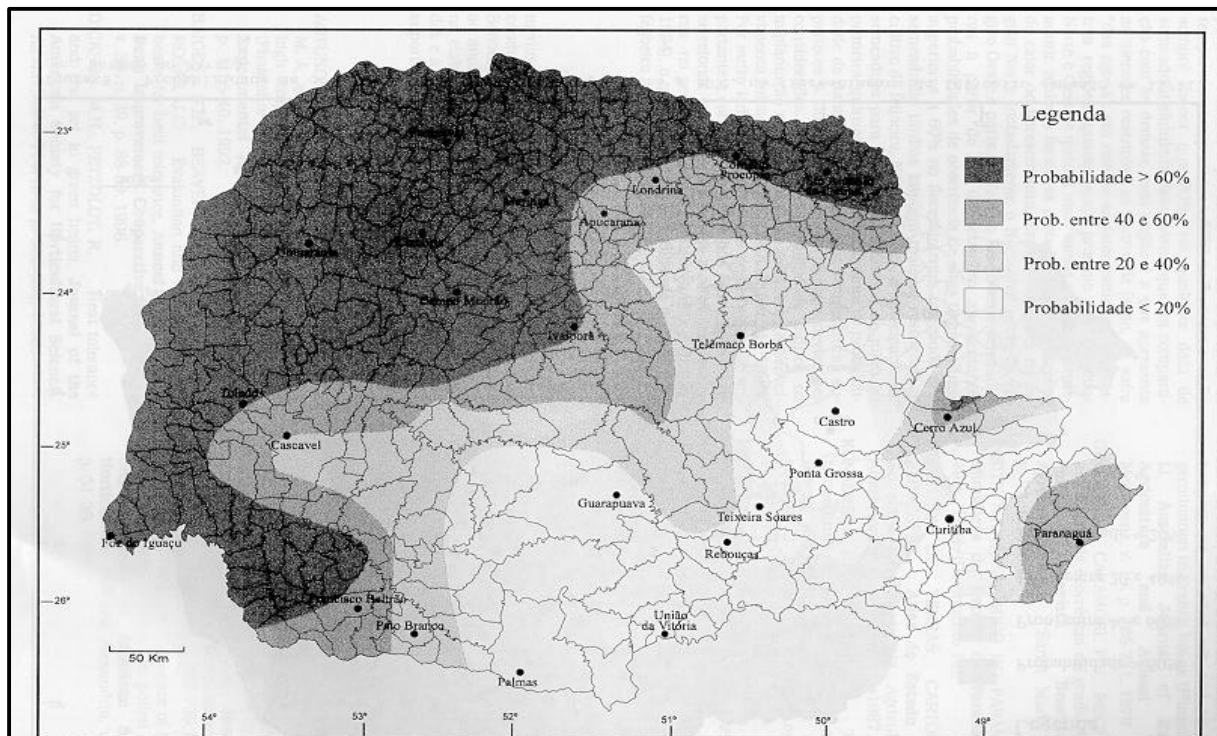
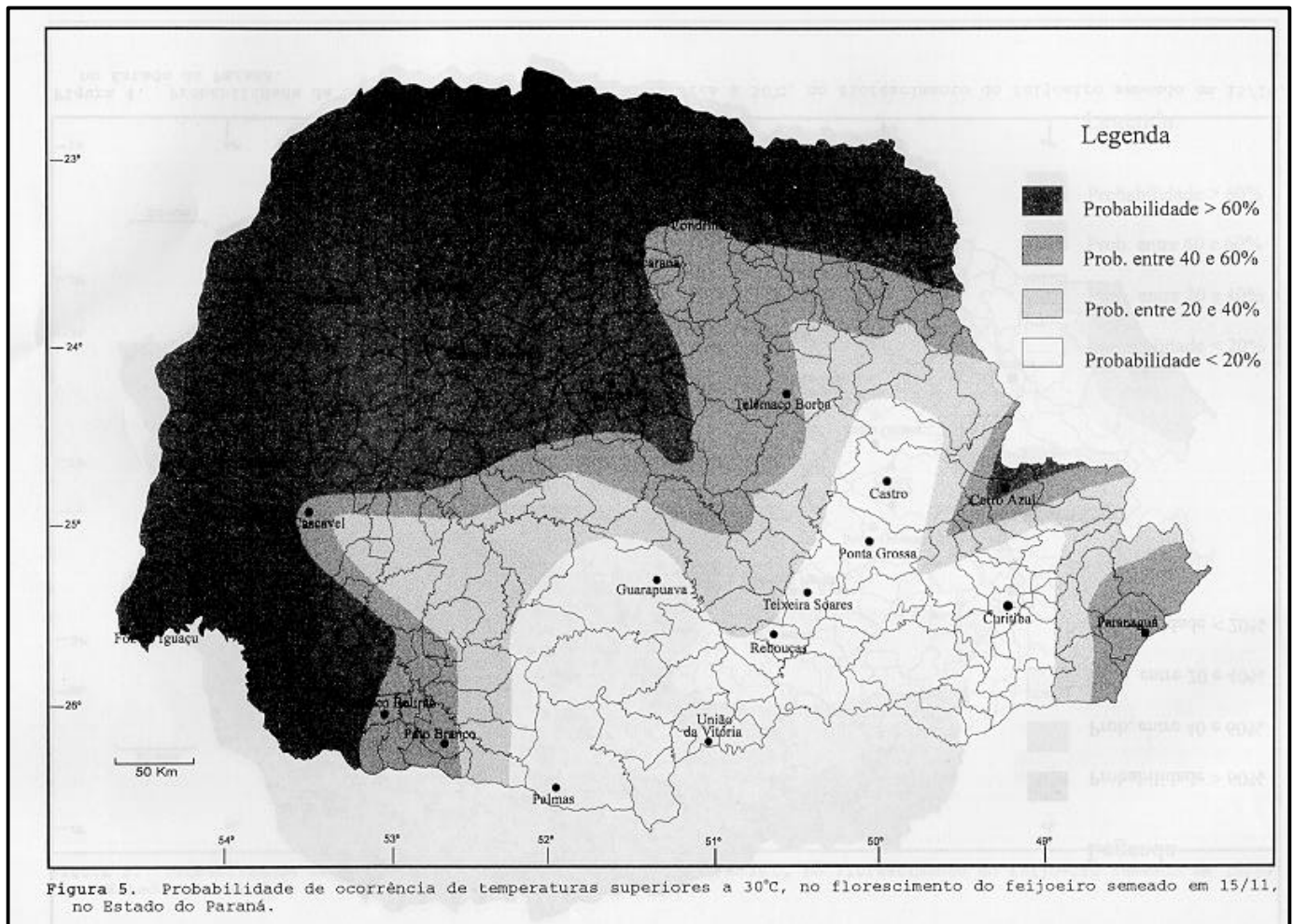


Figura 4. Probabilidade de ocorrência de temperaturas superiores a 30°C, no florescimento do feijoeiro semeado em 15/10, no Estado do Paraná.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGTUNONG, T.P., REDDEN, R., MENGGE-NANG, M. A., et al. Genotypic variation in response to high temperature at flowering in common bean (*Phaseolus vulgaris* L). **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Collingwood, v. 32, p. 1135-40, 1992.
- BAIGES, S.S., BEAVER, J.J., MIKLAS, P.N., ROSAS, J.C. Evaluation and selection of dry beans for heat tolerance. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, Fort Collins, v. 39, n. 39, p. 88-89, 1996.
- DICKSON, M.H., PETZOLDT, R. Heat tolerance and pod set in green beans. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 114, n. 5, p. 833-836, 1989.
- FARLOW, P.J., BYTH, D.E., KRUGER, N.S. Effect of temperature on seed set and in vitro pollen germination in French beans (*Phaseolus vulgaris* L). **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, Melbourne, v. 19, p. 725-731, 1979.

- GRODZKI, L., CARAMORI, P.H., BOOTSMA, A., et al. Riscos de ocorrência de geada no Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 4, n. 1, p. 93-99, 1996.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Cartas climáticas do Estado do Paraná**, Londrina, 49 p., 1994, (Documento 18).
- INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E FLORESTAS. **Atlas do Estado do Paraná**. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento, Curitiba, 73 p, 1987.
- KONSENS, I., OFIR, O., KIGEL, J. The effect of temperature on the production and abscission of flowers and pods in snap bean (*Phaseolus vulgaris* L). **Annals of Botany**, London, v. 35, p. 391-399, 1991.
- MARIOT, E.J. Ecofisiologia do feijoeiro. In: **O feijão no Paraná**, Londrina, IAPAR, p. 25-41, 1989, (Circular n. 63).
- MONTERROSO, V.A., WIEN, H. C. Flower and pod abscission due to heat stress in beans. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 115, n 4, p. 631-634, 1990.
- SAUTER, K.J., DAVIS, D.W., LI, P.H., WALLERSTEIN, I.S. Leaf ethylene evolution level following high-temperature stress in common bean. **HortScience**, Alexandria, v. 25, n 10, p. 1282-1284, 1990.
- SHONNARD, G.C., GEPTS, P. Genetics of heat tolerance during reproductive development in common bean. **Crop Science**, Madison, v. 34, p. 1168-1175, 1994.
- SINGH, S.P., SAINDON, G., VANDENBERG, A., et al. Sources of adaptation and earliness in common bean for higher latitude environments in the Americas. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, Fort Collins, v. 39, n. 39, p. 207-208, 1996.
- WEAVER, M.L., TIMM, H., SILBERNAGEL, M.J., BURKE, D.W. Pollen staining and high-temperature tolerance of bean. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 110, n. 6, p. 797-799, 1985.
- WEAVER, M.L., TIMM, H. Influence of temperature and plant water status on pollen viability in beans. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 113, n. 1, p. 31-35, 1988.