

# MELHORES ÉPOCAS DE PLANTIO DO TRIGO NO ESTADO DE SÃO PAULO BASEADAS NA PROBABILIDADE DE ATENDIMENTO HÍDRICO (1)

MARCELO BENTO PAES DE CAMARGO<sup>(2,4)</sup>, HERMANO VAZ DE ARRUDA<sup>(3)</sup>,  
MÁRIO JOSÉ PEDRO JR.<sup>(2,4)</sup>, ORIVALDO BRUNINI<sup>(2,4)</sup>  
e ROGÉRIO REMO ALFONSI<sup>(2,4)</sup>

## RESUMO

A caracterização da ocorrência de veranicos para o trigo baseou-se no atendimento da demanda hídrica "ideal" nas diversas fases fenológicas da cultura. Essa demanda foi estimada para períodos de dez dias, variando-se a época de plantio de março a maio, para diferentes regiões paulistas. Considerando-se o déficit de água no solo, caracterizado pela menor probabilidade de atendimento da demanda ideal, como fator limitante à produtividade, foi possível, em primeira aproximação, comparar em nível de região essas probabilidades de atendimento hídrico durante o ciclo da cultura. Para o cálculo dessas probabilidades, foi utilizada a distribuição gama-reduzida, com o parâmetro de forma  $\gamma = 1$  (distribuição tipo jota invertido). As regiões do Vale do Paranapanema e do Sudoeste do Estado de São Paulo apresentaram probabilidades de atendimento hídrico superiores às demais, indicando como melhor época de plantio o período 11 de março - 1º de abril.

**Termos de indexação:** triticultura; época de plantio; demanda climática hídrica; distribuição-gama.

---

(1) Recebido para publicação em 25 de maio de 1984.

(2) Seção de Climatologia Agrícola, IAC, CEP 13100, Campinas (SP).

(3) Seção de Técnica Experimental e Cálculo, IAC.

(4) Com bolsa de suplementação do CNPq.

## 1. INTRODUÇÃO

O trigo é originário da região montanhosa do Sudoeste da Ásia, onde o clima se caracteriza pela escassa precipitação pluvial e grande variação térmica sazonal. Com o melhoramento genético, surgiram diversas variedades cujo grau de adaptabilidade permitiu que a triticultura se estabelecesse desde as regiões equatoriais até áreas próximas aos círculos polares.

As áreas tritícolas de maior expressão são as de clima temperado, tipo mediterrâneo, com inverno úmido e verão seco, como as da Europa, Centro dos EUA e Argentina. Segundo MOTA (1982), atualmente existem variedades adaptadas aos climas tropicais, em geral pouco exigentes em frio, indiferentes ao fotoperíodismo, de ciclo curto, aceitável tolerância à umidade e moderada resistência às enfermidades.

Parte da região Sul (Norte do Estado do Paraná) e Sudeste do Brasil apresentam outono e inverno suficientemente frio e relativamente úmido, possibilitando a triticultura. Nessa região, o trigo é plantado no outono, após o período de calor excessivo do verão, ainda com umidade suficiente no solo para permitir o desenvolvimento vegetativo e espigamento normal das plantas. Na maior parte do Planalto Paulista, como o Vale do Paranapanema e a região Sudoeste do Estado, o trigo plantado em março-maio sofre eventualmente os efeitos das estiagens no início do ciclo e de geadas no seu final. A deficiência hídrica, porém, nos períodos de plantio e de espigamento é o fator frequentemente limitante da produção.

Considerando-se o déficit de água no solo (aqui representado pela menor probabilidade de atendimento da demanda climática ideal) como o fator mais prejudicial à produção, nas fases de florescimento e espigamento (DOORENBOS & KASSAM, 1979), foi elaborado o presente trabalho tendo em vista os seguintes objetivos:

- a) caracterizar as probabilidades de atendimento hídrico, em nível de decêndio (dez dias), durante todo o ciclo da cultura do trigo, em diferentes épocas de plantio e regiões do Estado de São Paulo;
- b) comparar em nível de região as probabilidades de atendimento hídrico durante o ciclo da cultura, indicando as melhores épocas de plantio.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Para a caracterização da disponibilidade hídrica climática, foram utilizados dados de precipitação pluvial em nível de decêndio de março a setembro, de localidades paulistas com os respectivos períodos e entidades fornecedoras (Quadro 1).

QUADRO 1 – Localidades paulistas utilizadas com as respectivas fontes, períodos e número de anos

Local	Período	Anos
		nº
Assis (DAEE) . . . . .	1964/1982	19
Ataliba Leonel (IAC) . . . . .	1962/1982	21
Capão Bonito (IAC) . . . . .	1947/1980	34
Itapeva (DAEE) . . . . .	1942/1972	31
Campinas (IAC) . . . . .	1950/1982	33
Jaú (IAC) . . . . .	1955/1982	28
Ribeirão Preto (IAC) . . . . .	1959/1982	24
Pindorama (IAC) . . . . .	1959/1982	24

A caracterização das probabilidades de atendimento hídrico decenal foi baseada no atendimento da demanda climática “ideal” (ET<sub>m</sub>) pela cultura nas diversas fases fenológicas, as quais estão na dependência de um coeficiente de cultura relacionado ao estágio vegetativo e à evapotranspiração potencial.

Segundo VILLA NOVA & SCARDUA (1984), entende-se por demanda climática “ideal” (ET<sub>m</sub>), a quantidade de água necessária para suprir a evapotranspiração, em cada fase do ciclo fenológico da cultura, sem qualquer restrição hídrica. O valor de ET<sub>m</sub> é obtido multiplicando-se a evapotranspiração potencial (ET<sub>o</sub>) pelo valor do coeficiente de cultura (K<sub>c</sub>) correspondente à respectiva fase da cultura. Embora não se conheça exatamente o valor de K<sub>c</sub> para as nossas condições, VILLA NOVA & SCARDUA (1984) sugerem a utilização desse valor obtido de DOORENBOS & KASSAN (1979), como sendo universal, válido para diferentes regiões geográficas.

A demanda climática “ideal” foi estimada a partir de quatro épocas de plantio, espaçadas de 20 dias (11 de março, 1º de abril, 21 de abril e 11 de maio) para as diversas localidades. A evapotranspiração potencial (ET<sub>o</sub>) foi calculada pelo método de Thornthwaite, utilizando-se o índice simplificado “T” proposto por CAMARGO (1962).

Em vez de usar o total de chuvas por decêndio, que pode ocultar a variabilidade na distribuição, foram calculadas as probabilidades de atendimento hídrico da cultura.

Para esse cálculo, utilizou-se a distribuição gama, sendo a função de densidade da distribuição expressa por:

$$f(x) = \frac{x^{\gamma-1} e^{-x/\beta}}{\beta^{\gamma} \Gamma(\gamma)} \quad (1)$$

ARRUDA & PINTO (1980) determinaram os valores do parâmetro  $\gamma$  para totais de chuva por pên-tadas para a região de Campinas (SP), e concluíram serem estes muito próximos do valor unitário, durante todas as pên-tadas.

Mediante a utilização do teste de ajustamento de Kolmogorov-Smirnov, constatou-se não haver diferenças significativas entre freqüências de precipitação pluvial em nível de decêndio observadas e estimadas pela distribuição durante os meses de março a setembro, para as diversas regiões estudadas.

No caso específico da distribuição J-invertida ( $\gamma=1$ ) o parâmetro  $\beta$  é dado pela média ( $\bar{x}$ ) dos valores observados.

A função de densidade fica então resumida a

$$f(x) = \exp(-x/\bar{x})/\bar{x}, \quad (2)$$

onde  $x$  é a demanda hídrica climática "ideal" (mm), e  $\bar{x}$  é a média de precipitação pluvial do decêndio (mm).

A função de distribuição de probabilidades acumuladas  $F(x)$  é

$$F(x) = \int_0^x f(x) dx, \quad (3)$$

ou seja,

$$F(x) = 1 - \exp(-x/\bar{x}) \quad (4)$$

A probabilidade de atendimento  $p(x)$ , correspondente à demanda do decêndio considerado, é dada por

$$p(x) = 1 - F(x). \quad (5)$$

Através das equações (4) e (5), foram calculados os valores das probabilidades de atendimento à demanda hídrica climática para todos os decêndios, nas diferentes épocas de plantio.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As probabilidades de atendimento hídrico foram agrupadas para permitir melhor caracterização em nível de região. A região do Vale do Parana-panema foi representada por Assis e Ataliba Leonel, a região Sudoeste, por

Itapeva e Capão Bonito; a Centro-Leste, por Campinas e Jaú e, a Norte, por Ribeirão Preto e Pindorama. Na figura 1 estão representadas as probabilidades médias de atendimento das respectivas demandas hídricas decendiais dessas regiões, para as quatro épocas de plantio (11/3, 1<sup>o</sup>/4, 21/4 e 11/5). Observa-se que o Vale do Paranapanema e o Sudoeste do Estado apresentaram probabilidades superiores às demais regiões, principalmente nos períodos críticos da cultura (florescimento e granação) representado pelo período entre o 6<sup>o</sup> e o 11<sup>o</sup> decêndio. Nos plantios mais precoces (11/3 e 1<sup>o</sup>/4), as probabilidades de atendimento para essas duas regiões ficaram sempre acima de 40%, decaindo a partir do plantio de 21/4 até atingir probabilidades de cerca de 20% em plantios tardios (11/5).

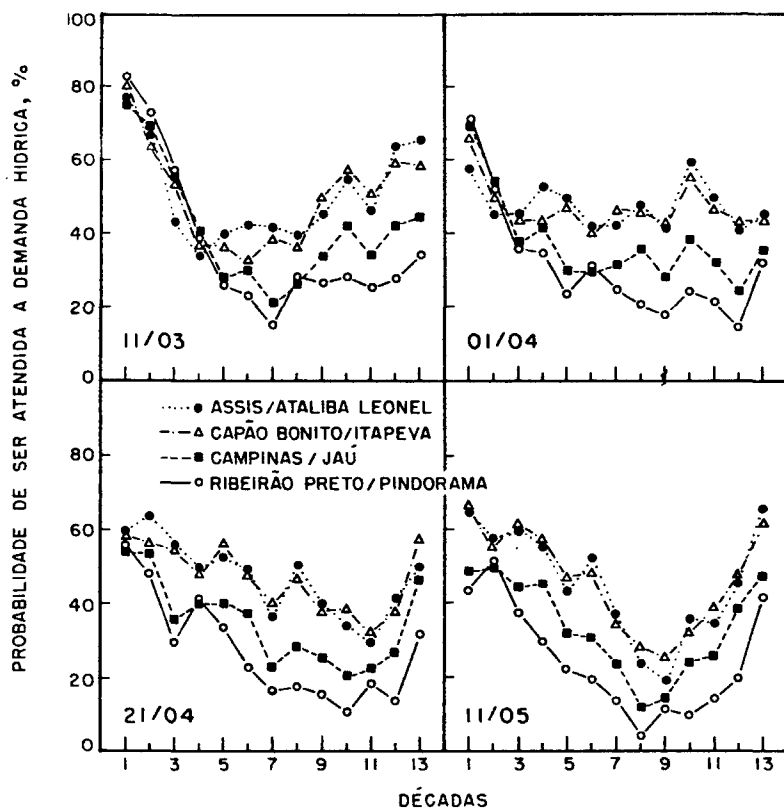


FIGURA 1 – Probabilidades de atendimento da demanda hídrica decendial para a cultura do trigo, referentes às regiões do Vale do Paranapanema (Assis e Ataliba Leonel), Sudoeste (Capão Bonito e Itapeva), Centro-Leste (Campinas e Jaú) e Norte (Ribeirão Preto e Pindorama) do Estado de São Paulo, em quatro épocas de plantio: 11/3, 1<sup>o</sup>/4, 21/4 e 11/5.

As regiões Centro-Leste e Norte do Estado de São Paulo apresentaram probabilidades bastante baixas, sobretudo a segunda, atingindo nas quatro épocas de plantio probabilidades de atendimento reduzidos, principalmente em plantios tardios.

#### 4. CONCLUSÕES

Os resultados apresentados permitem as seguintes conclusões:

a) A utilização da distribuição gama-reduzida ( $\gamma = 1$ ) mostrou-se relativamente simples e consistente para os cálculos das probabilidades de atendimento hídrico, durante os meses considerados (março a setembro);

b) As regiões do Vale do Paranapanema e Sudoeste do Estado de São Paulo, tradicionais no plantio do trigo, apresentaram probabilidades de atendimento hídrico superiores às das regiões Norte e Centro-Leste, durante os ciclos da cultura nas diferentes épocas de plantio;

c) Em vista das baixas probabilidades de atendimento hídrico na região Norte, a cultura do trigo somente poderá encontrar viabilidade de atendimento hídrico mediante irrigação suplementar;

d) A região Centro-Leste, representada por Campinas e Jaú, apresentou probabilidade de atendimento hídrico intermediário, em relação às demais regiões estudadas;

e) Quanto à época de plantio, o melhor período seria 11 de março–1º de abril, portanto, plantios precoces, principalmente para o Vale do Paranapanema e Sudoeste do Estado de São Paulo;

f) O estudo apresentado mostrou-se viável na caracterização do potencial climático quanto à disponibilidade de água para a cultura de diversas regiões paulistas.

#### SUMMARY

##### CHARACTERIZATION OF THE BEST SOWING TIME FOR WHEAT IN SÃO PAULO STATE, BRAZIL, BASED ON THE PROBABILITY OF ATTENDING THE CROP WATER REQUIREMENTS

The probability of the occurrence of a dry spell period during the growing cycle of wheat was determined using the gamma distribution with  $\gamma = 1$ , suitable for data with an inverted-J curve frequency distribution. The maximum evapotranspiration was estimated for 10-day periods, switching stepwise the sowing date from March to May, in several localities of the São Paulo State, Brazil. Assuming that the available water is the major factor which affects yield, the probability of attending the crop water requirements was estimated using the maximum evapotranspiration and rainfall for a given period. It was observed that in the Paranapanema Valley and in the southwestern part of the State the probability of water supply for this crop is higher than the other regions and the best sowing date lies between March 11 and April 1.

**Index terms:** wheat; planting date; maximum evapotranspiration; gamma-distribution.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AËRRUDA, H. V. & PINTO, H. S. A simplified gamma probability model for analysis of the frequency distribution of rainfall in the region of Campinas, SP, Brazil. *Agricultural Meteorology*, 22:101-108, 1980.
- CAMARGO, A. P. Contribuiço para a determinação da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo. *Bragantia*, Campinas, 21(12):163-213, 1962.
- DOORENBOS, J. & KASSAM, A. H. Yield response to water. Roma, FAO, 1979. 197p. (FAO – Irrigation and Drainage Paper, 33)
- MOTA, F. S. Clima e zoneamento para a triticultura no Brasil. In: FUNDAÇÃO CARGILL. Trigo no Brasil, Campinas, 1982. v.2, p.29-64.
- VILLA NOVA, N. A. & SCARDUA, R. O uso do método climatológico na determinação das necessidades de irrigação. Campinas, Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1984. 20p. (Boletim Técnico, v.2, n.2)