

Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 5, n. 2, p. 241-248, 1997.

Recebido para publicação em 11/10/97. Aprovado em 10/12/97.

PROBABILIDADE DE SUPRIMENTO HÍDRICO PARA A CULTURA DO MILHO NO ESTADO DE SÃO PAULO¹.

PROBABILITY OF WATER SUPPLY FOR THE CORN CROP AT SÃO PAULO STATE, BRAZIL.

Rogério Remo Alfonsi², José Ricardo Macedo Pezzopane³, Adriana Vieira de Camargo Moraes³ e Ricardo Victoria Filho⁴

RESUMO

Através da simulação de épocas de semeadura para a cultura do milho, estudou-se, para regiões produtoras do Estado de São Paulo, as probabilidades de suprimento hídrico durante todo o ciclo da cultura, para cultivares considerados superprecoces, precoces e normais ou tardios. O período de análise foi de 01 de setembro a 31 de março, com simulação de épocas de semeadura a cada dez dias, para as seguintes localidades do Estado: Campinas, Ribeirão Preto, Mococa, Votuporanga, Capão Bonito e Assis. As épocas de semeadura simuladas para os meses de outubro e novembro apresentaram maiores níveis de probabilidades de suprimento hídrico em todo o ciclo da cultura, para todas as localidades e cultivares estudadas, correspondendo às épocas tradicionais de cultivo. Para as semeaduras extemporâneas ou milho “safrinha”, de janeiro a março, as localidades de Capão Bonito e Assis evidenciaram maiores probabilidades de cultivo do milho, em função do melhor suprimento hídrico nos estádios mais críticos da cultura.

Palavras-chave: milho “safrinha”, épocas de semeadura, demanda hídrica, probabilidade, simulação.

SUMMARY

¹ Trabalho apresentado no X Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. ESALQ – Piracicaba – julho de 1997

² Eng. Agr. Dr. Seção de Climatologia Agrícola - IAC, CP 28, 13001-970, Campinas, SP. e-mail: remo@cec.iac.br. Bolsista CNPq.

³ Eng. Agr. Mestrando em Agrometeorologia – ESALQ. Estagiário da Seção de Climatologia Agrícola – IAC. Bolsista CAPES.

The probabilities of water demand for all growing corn crop cycle was calculated for several regions of São Paulo State. It was considered the cycles of super earlier, earlier and late cultivars in several simulated sowing dates, from September to March. The localities studied were: Campinas, Ribeirão Preto, Mococa, Votuporanga, Capão Bonito and Assis. The sowing dates simulated for the months of October and November presented the higher water attendance probabilities, all over crop cycle and localities studied, corresponding to the normal sowing dates. For the later sowing dates (safrinha), from January to March, the regions represented by Capão Bonito and Assis showed higher probabilities of water attendance for the corn crop than the other regions studied.

Key words: corn, late sowing, sowing dates, water demand, probability ;simulation.

INTRODUÇÃO

Como atividade econômica, a agricultura é a que apresenta maior dependência das condições climáticas, responsáveis pelas oscilações nas produções anuais das culturas.

Dentre os elementos meteorológicos, a precipitação pluvial constitui-se no principal fator dessas oscilações no rendimento agrícola (ORTOLANI & CAMARGO, 1987). No Estado de São Paulo, durante o ciclo da cultura do milho, são comuns as ocorrências de períodos de estiagens, caracterizados como veranicos, coincidentes com estádios de desenvolvimento com alta demanda hídrica, principalmente o florescimento e o enchimento de grãos, que segundo DOORENBOS & KASSAN (1979), MEDEIROS et al (1991), TOMMASELLI & VILLA NOVA (1994) e MATZNAUER et al (1995) correspondem aos subperíodos em que a cultura do milho necessita de água abundantemente, sendo extremamente sensível a estresses hídricos.

Para a cultura do milho, um planejamento agrometeorológico que possa minimizar a ação dessas ocorrências adversas representará uma melhoria no rendimento agrícola com maior lucratividade ao produtor rural (TOMMASELLI & VILLA NOVA, 1994).

Análises de distribuição de chuvas tem sido apresentadas, em bases probabilísticas, visando identificar áreas e épocas de semeadura com maiores chances de sucesso para a agricultura de sequeiro, bem como identificar a conveniência do uso de irrigação suplementar (SANDANIELO, 1986; MATA, 1991; ALFONSI, 1997). Vários são os modelos matemáticos utilizados nas análises de dados

⁴ Prof. Titular, Departamento de Horticultura, ESALQ – USP, CP 9, 13418-900, Piracicaba, SP. Bolsista CNPq.

pluviométricos, sendo porém o método da distribuição gama incompleta o mais ajustável a esse tipo de estudo (ASSIS, 1993).

Este trabalho tem como objetivo principal caracterizar nas regiões produtoras de milho do Estado de São Paulo, para diferentes épocas de semeadura, as probabilidades de suprimento hídrico em nível decendial, durante o ciclo da cultura, como subsídio à determinação de épocas de semeadura mais favoráveis.

MATERIAL E MÉTODOS

Os valores das probabilidades do suprimento da demanda climática ideal em água foram estimados de acordo com o método empregado por CAMARGO et al (1985) e ALFONSI et al (1997), utilizando-se de dados diários de temperatura do ar e precipitação pluvial, para o período de 1961-1990. Os referidos autores utilizaram a expressão apresentada por DOORENBOS & KASSAN (1979), ou seja : $ET_m = k_c \cdot ET_o$, para os cálculos da evapotranspiração máxima da cultura (ET_m), onde k_c é o coeficiente de cultura e ET_o a evapotranspiração potencial ou de referência. Os valores de ET_o foram estimados segundo THORNTHWAITE (1948), para períodos de dez dias (decêndios), contados a partir da data da semeadura simulada, para seis localidades produtoras de milho do Estado de São Paulo.

As localidades estudadas foram: Mococa (latitude: 21°28'S; longitude : 47°01'W; altitude: 665 m), Ribeirão Preto (latitude: 21°11'S; longitude: 47°48'W: altitude: 621 m), Campinas (latitude: 22°54'S; longitude: 47°05'W; altitude: 674 m), Votuporanga (latitude: 20°55'S; longitude: 49°59'W; altitude: 505 m), Capão Bonito (latitude: 24°02'S; longitude: 48°22'W; altitude: 702 m) e Assis (latitude: 22°47'S; longitude 50°26'W; altitude: 560 m), representando respectivamente as regiões Leste, Nordeste, Centro-Leste, Noroeste, Sul e o Vale do Paranapanema, no Estado de São Paulo.

Foram estudados cultivares de milho de ciclo superprecoces, precoces e tardios ou normais, através da simulação de 21 épocas de semeadura, espaçadas de dez em dez dias a partir de 01 de setembro até 21 de março, abrangendo também para o Estado os cultivos relativos ao milho "safrinha". As durações dos ciclos para cada cultivar e semeaduras simuladas foram definidas a partir do uso de graus-dia.

Os valores das probabilidades de suprimento hídrico foram baseados nas probabilidades das ocorrências da precipitação pluvial serem maiores ou iguais à evapotranspiração máxima da cultura (ET_m), no decêndio considerado. Na determinação dessas probabilidades foi utilizado o método matemático da função de distribuição gama incompleta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO.

As Figuras de 1 a 6 mostram as distribuições espaciais dos valores das probabilidades do suprimento hídrico ‘ideal’ (demanda máxima da cultura) em percentagens, para todas as épocas, por decêndios após a semeadura e locais estudados, relativos às cultivares superprecoce, precoce e tardia. Para efeito de comparação entre os locais, épocas e cultivares, adotou-se o limite de probabilidade de 50% da ocorrência do evento, aparecendo esse valor como uma linha demarcatória nas figuras. Com esse procedimento torna-se mais fácil a visualização do número de decêndios acima ou abaixo desse valor comparativo, durante o ciclo da cultura e principalmente nos estádios fenológicos críticos, induzindo à adoção da melhor época de semeadura. Nos gráficos apresentados, os últimos três ou até os últimos cinco decêndios, dependendo do comprimento do ciclo, representam o período em que ocorre os subperíodos críticos ou seja, o florescimento e o enchimento de grãos.

Os resultados relativos às localidades de Mococa, Ribeirão Preto, Campinas e Votuporanga mostram que o suprimento hídrico é adequado durante todo o ciclo da cultura, para os três tipos de cultivares estudados, para as semeaduras realizadas durante os meses de outubro e novembro, apresentando nos estádios críticos valores de probabilidades de atendimento hídrico entre 60 e 80%. Para as semeaduras de dezembro, nessas localidades, o suprimento hídrico é ótimo durante a fase vegetativa da cultura, porém apresenta diminuição drástica durante as fases críticas, sendo as cultivares superprecoce as indicadas para essas regiões, nessa época de semeadura. Ainda para essas regiões, nas semeaduras tardias a partir de janeiro, a cultura do milho apresentará viabilidade econômica mediante irrigação suplementar, devido aos baixos valores das probabilidades de suprimento hídrico, principalmente durante os estádios críticos da cultura.

As regiões representadas pelas localidades de Capão Bonito e Assis, para as semeaduras de outubro e novembro, durante todo o ciclo da cultura e cultivares estudados, apresentam valores menores de probabilidades do suprimento hídrico “ideal” em relação aos outros locais.

Para as semeaduras extemporâneas, ou seja, correspondentes ao cultivo do milho “safrinha”, as condições de suprimento hídrico nas regiões de Capão Bonito e Assis são melhores que as verificadas para as outras regiões, indicando para essas uma maior potencialidade agrícola no cultivo extemporâneo do milho.

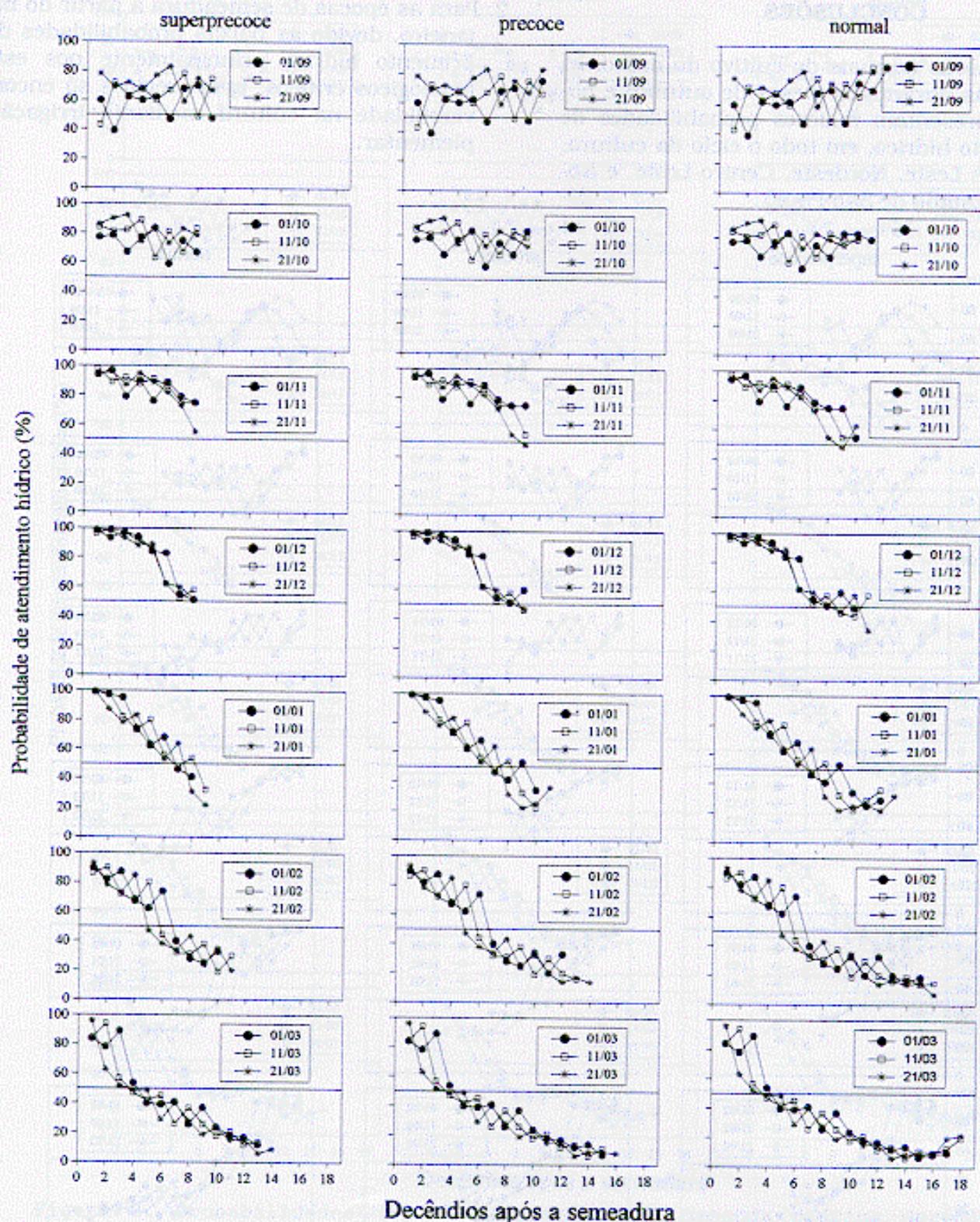


Figura 1. Probabilidades (%) de atendimento da demanda hídrica decenal para diferentes ciclos de cultivares de milho (superprecoce, precoce e normal), em várias épocas de semeadura, para a região de Mococa, SP.

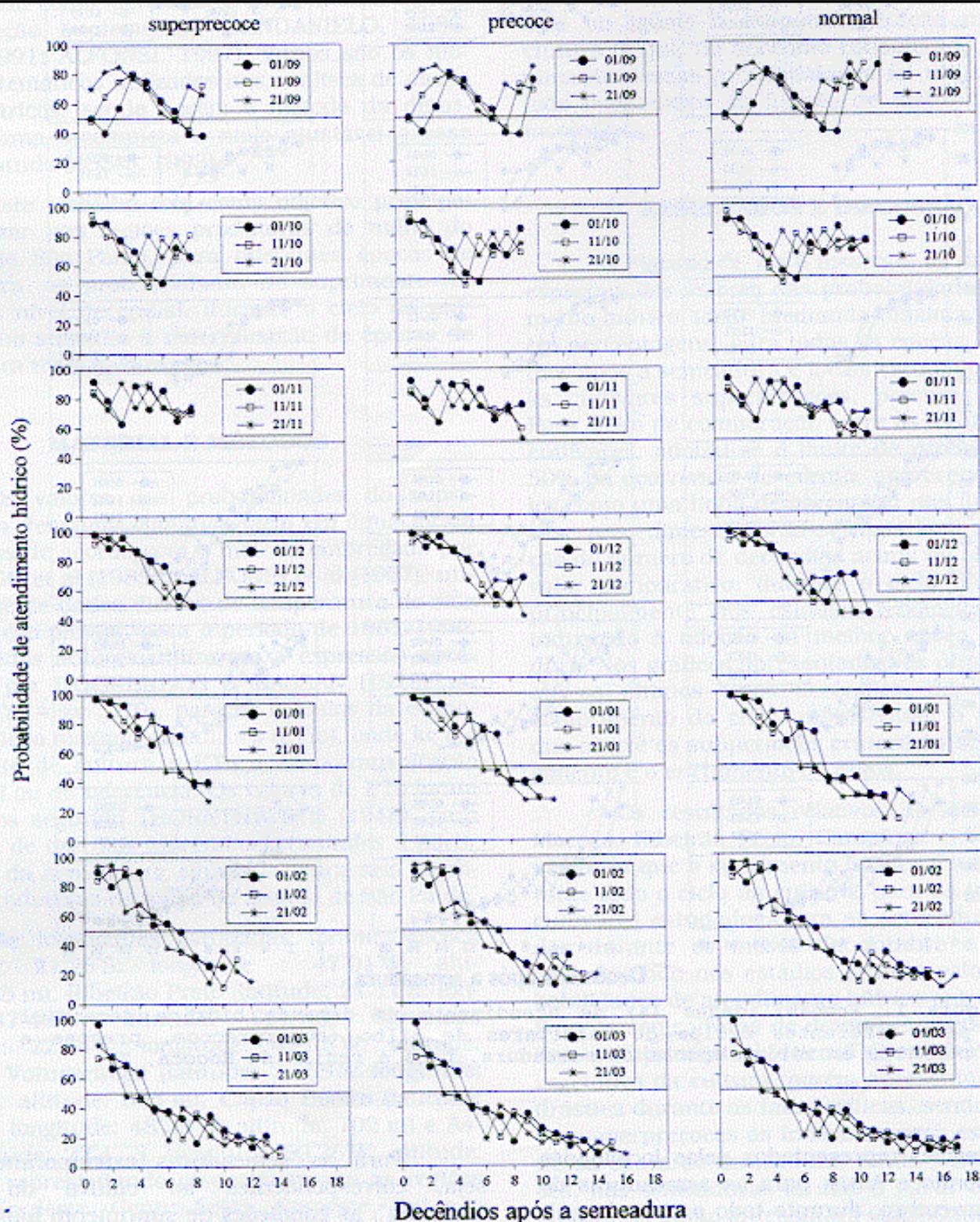


Figura 2. Probabilidades (%) de atendimento da demanda hídrica decenal para diferentes ciclos de cultivares de milho (superprecoce, precoce e normal), em várias épocas de semeadura, para a região de Ribeirão Preto, SP.

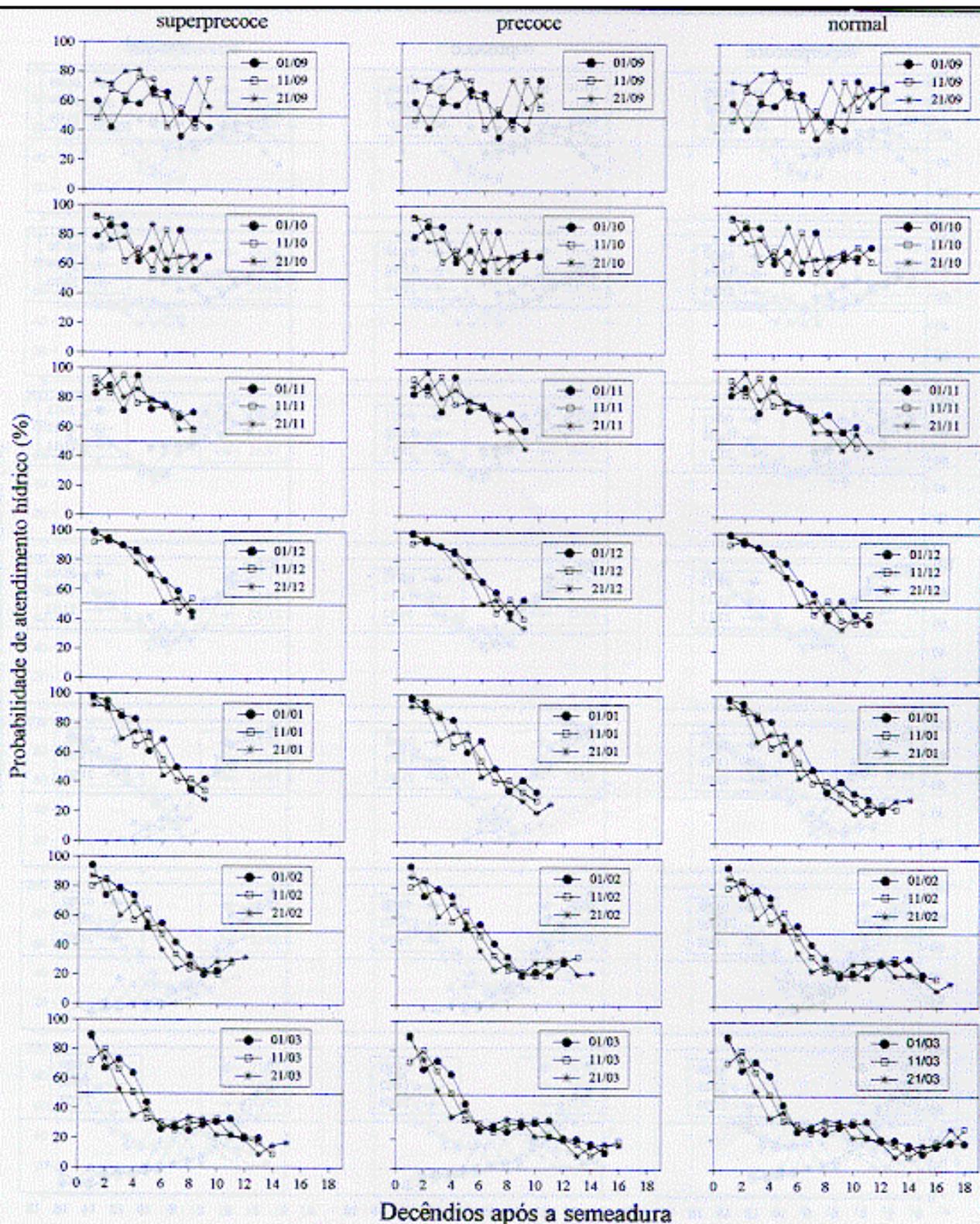


Figura 3. Probabilidades (%) de atendimento da demanda hídrica decenal para diferentes ciclos de cultivares de milho (superprecoce, precoce e normal), em várias épocas de semeadura, para a região de Campinas, SP.

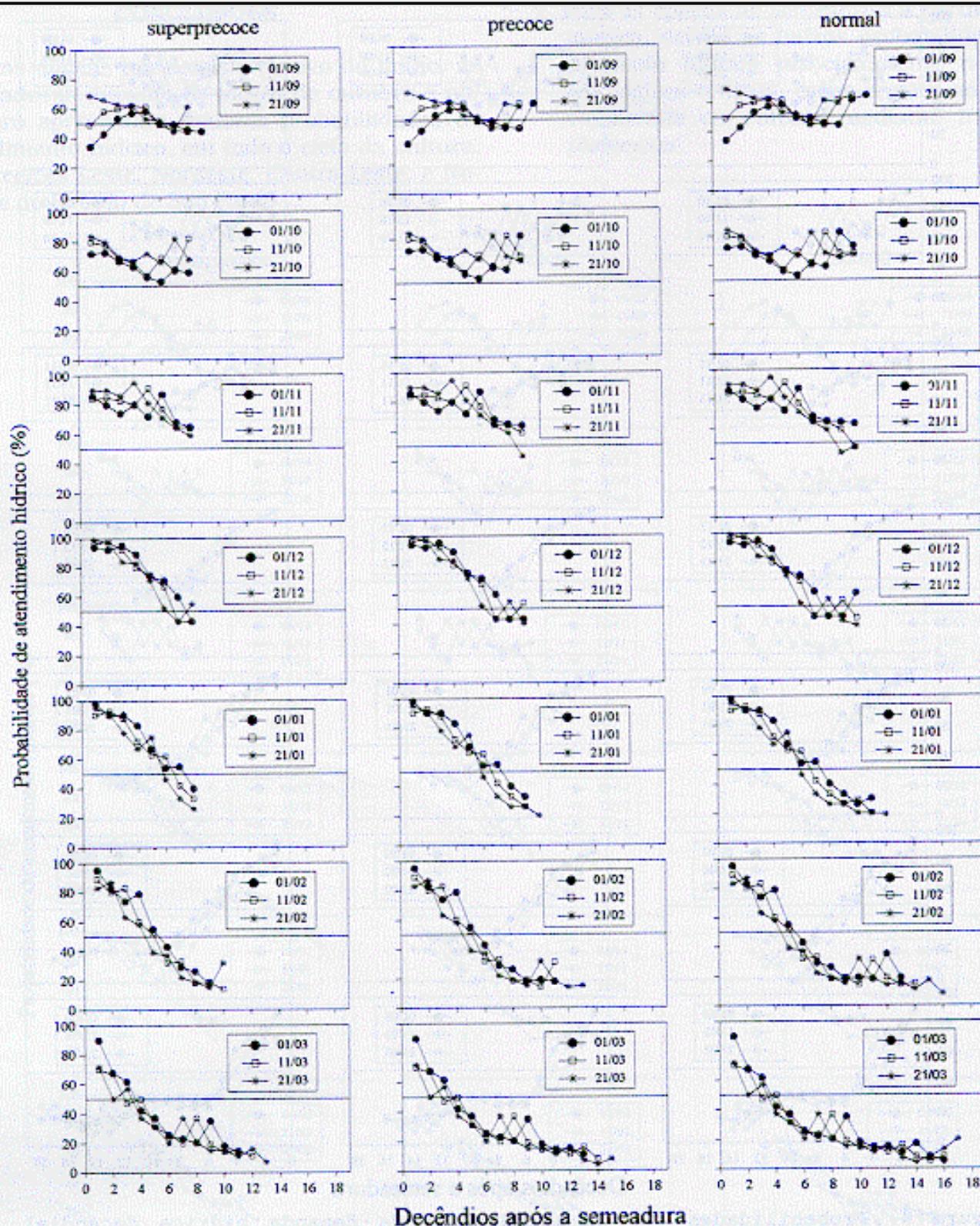


Figura 4. Probabilidades (%) de atendimento da demanda hídrica decenal para diferentes ciclos de cultivares de milho (superprecoce, precoce e normal), em várias épocas de semeadura, para a região de Votuporanga, SP.

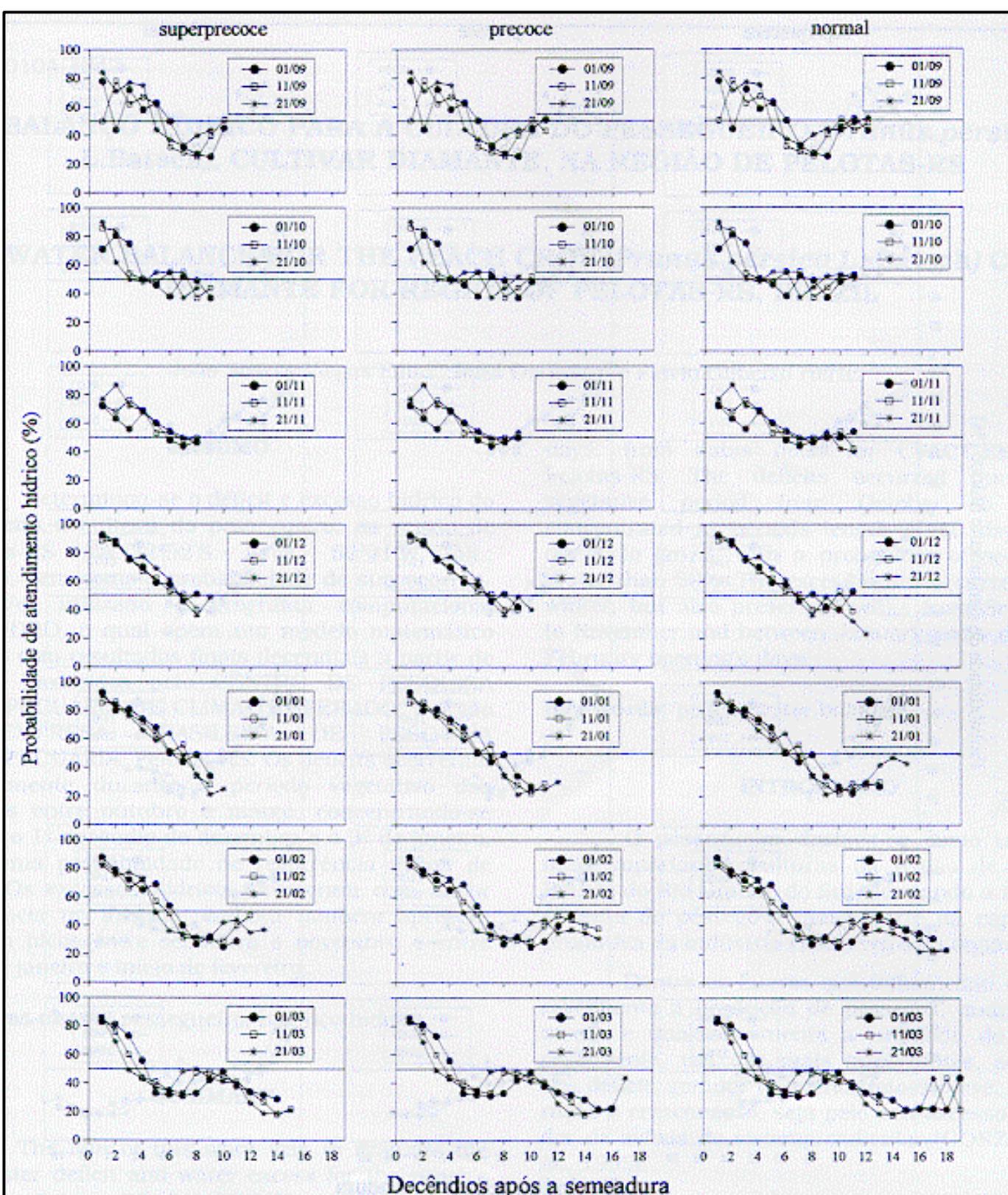


Figura 5. Probabilidades (%) de atendimento da demanda hídrica decenal para diferentes ciclos de cultivares de milho (superprecoce, precoce e normal), em várias épocas de semeadura, para a região de Capão Bonito, SP.

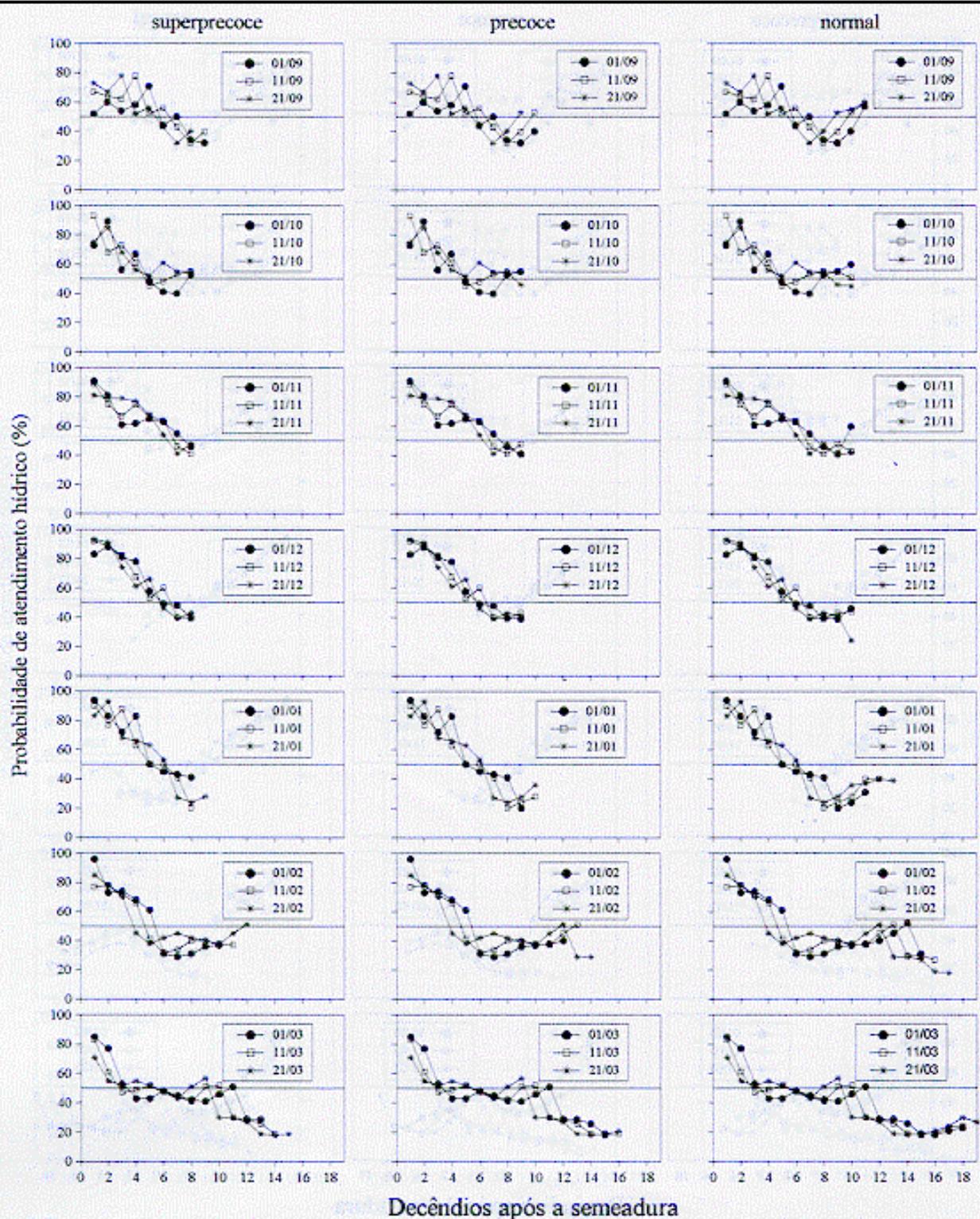


Figura 6. Probabilidades (%) de atendimento da demanda hídrica decenal para diferentes ciclos de cultivares de milho (superprecoce, precoce e normal), em várias épocas de semeadura, para a região de Assis, SP.

CONCLUSÕES

1. Para as épocas normais de cultivo do milho, as semeaduras durante os meses de outubro e novembro apresentam maiores probabilidades de atendimento hídrico, em todo o ciclo da cultura, nas regiões Leste, Nordeste, Centro-Leste, e Noroeste do Estado de São Paulo
2. Para as épocas de semeadura a partir do mês de janeiro, devido às baixas probabilidades de suprimento hídrico principalmente nos estádios fenológicos críticos, essas regiões só encontram viabilidade na cultura mediante irrigação suplementar.
3. Para o cultivo do milho “safrinha”, as regiões Sul e o Vale do Paranapanema mostram-se mais adequadas em função do melhor suprimento hídrico durante o ciclo da cultura.
4. Os resultados obtidos com a utilização do método empregado no presente trabalho permitem uma regionalização do Estado de São Paulo quanto à probabilidade de suprimento hídrico para a cultura do milho, definindo em nível regional distintas potencialidades agrícolas

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALFONSI, R.R., VICTORIA FILHO, R., SENTELHAS, P.C. Épocas de semeadura para a cultura do milho no Estado de S. Paulo, baseadas na probabilidade de atendimento hídrico. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, n. 1, p. 43-49, 1997.
- ASSIS, F.N. Ajuste da função gama aos totais semanais de chuva de Pelotas-RS. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 1, p. 131-136, 1993.
- CAMARGO, M.B.P., ARRUDA, H.V., PEDRO JR, M.J., et al . Melhores épocas de plantio do trigo no Estado de S. Paulo baseadas na probabilidade de atendimento hídrico. **Bragantia**, Campinas, v. 44, n. 1, p. 255-261, 1985.
- DOORENBOS, J., KASSAN, A.H. **Yield responses to water**. Roma: FAO, 1979. 193 p. (Irrigation and Drainage Paper, n. 33).
- MATA, G.J. da. **Análise das disponibilidades hídricas das localidades de Barra do São Francisco, Boa Esperança e São Mateus, Região Norte do Estado do Espírito Santo**. Piracicaba, 1991. 113 p. Tese (doutorado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Universidade de São Paulo, 1991.

- MATZENAUER, R., BERGAMASCHI, H., BERLATO, M.A., et al . Relações entre rendimento de milho e variáveis hídricas. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 3, p. 85-92, 1995.
- MEDEIROS, S.L.P., WESTPHALEN, S.L., MATZENAUER, R., et al. Relações entre evapotranspiração e rendimento de grãos de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 26, n 1, p. 1-10, 1991.
- ORTOLANI, A.A., CAMARGO, M.B.P. Influência dos fatores climáticos na produção. In : CASTRO, P.R.C., FERREIRA, S.O., YAMADA, T. **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba. Associação Brasileira para Pesquisa de Potassa e do Fósforo. 1987. p. 71-81.
- SANDANIELO, A. **Probabilidade de chuvas em Cáceres, MT. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso**. EMPA, MT. 1986. 18 p. (EMPA, MT, Documentos, 3).
- THORNTHWAITE, C.W. An approach toward a rational classification of climate. **Geographic Review**, New York, v. 38, n. 1, p. 55-94, 1948
- TOMMASELLI, J.T.G., VILLA NOVA, N.A. Deficiências hídricas no solo e épocas e semeadura de milho (*Zea mays* L.) e seus efeitos sobre a produção em Londrina -PR. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 2, p. 69-75, 1994.