

DATAS DE SEMEADURA DO MILHO CONSIDERANDO O ATENDIMENTO HÍDRICO DA CULTURA NA REGIÃO DE ILHA SOLTEIRA-SP.

Fernando Miqueletti¹, Orivaldo Arf², João Antonio da Costa Andrade², Ricardo Antonio Ferreira Rodrigues².

¹Engenheiro Agrônomo, fernandomiqueletti@yahoo.com.br

²UNESP, Curso de Agronomia, UNESP-Ilha Solteira, C.P. 31, 15385-000, Ilha Solteira (SP)

RESUMO: A água é um dos fatores mais importantes que afeta a produtividade das culturas, sendo portanto, seu manejo adequado de grande importância. Estimou-se a probabilidade da precipitação atender a evapotranspiração da cultura do milho para diversas épocas de semeadura na região de Ilha Solteira-SP, com o objetivo de definir datas adequadas. Foram utilizados os valores diários de precipitação e evaporação da estação meteorológica pertencente à CESP/Unesp, localizada no município de Ilha Solteira-SP (20° 21' S, 51° 22' W e altitude 326 m), no período de 1978 a 2005, para os meses de outubro, novembro e primeira quinzena de dezembro, sendo os valores agrupados em quinquídios. A probabilidade de atendimento hídrico foi determinada usando-se função com distribuição gama reduzida, utilizando estimativas prévias da probabilidade de distribuição da precipitação e da evapotranspiração da cultura do milho. Os valores de precipitação utilizados foram os correspondentes à probabilidade de ocorrência de 75% e a evapotranspiração da cultura foi estimada pelo método do Tanque Classe A. As melhores épocas de semeadura para a cultura do milho ocorrem entre o terceiro e o quinto quinquídios de novembro e segundo e terceiro quinquídios de dezembro. As simulações apresentaram baixas probabilidades de atendimento hídrico para a cultura do milho na safra de primavera/verão, havendo portanto, necessidade de irrigação.

Palavras-chave: Zea mays, precipitação, distribuição gama.

SOWING DATES OF CORN CONSIDERING CROP HYDRIC SUPPLY IN REGION OF ILHA SOLTEIRA-SP (BRAZIL).

SUMMARY: The water is one of the most important factors that affects yield in the producing region, and your handling is of great importance, because it will allow adjustments of sowing periods determining larger efficiency in the use of the precipitations. The objective of this study was to estimate water supply the probability by rainfall for corn crop during the conventional periods of sowing in the region of Ilha Solteira-SP. Were used daily values of precipitation and evaporation of meteorological station of CESP/Unesp, located in Ilha Solteira-SP, Brazil (20° 21' S, 51° 22' W and altitude 326 m), in the period from 1978 to 2005, for the months of October, November and first fortnight of December, being the values grouped in 5-day interval. The probability of rainfall supply was determined using gama distribution function reduced, based on previous probability estimates of the precipitation distribution and of the crop evapotranspiration. The precipitation values used were correspondents the probability of occurrence of 75% and the evapotranspiration of the crop was estimated by the Class A. The best sowing

periods for corn it happens between the third and fifth 5-day interval of November and second and third 5-day interval of December. With those results it can be concluded that the simulations presented low probabilities of rainfall supply of corn crop, with need of the irrigation use

Key words: Zea mays, precipitation, gama distribution.

INTRODUÇÃO

A cultura do milho é produzida em todo o território nacional, fato que exprime a grande importância econômica e social do produto e também evidencia a existência de variações em sistemas de produção devido às distintas condições de clima, solo, infra-estrutura de produção, mercado, fatores sociais e econômicos ligados aos produtores (MONTEIRO et al., 1992).

O déficit hídrico afeta praticamente todos os aspectos relacionados ao desenvolvimento das plantas, reduzindo a área foliar, diminuindo a fotossíntese e afetando vários outros processos, além de alterar o ambiente físico das culturas, por modificar o balanço de energia do sistema (BERGAMASCHI, 1992).

A cultura do milho sofre com estresse hídrico, provocado por seca periódica denominada veranico, que quando ocorre na fase que antecede ou durante o florescimento da planta pode afetar de forma drástica a cultura (VIEGAS, 1989). A cultura apresenta grande sensibilidade à falta de água, em razão de seu período crítico ser curto e bem definido, desde a emissão da inflorescência masculina (pendoamento) até o início do enchimento de grãos (BERGAMASCHI et al., 2004).

O objetivo deste trabalho foi estimar a probabilidade da precipitação atender a necessidade de água da cultura do milho, para diferentes datas de semeadura e estádios de desenvolvimento. Esta simulação é importante para dar subsídios para o agricultor decidir, fundamentado em resultados obtidos com base na estatística climatológica, a melhor data de semeadura, conhecendo com antecedência os riscos da precipitação não atender a necessidade de água da cultura do milho, para a região de Ilha Solteira-SP.

MATERIAL E MÉTODOS

Estimativa da probabilidade de distribuição de precipitação

Para o estudo proposto foram utilizados os valores diários de precipitação do período de 1978 a 2005, obtidos na estação meteorológica da Companhia Energética do Estado de São Paulo (CESP) e Universidade Estadual Paulista (Unesp), localizada em Ilha Solteira-SP (20° 21' S, 51° 22' W e altitude 326 m). Estes dados foram agrupados em quinquídios para os meses de outubro, novembro e a primeira quinzena de dezembro.

Utilizou-se a distribuição gama de probabilidade que, segundo ASSIS et al. (1996), é a mais utilizada para o ajuste de totais de precipitação de períodos mensais ou menores. Sua função densidade de probabilidade tem a forma:

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

com $\beta, \gamma > 0$ e $0 < X < 8$, onde $\Gamma(\gamma)$ é a função gama do parâmetro γ .

Os parâmetros γ e β foram estimados por meio do método da máxima verossimilhança, utilizando as seguintes equações:

$$\beta = X/\gamma \quad (2)$$

$$\gamma = \{1 + [1 + (4 \cdot A/3)]^{1/2}\} / 4 \cdot A \quad (3)$$

$$A = \ln(X) - 1/n \sum \ln(Xk) \quad (4)$$

onde X é o valor médio da precipitação no período e Xk é a precipitação acumulada no período.

As equações (2), (3), (4) e a função gama do parâmetro γ $\{\Gamma(\gamma)\}$ foram calculadas para os dados diários de precipitação agrupados em quinquídios.

A função cumulativa de probabilidade da distribuição foi calculada pela equação:

A função cumulativa de probabilidade da distribuição foi calculada pela equação:

$$F(X) = \frac{1}{\Gamma(\gamma) \beta^\gamma} \int_0^X X^{\gamma-1} e^{-X/\beta} dX \quad (5)$$

A equação (5) não apresenta solução imediata, sendo necessário utilizar expansão em série (ASSIS et al., 1996):

$$F(t) = (t^\gamma / \gamma \Gamma(\gamma) e^\gamma) * \{1 + [t^\gamma / (\gamma+1)] + [t^{2\gamma} / (\gamma+1) * (\gamma+2)] + [t^{3\gamma} / (\gamma+1) * (\gamma+2) * (\gamma+3)] + \dots\} \quad (6)$$

sendo $t = X / \beta$.

A equação (6) é a probabilidade de ocorrer um valor X ? t é $F(t)$. Para a resolução da equação (6) o número de termos adotados foi 13.

Os valores de precipitação utilizados para análise no trabalho foram os correspondentes a probabilidade de ocorrência de 75%, ou seja, de cada quatro anos de análise da precipitação, no mínimo em três ocorrerá o valor apresentado.

Estimativa da evapotranspiração da cultura:

Os valores diários de evaporação do tanque "Classe A" da mesma estação meteorológica, foram agrupados em quinquídios para o mesmo período considerado para as precipitações.

A evapotranspiração de referência (E_{To}), foi calculada pela expressão: $E_{To} = K_p * E_{CA}$, sendo K_p o coeficiente do tanque e E_{CA} a evaporação do Tanque Classe A. Para a estimativa da evapotranspiração foi utilizada a expressão: $E_{Tc} = K_c * E_{To}$, em que E_{Tc} é a evapotranspiração da cultura; k_c é o coeficiente de cultura e E_{To} é a evapotranspiração de referência (PEREIRA et

al., 1997).

Para fins de simulação de semeadura, o período da emergência até a colheita foi dividido em três estádios fenológicos. Estádios 0 a 3, 45 DAE (correspondente ao período da emergência até plantas com 12 folhas totalmente desdobradas), Estádios 4 a 6, 45-80 DAE (correspondente ao período da emissão do pendão até grãos leitosos) e Estádios 7 a 10, 80-120 DAE (correspondente ao período de grãos pastosos até grãos maduros fisiologicamente), adaptado de FANCELLI & DOURADO-NETO (2000).

Os coeficientes de cultura (K_c) utilizados foram adaptados de DOORENBOS & KASSAM (1979) e ajustados através de regressão linear (Tabela 1). O dia central do quinquídio foi o escolhido para representar o K_c , ou seja, dentro dos cinco dias sempre utilizou-se o valor do terceiro dia. O coeficiente do tanque (K_p) utilizado foi o apresentado por DOORENBOS & PRUITT (1977), com valor constante de 0,75. O K_c é função da cultura e do estágio de desenvolvimento e o K_p é função do tamanho e natureza da área tampão, velocidade do vento e umidade relativa do ar.

Tabela 1. Estádios fenológicos, valores do coeficiente de cultura (Kc) e equações de regressão para o milho, para períodos quinquidiais.

Quinquídio	Estádios	Regressão	Kc	Quinquídio	Estádios	Regressão	Kc
1°	Estádios 0 a 3	Kc = 0,0101*DAE + 0,4899	0,52	14°	Estádios 4 a 6	Kc = -0,012*DAE + 2,04	1,18
2°	Estádios 0 a 3		0,57	15°	Estádios 4 a 6		1,16
3°	Estádios 0 a 3		0,62	16°	Estádios 4 a 6		1,10
4°	Estádios 0 a 3		0,67	17°	Estádios 7 a 10		1,04
5°	Estádios 0 a 3		0,72	18°	Estádios 7 a 10		0,98
6°	Estádios 0 a 3		0,77	19°	Estádios 7 a 10		0,92
7°	Estádios 0 a 3		0,82	20°	Estádios 7 a 10		0,86
8°	Estádios 0 a 3		0,87	21°	Estádios 7 a 10		0,80
9°	Estádios 0 a 3		0,92	22°	Estádios 7 a 10		0,74
10°	Estádios 4 a 6		0,97	23°	Estádios 7 a 10		0,68
11°	Estádios 4 a 6		1,03	24°	Estádios 7 a 10		0,62
12°	Estádios 4 a 6						
13°	Estádios 4 a 6						

Probabilidade da precipitação suprir a necessidade hídrica da cultura do milho

A probabilidade da precipitação suprir a necessidade hídrica da cultura do milho foi adotada por CAMARGO et al. (1988) com distribuição gama-reduzida, sendo baseada na possibilidade da precipitação atender a evapotranspiração da cultura.

A função de densidade é:

$$f(x) = \frac{e^{-x/y}}{y} \quad (7)$$

sendo X a demanda hídrica ideal e y é a precipitação do período (mm).

A função de distribuição acumulada é:

$$F(x) = -(e^{-x/y} - 1) \quad (8)$$

A probabilidade de atendimento hídrico p(x) para a demanda por período é:

$$p(x) = 1 - F(x) \quad (9)$$

Utilizando as equações (8) e (9), foram obtidas as probabilidades da precipitação suprir a necessidade de água da cultura, para todas as simulações de épocas de

semeadura agrupadas em quinquídios.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Precipitações prováveis com probabilidade de 75 % de ocorrência agrupadas em quinquídios

Verifica-se que para os agrupamentos em quinquídios, com probabilidade de ocorrência de 75%, o menor valor da precipitação provável mínima é de 3,0 mm que ocorre no primeiro quinquídio de outubro e o maior é de 21,40 mm, no sexto quinquídio de janeiro (Tabela 2). O valor da média das probabilidades de ocorrência da precipitação do período é de 8,59 mm. Uma alternativa de compreender a precipitação provável, para 75% de probabilidade de ocorrência, é considerar que para cada quatro anos, em três a precipitação será no mínimo o valor apresentado.

Tabela 2. Precipitação provável, com 75% de probabilidade de ocorrência, agrupadas em quinquídios para Ilha Solteira-SP.

Período	Prec. (mm)	Período	Prec. (mm)	Período	Prec. (mm)	Período	Prec. (mm)
01-05/out	3,00	16-20/nov	9,87	01-05/jan	10,67	16-20/fev	10,00
06-10/out	5,00	21-25/nov	6,35	06-10/jan	12,10	21-25/fev	13,69
11-15/out	4,34	26-30/nov	9,00	11-15/jan	9,10	26-28/fev	8,70
16-20/out	5,30	01-05/dez	10,70	16-20/jan	4,54	01-05/mar	7,00
21-25/out	5,57	06-10/dez	9,17	21-25/jan	6,98	06-10/mar	18,20
26-31/out	7,65	11-15/dez	12,70	26-31/jan	21,40	11-15/mar	6,50
01-05/nov	5,80	16-20/dez	10,21	01-05/fev	9,63	16-20/mar	5,84
06-10/nov	3,67	21-25/dez	10,00	06-10/fev	9,00	21-25/mar	7,17
11-15/nov	7,50	26-31/dez	8,40	11-15/fev	7,15	26-31/mar	7,41

Demanda hídrica da cultura do milho

Para os estádios iniciais da cultura (0 a 3) os valores máximo e mínimo da evapotranspiração da cultura foram de $27,01 \pm 1,88$ mm e $12,24 \pm 0,85$ mm, ocorridos, respectivamente, com semeaduras no terceiro quinquídio de outubro e terceiro de dezembro. Para os estádios 4 a 6 os valores extremos foram $33,66 \pm 1,74$ mm e $20,29 \pm 1,82$ mm, ocorridos com semeaduras no quinto quinquídio de outubro e no quinto quinquídio de novembro, respectivamente. Nos estádios finais da cultura (7 a 10) as evapotranspirações máxima ($29,86 \pm 1,82$ mm) e mínima ($12,35 \pm 0,76$ mm) ocorreram, respectivamente, com semeaduras no segundo e quarto quinquídios de outubro.

Pela análise dos resultados da demanda hídrica da cultura do milho evidencia-se que os valores máximos de evapotranspiração da cultura ocorrem com a semeadura ao longo do mês de outubro para todos os estádios de desenvolvimento, sendo que, os valores extremos de evapotranspiração tanto máximos como mínimos ocorrem entre os estádios 4 a 6 da

cultura.

As evapotranspirações médias, considerando todos os períodos de semeadura, foram de 18,85mm (estádios 0 a 3), 26,01mm (estádios 4 a 6) e 18,58 mm (estádios 7 a 10).

Com a análise individual de cada época de semeadura (Tabela 3), verifica-se que à medida que a semeadura é mais tardia a evapotranspiração da cultura é menor em relação a semeaduras antecipadas, e que a evapotranspiração média da cultura entre os estádios 4 a 6 é maior que a evapotranspiração média da cultura durante todo seu ciclo, para todos os períodos de simulação de semeadura.

O maior valor da exigência hídrica da cultura do milho ocorre no estágio 4 a 6, período em que deve coincidir com o maior atendimento hídrico para que a cultura não seja prejudicada e possa expressar todo o seu potencial de produção. Com a possibilidade de semeadura entre o primeiro quinquídio de outubro e o terceiro quinquídio de dezembro, verifica-se que os valores da demanda hídrica estão consistentes, apresentando desvio-padrões que indicam baixa dispersão.

Tabela 3. Evapotranspiração da Cultura (mm) do milho para 15 prováveis épocas de semeaduras, em quinquídios (Q), com médias para cada data de semeadura, dos estádios e do ciclo total.

Estádios	Q	Períodos de Semeaduras							
		01-05 out.	06-10 out.	11-15 out.	16-20 out.	21-25 out.	26-31 out.	01-05 nov.	06-10 nov.
Estádios 0 a 3	1°	14,10	14,64	14,01	14,15	14,29	16,72	14,16	14,89
	2°	16,06	15,37	15,53	15,67	18,35	15,53	16,34	15,48
	3°	16,73	16,90	17,06	19,97	16,90	17,79	16,85	16,65
	4°	18,28	18,45	21,59	18,28	19,23	18,22	18,01	19,63
	5°	19,83	23,22	19,65	20,68	19,59	19,36	21,10	18,71
	6°	24,84	21,03	22,12	20,96	20,72	22,58	20,02	19,67
	7°	22,40	23,57	22,33	22,07	24,05	21,33	20,95	19,97
	8°	25,02	23,70	23,42	25,53	22,64	22,24	21,20	20,56
	9°	25,07	24,78	27,01	23,95	23,52	22,42	21,75	24,32
Estádios 4 a 6	10°	26,13	28,48	25,26	24,81	23,65	22,93	25,65	23,41
	11°	29,96	26,57	26,09	24,88	24,12	26,98	24,62	29,32
	12°	27,87	27,38	26,10	25,31	28,31	25,83	30,77	23,88
	13°	28,66	27,33	26,50	29,64	27,05	32,21	25,00	23,45
	14°	28,55	27,69	30,97	28,26	33,66	26,12	24,50	25,90
	15°	27,39	30,64	27,95	33,29	25,84	24,23	25,62	27,00
	16°	29,06	26,51	31,58	24,51	22,98	24,30	25,60	24,63
Estádios 7 a 10	17°	25,07	29,86	23,18	21,73	22,98	24,21	23,29	28,57
	18°	28,15	21,84	20,49	21,66	22,82	21,95	26,93	22,98
	19°	20,51	19,24	20,34	21,43	20,61	25,29	21,58	19,21
	20°	17,99	19,02	20,04	19,27	23,64	20,18	17,96	17,09
	21°	17,69	18,65	17,93	22,00	18,78	16,71	15,91	18,91
	22°	17,26	16,60	20,36	17,37	15,47	14,72	17,49	16,20
	23°	15,26	18,72	15,97	14,22	13,53	16,08	14,89	14,48
	24°	17,08	14,57	12,97	12,35	14,67	13,58	13,21	13,63
Média E.4-6		28,23	27,80	27,78	27,24	26,52	26,09	25,97	25,37

Estádios	Q	Períodos de Semeaduras						
		11-15 nov.	16-20 nov.	21-25 nov.	26-30 nov.	01-05 dez.	06-10 dez.	11-15 dez.
Estádios 0 a 3	1°	14,11	13,95	15,20	13,48	13,24	12,62	12,24
	2°	15,30	16,68	14,79	14,52	13,85	13,43	15,02
	3°	18,15	16,10	15,81	15,07	14,62	16,35	14,92
	4°	17,41	17,10	16,30	15,80	17,68	16,13	19,21
	5°	18,38	17,52	16,99	19,01	17,34	20,66	16,03
	6°	18,75	18,18	20,34	18,56	22,10	17,15	16,09
	7°	19,37	21,67	19,77	23,55	18,27	17,14	18,12
	8°	22,99	20,98	24,99	19,39	18,19	19,23	20,26
	9°	22,19	26,43	20,52	19,24	20,34	21,43	20,62
Estádios 4 a 6	10°	27,88	21,64	20,29	21,45	22,61	21,74	26,67
	11°	22,76	21,34	22,56	23,78	22,87	28,05	23,94
	12°	22,39	23,67	24,95	23,99	29,44	25,12	22,36
	13°	24,79	26,12	25,12	30,82	26,30	23,41	22,28
	14°	27,29	26,25	32,20	27,48	24,46	23,28	27,67
	15°	25,96	31,85	27,18	24,20	23,03	27,37	25,34
	16°	30,21	25,78	22,95	21,84	25,96	24,03	23,37
Estádios 7 a 10	17°	24,38	21,70	20,66	24,55	22,73	22,10	22,80
	18°	20,45	19,47	23,14	21,42	20,83	21,49	21,15
	19°	18,28	21,73	20,11	19,56	20,18	19,86	19,52
	20°	20,32	18,81	18,29	18,87	18,57	18,25	17,52
	21°	17,50	17,02	17,56	17,28	16,98	16,30	16,17
	22°	15,75	16,25	15,99	15,72	15,08	14,96	18,23
	23°	14,94	14,70	14,45	13,87	13,76	16,76	13,97
	24°	13,41	13,18	12,65	12,55	15,29	12,75	13,52
Média E.4-6		25,90	25,24	25,04	24,79	24,95	24,72	24,52

Probabilidade de atendimento hídrico da cultura (%) do milho com sementeiras em quinquídios (Q), para precipitações com probabilidade de 75 % de ocorrência

Considerando os estádios iniciais da cultura do milho (0 a 3) os valores máximo e mínimo, da probabilidade de atendimento hídrico, dos 15 quinquídios de sementeira, para precipitação provável de 75%, foram de 38,15% \pm 10,41% e 0,11% \pm 2,53%, ocorridos, respectivamente, com sementeira no terceiro quinquídio dezembro e primeiro quinquídio de outubro (Tabela 4). Para os estádios 4 a 6 os valores extremos foram 28,75% \pm 6,18% e 0,25% \pm 1,32%, ocorridos com sementeira no terceiro quinquídio de dezembro e novembro.

Nos estádios finais da cultura do milho (7 a 10) a probabilidade de atendimento hídrico máxima (47,85% \pm 5,26%) e mínima (0,48% \pm 2,80%), respectivamente, com sementeira no terceiro quinquídio de novembro e no sexto de outubro. Esta análise evidencia que os valores máximos de atendimento hídrico da cultura ocorrem entre meados do mês de novembro e dezembro para todas os estádios de desenvolvimento; os valores mínimos de atendimento acontecem durante o mês de outubro e início do mês de novembro, com os menores valores de atendimento hídrico ocorrendo entre os estádios 4 a 6 da cultura.

Com a análise individual de cada época de sementeira (Tabela 4), verifica-se que do primeiro quinquídio de outubro até o terceiro quinquídio de novembro ocorre aumento médio da probabilidade de atendimento hídrico à medida que a sementeira é mais tardia, com certa estabilização nesse atendimento após esta data, sendo essa consideração válida para o ciclo total da cultura. Dentro dessas condições é possível avaliar que a partir do terceiro quinquídio de novembro ocorrem as maiores probabilidades de atendimento hídrico para a cultura do milho com valores ao

redor de 14,10%. No entanto, quando essa análise individual leva em conta apenas os estádios 4 a 6, que são os mais exigentes em água pela cultura do milho, nota-se baixos valores de atendimento hídrico, sendo os maiores ocorridos nas simulações de sementeira do segundo e terceiro quinquídio de dezembro com valores de 10,54% e 11,24%, respectivamente.

Com base nesses resultados, constata-se que a melhor época de sementeira para a cultura do milho na região de Ilha Solteira-SP ocorre entre o segundo e terceiro quinquídio de dezembro. No entanto, sementeiras entre o terceiro e o quinto quinquídios de novembro também apresentam atendimentos próximos aos que ocorrem em dezembro, sendo possível semear nessas épocas. ALFONSI et al. (1997a) estudando seis localidades do Estado de São Paulo, produtoras de milho, verificaram que nas sementeiras de setembro, os valores de atendimento hídrico são menores que os apresentados para as sementeiras de outubro, novembro e dezembro.

Com a possibilidade de sementeira entre o primeiro quinquídio de outubro e o terceiro quinquídio de dezembro, verifica-se que as probabilidades médias de atendimento hídrico para a cultura do milho são baixas, sendo necessário o uso de irrigação. ALFONSI et al. (1997b) em Votuporanga-SP, observaram que os valores relativos às porcentagens das probabilidades de atendimento hídrico, para três cultivares milho, apresentam um acréscimo a partir das sementeiras de setembro, atingindo valores máximos para as sementeiras de outubro a novembro, com um decréscimo acentuado das mesmas de dezembro a março. Os valores das probabilidades de suprimento hídrico foram baseados nas probabilidades das ocorrências da precipitação serem maiores ou iguais à evapotranspiração máxima da cultura.

Tabela 4. Probabilidade de Atendimento Hídrico (%), para possíveis épocas de semeadura do milho em quinquídios (Q), para precipitação provável de 75%, com médias para cada data de semeadura, dos estádios 4 a 6 (E.4-6) e do ciclo total.

Estádios	Q	Períodos de Semeaduras							
		01-05 out.	06-10 out.	11-15out.	16-20out.	21-25out.	26-31out.	01-05nov.	06-10nov.
Estádios 0 a 3	1º	0,91	5,35	3,97	6,92	7,69	11,24	8,71	1,73
	2º	4,02	2,90	5,34	6,00	9,09	6,87	1,17	12,69
	3º	2,12	4,12	4,68	7,35	5,42	0,79	10,58	18,50
	4º	3,18	3,65	5,94	4,28	0,53	8,81	16,13	4,55
	5º	2,84	4,81	3,38	0,36	7,34	14,06	3,60	12,50
	6º	3,89	2,66	0,24	6,11	12,26	2,86	10,81	15,91
	7º	2,10	0,16	5,09	10,69	2,26	9,35	14,11	11,32
	8º	0,11	4,24	9,32	1,79	8,08	12,52	9,91	19,82
	9º	3,54	8,12	1,42	6,99	11,10	8,67	18,05	9,23
Estádios 4 a 6	10º	7,08	1,13	6,04	9,84	7,58	16,43	8,11	9,63
	11º	0,89	5,22	8,73	6,64	14,97	7,12	8,53	3,05
	12º	4,52	7,74	5,81	13,63	6,25	7,55	2,57	10,67
	13º	6,86	5,08	12,41	5,49	6,69	2,16	9,60	14,40
	14º	4,44	11,30	4,82	5,93	1,82	8,65	13,20	5,81
	15º	11,57	4,98	6,11	1,90	8,88	13,50	5,99	0,26
	16º	5,81	7,06	2,33	10,06	14,96	6,92	0,36	2,94
Estádios 7 a 10	17º	8,15	2,86	11,39	16,59	8,01	0,48	3,56	26,32
	18º	3,51	12,91	18,40	9,26	0,66	4,31	28,41	9,20
	19º	14,63	20,40	10,70	0,89	5,22	30,68	10,64	11,83
	20º	22,61	12,37	1,21	6,32	33,13	12,30	13,59	9,16
	21º	14,31	1,65	7,66	35,77	14,23	15,61	10,81	15,10
	22º	2,24	9,28	38,62	16,46	17,94	12,76	17,39	30,63
	23º	11,24	41,70	19,04	20,60	15,07	20,02	33,70	18,93
	24º	45,03	22,02	23,66	17,79	23,06	37,07	21,90	14,28
Média E.4-6	5,88	6,07	6,61	7,64	8,74	8,90	6,91	6,68	
Média Ciclo	7,73	8,40	9,01	9,49	10,09	11,28	11,73	12,02	

Estádios	Q	Períodos de Semeaduras						
		11-15 nov.	16-20 nov.	21-25 nov.	26-30 nov.	01-05 dez.	06-10 dez.	11-15 dez.
Estádios 0 a 3	1º	15,24	24,34	9,13	22,36	29,02	25,25	38,15
	2º	21,22	7,24	19,34	25,73	22,09	34,74	22,97
	3º	5,73	16,72	22,82	19,33	31,64	20,16	22,50
	4º	14,46	20,24	16,91	28,81	17,70	19,93	10,15
	5º	17,95	14,79	26,24	15,54	17,65	8,55	22,26
	6º	12,94	23,89	13,64	15,64	7,20	20,04	26,46
	7º	21,76	11,98	13,85	6,06	18,04	24,26	13,66
	8º	10,52	12,27	5,10	16,24	22,24	12,09	1,15
	9º	10,87	4,30	14,62	20,39	10,70	0,89	5,22
Estádios 4 a 6	10º	3,62	13,16	18,69	9,47	0,69	4,44	28,75
	11º	11,85	17,14	8,38	0,53	3,78	26,96	8,32
	12º	15,71	7,42	0,41	3,21	25,27	7,36	8,34
	13º	6,56	0,32	2,74	23,69	6,51	7,42	4,43
	14º	0,25	2,33	22,21	5,76	6,60	3,85	6,29
	15º	2,42	22,57	5,94	6,80	3,99	6,48	15,71
	16º	24,37	6,88	7,81	4,71	7,46	17,28	6,81
Estádios 7 a 10	17º	7,95	8,97	5,56	8,59	19,01	7,88	3,85
	18º	10,30	6,57	9,89	20,91	9,12	4,64	31,28
	19º	7,76	11,39	23,01	10,55	5,60	33,58	4,96
	20º	13,11	25,31	12,21	6,75	36,04	6,03	4,98
	21º	27,85	14,13	8,14	38,69	7,33	6,13	10,49
	22º	16,36	9,82	41,53	8,91	7,55	12,41	8,55
	23º	11,84	44,58	10,83	9,30	14,68	10,42	11,69
	24º	47,85	13,16	11,46	17,37	12,71	14,11	5,91
Média E.4-6	9,25	9,97	9,45	7,74	7,76	10,54	11,24	
Média Ciclo	14,10	14,15	13,77	14,39	14,28	13,95	13,45	

CONCLUSÕES

A probabilidade de atendimento hídrico para a cultura do milho na região de Ilha Solteira-SP, apresentou-se baixa indicando necessidade de irrigação suplementar para todas as fases de desenvolvimento, nas diferentes épocas de semeadura.

AGRADECIMENTOS

Os autores manifestam agradecimento à Companhia Energética do Estado de São Paulo pelo fornecimento dos dados meteorológicos e ao CNPq pelo financiamento do projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFONSI, R. R.; VICTORIA FILHO, R.; SENTELHAS, P. C. Épocas de semeadura para a cultura do milho no estado de São Paulo, baseadas na probabilidade de atendimento hídrico. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 5, n. 1, p. 43-49, 1997a.

ALFONSI, R.R.; PEZZOPANE, J. R. M.; MORAES, A. V. C.; VICTORIA FILHO, R. Probabilidade de suprimento hídrico para a cultura do milho no Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 5, n. 2, p. 241-248, 1997b.

ASSIS, F.N. de; ARRUDA, H.V. de; PEREIRA, A.R. Aplicações de estatística à climatologia: teoria e prática. Pelotas: Ed. Universitária/UFPel, 1996. 161p.

BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; BERGONCI, J. I.; BIANCHI, C. A. M.; MÜLLER, A. G.; COMIRAN, F.; HECKLER, B. M. M. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.39, n.9, p.831-839, 2004.

BERGAMASCHI, H. Desenvolvimento de déficit hídrico em culturas. In:

BERGAMASCHI, H. (Coord.). *Agrometeorologia Aplicada à Irrigação*. Porto Alegre. Editora da Universidade/UFRGS. p. 25-32. 1992.

CAMARGO, M.B.P.; ARRUDA, H.V.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; BRUNINI, O.; ALFONSI, R.R. Probabilidades de atendimento da demanda hídrica da cultura do trigo pela precipitação pluvial no Estado de São Paulo. Campinas, Instituto Agrônomo, 1988. 26p. (Boletim técnico, 120).

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. Yield response to water. Roma: FAO Irrigation and Drainage Paper 33, 1979. 193p.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. Guidelines for predicting crop water. 2.ed. Roma: FAO Irrigation and Drainage Paper 24, 1977. 194p.

FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D. Produção de milho. Guaíba: Agropecuária, 2000.

MONTEIRO, J.A.; CRUZ, J. C.; BAHIA, F. G. T. C. Produção de milho no Brasil - Realidade e Perspectiva. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 19. Conferências... Porto Alegre, 1992. p. 81-126.

PEREIRA, A.R.; NOVA, N.A.V.; SEDIYAMA, G.C. Evapo(transpi)ração. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183p.

VIÉGAS, G. P. Melhoramento do milho para condições adversas. Campinas, Fundação Cargill, 1989. 44p.

