

DETERMINAÇÃO DA TEMPERATURA-BASE E DE GRAUS-DIA PARA ESTIMATIVA DA DURAÇÃO DO SUBPERÍODO DA SEMEADURA À FLORAÇÃO DE UM HÍBRIDO DE MILHO (*Zea mays*)¹

DETERMINATION OF BASE-TEMPERATURE AND DEGREE-DAYS FOR ESTIMATING THE DURATION OF THE SOWING TO FLOWERING PERIOD OF A CORN HYBRID (*Zea mays*)

Beatriz Ibet Lozada² e Luiz Roberto Angelocci³

RESUMO

Foram utilizados seis anos de observações da duração do subperíodo semeadura-floração em ensaio sobre épocas de semeadura de um híbrido de milho, na localidade de Santa Cruz das Palmeiras, SP (latitude: 21°50'S, longitude: 47°16'W, altitude: 664m) para determinar a temperatura-base e a exigência em graus-dia. Foi encontrada boa relação linear entre o desenvolvimento relativo e a temperatura do ar. Usando os dados do balanço hídrico do solo pelo modelo de THORNTHWAITE & MATHER (1955), foi feita uma correção para a duração do subperíodo nos casos em que ocorreu deficiência hídrica. O valor estimado de temperatura-base variou em função da série de anos e do método usados na sua determinação, com correção ou não para a deficiência hídrica do solo. Tomando-se quatro anos para estabelecer os modelos de ajuste para o fator hídrico e para o estabelecimento da temperatura-base e dois para testar o modelo, o uso de temperatura-base de 2°C, 3°C e 10°C permitiu boas estimativas da duração do subperíodo.

Palavras-chave: temperatura do ar, balanço hídrico do solo, soma térmica, desenvolvimento vegetal.

SUMMARY

Six-year experiments in Santa Cruz das Palmeiras (latitude: 21°50'S, longitude: 47°16'W, altitude 664m), São Paulo State, Brazil, on the effects of the sowing date on the development and the yield of the corn hybrid AG 106 were used, in order to determine the base-temperature and degree-days requirements

for occurring the period from sowing to flowering. A correction was used for the effect of soil water deficit on the period duration, calculated from the the soil water balance by the model of THORNTHWAITE and MATHER (1955). The values of base-temperature depended on the calculation method and the correction factor for water deficit. The use of values of 2°C, 3°C and 10°C as base-temperature provided good estimates of the duration of that period.

Key Words: air temperature, soil water balance, thermal summation, plant development.

INTRODUÇÃO

Todos os processos fisiológicos e funções da planta ocorrem dentro de limites térmicos no ambiente em que elas se desenvolvem. Para completarem cada subperíodo do desenvolvimento, as plantas necessitam, entre outros fatores, um somatório térmico. Um dos índices mais utilizados para expressar esse requerimento é o denominado graus-dia, que se baseia no acúmulo térmico dentro dos limites nos quais a planta se desenvolve, definidos pelas temperaturas basais inferior e superior. Considerando-se que a temperatura-base superior geralmente é elevada, principalmente para uma planta como o milho, e raramente atingida nas condições climáticas onde as culturas se desenvolvem, normalmente não se considera o limite superior e utiliza-se somente a temperatura-base inferior.

O conceito de graus-dia contém uma série de

¹ Parte da dissertação apresentada pelo primeiro autor à ESALQ/USP.

² Engº Agrº, MS, Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Carretera via Delicias, Bramon – Estado de Táchira, Venezuela. E-mail: beatrizloz@hotmail.com ou ciaeta@epsilon.funtha.gov.ve

³ Dr., Prof. Associado, Departamento de Ciências Exatas, ESALQ/USP, Caixa Postal 9, 13418-900, e-mail: lrangelocci@carpa.ciagri.usp Piracicaba, SP. Bolsista do CNPq.

aproximações que se tornam motivo freqüente de críticas ao seu uso. A sua aplicação é indicada quando a temperatura é o grande fator determinante da taxa de desenvolvimento, não existindo limitações de outros fatores do ambiente para esse processo. Nesse caso, supõe-se existir um valor constante de soma térmica para que se cumpra uma etapa do ciclo de desenvolvimento, dependente do material genético, mas independente do local ou época de semeadura. Considera-se, também, que há uma relação linear entre a temperatura e a taxa de desenvolvimento relativo.

WANG (1960) explicou que as plantas respondem diferentemente ao mesmo fator ambiental durante os subperíodos de desenvolvimento, enfatizando o fato de que a exigência em graus-dia é constante somente para aquela amplitude na qual existe linearidade entre o desenvolvimento relativo e a temperatura.

OLIVEIRA (1990) e MASSIGNAM & ANGELOCCI (1993a), assinalaram que o desenvolvimento relativo nem sempre apresenta essa relação linear com a temperatura do ar. No caso do girassol, MASSIGNAM & ANGELOCCI (1993a) propuseram fatores de correção para o desvio dessa linearidade, que melhorou a previsão da época de ocorrência da floração em uma das cultivares utilizadas. Quanto aos outros fatores que afetam o crescimento e o desenvolvimento da planta, MASSIGNAM & ANGELOCCI (1993b) verificaram que a duração do subperíodo da emergência à floração de cultivares de girassol esteve mais correlacionada com a temperatura do ar do que com a relação evapotranspiração real/evapotranspiração de referência ou potencial (ETR/ETP). LOZADA & ANGELOCCI (1999) verificaram que a duração do subperíodo semeadura à floração do híbrido de milho usado no presente estudo mostrou-se altamente correlacionada com a temperatura do ar e, em menor grau, com o déficit hídrico do solo; verificaram, também, que para as condições do estudo, ocorreu uma boa linearidade entre o desenvolvimento relativo e a temperatura do ar.

Outra crítica ao conceito de graus-dia refere-se à temperatura-base utilizada, geralmente considerada constante por subperíodo de cada cultivar. Ela normalmente é determinada por métodos estatísticos com base em observações fenológicas, como o do coeficiente de variação, o do menor desvio-padrão, o de regressão e o de interseção das abcissas. Além das aproximações contidas nessas formas de cálculo, pode existir diferença entre a temperatura-base fisiológica e a obtida estatisticamente (ARNOLD, 1959), levando à estimativas discrepantes de temperatura-base, de modo que a utilização dos valores determinados deve ser feita com conhecimento do seu exato significado e dos erros que podem conter. No caso do milho, por exemplo, tem-se considerado um valor geral de temperatura-base de 10°C para o ciclo, mas OLIVEIRA (1990) cita valores obtidos por diferentes autores variando de 4°C a 10°C para o subperíodo emergência à

floração e de 10°C a 12°C no subperíodo pendocimento à maturação.

Apesar de todas as limitações do conceito de graus-dia, trata-se ainda de um índice bioclimático de grande utilização, principalmente para caracterizar os materiais vegetais quanto à duração dos subperíodos e do ciclo, em associação com a temperatura do ar. O presente estudo baseou-se em observações de duração de subperíodos e do ciclo semeadura-colheita de um híbrido de milho, em ensaio de épocas de semeadura, para estimar valores de temperatura-base para o subperíodo da semeadura à floração e para comparar as estimativas da duração desse subperíodo através do uso de graus-dia, com ou sem correção para o efeito da disponibilidade hídrica do solo. Inclui-se nessas comparações as estimativas feitas com uso dos valores da temperatura-base obtidos no trabalho e com uso do valor de 10°C citado com freqüência na literatura.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado com base no ensaio de épocas de semeadura de híbridos de milho da firma Agrocere, em Santa Cruz das Palmeiras, SP (latitude: 21°50'S, longitude: 47°16'W e altitude: 664m), em um período de seis anos (1987-1993), com 15 épocas de semeadura espaçadas de 15 dias, da primeira semana de setembro até a primeira de abril. Foram utilizados 15 híbridos, tendo-se escolhido o AG-106 por estar presente ao longo dos seis anos.

A soma de graus-dias (GD) necessários para completar o subperíodo da semeadura à floração, foi calculada a partir da temperatura média (T_m) e da duração observada (NUM) em dias do subperíodo, bem como da temperatura-base (T_b)

$$GD = (T_m - T_b) \text{ NUM} \quad (1)$$

Considerando que os ensaios foram realizados sem irrigação, de modo que em várias épocas de semeadura pode ter ocorrido deficiência hídrica no solo e que, além disso, pode não ter ocorrido linearidade na relação entre o desenvolvimento relativo e a temperatura, foram feitos estudos de correção para esses dois aspectos (térmico e hídrico), de maneira análoga à proposta por MASSIGNAM & ANGELOCCI (1993a). De acordo com o descrito por LOZADA & ANGELOCCI (1997), não houve necessidade de correção para uma possível falta de linearidade entre a temperatura do ar e o desenvolvimento relativo. Considerou-se que o total de graus-dias para cumprir um determinado subperíodo pode ser diferente do que o estimado pela equação (1), em função de um possível efeito sobre a duração do ciclo causado pelo desvio das condições ideais de disponibilidade hídrica do solo. Nessa situação, foi definido "graus-dias corrigidos" (GDC):

$$GDC = GD.FH \quad (2)$$

sendo FH o fator de correção para o efeito hídrico do solo, definido pela expressão

$$FH = NH/N \quad (3)$$

na qual NH é a duração em dias do subperíodo que ocorreria se não houvesse deficiência ou excedente hídrico do solo no subperíodo e N a duração estimada do subperíodo. A estimativa de N foi feita a partir de modelo obtido da análise de regressão múltipla relacionando a duração observada com a temperatura média do ar (T_m), a deficiência (DEF) e o excedente hídrico (EXC) no solo.

O valor de NH foi obtido considerando-se a deficiência hídrica igual a zero. Assim, o valor NH/N assume valor máximo de 1 se não ocorre deficiência hídrica no subperíodo e valores inferiores na sua ocorrência, significando nesse caso que a duração do subperíodo é aumentada de um certo número de dias previsto pelo modelo de regressão múltipla. A deficiência hídrica no solo foi obtida pelo cálculo do balanço hídrico de THORNTHWAITE & MATHER (1955) com as modificações discutidas em LOZADA & ANGELOCCI (1997).

A temperatura-base foi determinada por três métodos: da menor variabilidade (ARNOLD, 1959), da menor variabilidade do coeficiente de variação e da interseção da abscissa.

Os procedimentos de cálculo de graus-dia foram testados utilizando-se duas situações: cinco e quatro anos da série de dados para o ajuste dos modelos, um e dois anos para os testes, respectivamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são mostrados os valores da duração observada (NUM) do subperíodo da semeadura à floração, da duração estimada (N) e da duração estimada que ocorreria sem deficiência hídrica no solo (NH), bem como o fator de correção (FH) para essa deficiência. A duração observada do subperíodo variou de 65 a 91 dias. A duração estimada (N) foi calculada a partir da seguinte equação de regressão múltipla obtida com série de dados de quatro anos e que apresentou o melhor ajuste dentre as várias testadas (LOZADA & ANGELOCCI, 1999):

$$N = 318,03 - 18,14 T_m + 0,32 T_m^2 + 0,10 DEF \quad (4)$$

O valor de FH variou de 0,88 a 1,00, sendo em 58% dos casos superior a 0,98 e em cerca de 25% dos casos igual a 1,00. Isso fez com que fossem pequenas, na maioria das épocas de semeadura, as diferenças entre a duração observada e a prevista caso não houvesse deficiência hídrica, sendo em 63 % dos casos menor que cinco dias, em 32 % dos casos entre 5 e 10 dias e em 5% dos casos superior a 10 dias.

Na Tabela 2 são mostrados os valores de temperatura-base estimados pelos diferentes métodos, com

e sem a correção para o fator hídrico, com quatro e com cinco anos de dados. Os métodos de menor variabilidade e de menor coeficiente de variação são de base comum e produziram valores idênticos de temperatura-base, pelo que eles são apresentados como um só, com o nome de menor variabilidade.

Os valores de Tb obtidos a partir do mesmo conjunto de dados (ou seja, com quatro ou com cinco anos), sem correção dos graus-dia para o fator hídrico, praticamente não diferiram entre si, mas apresentaram diferença de 1°C quando comparados entre os diferentes conjuntos de dados (4 e 5 anos). Apresentaram grande diferença entre os métodos quando foram obtidos com correção para o fator hídrico. Quando foram simulados diferentes valores de temperatura-base nos métodos de menor variabilidade, os respectivos desvios-padrão e coeficientes de variabilidade variaram muito pouco entre os valores simulados de Tb de 0°C a 8°C, tornando difícil definir com precisão o valor que leva à menor variabilidade e, portanto, que seria assumido como o de temperatura-base.

Adotando-se os valores de Tb obtidos pelos métodos de menor variabilidade, foram calculados os valores médios e os desvios-padrões de graus-dia exigidos para ocorrer o subperíodo (Tabela 3).

O uso da correção para o fator hídrico do solo fez com que o coeficiente de variação fosse ligeiramente menor, embora o cálculo sem o uso da correção tenha levado a coeficientes de variação também pequenos. Com o intuito de testar o uso de graus-dia com e sem as aproximações utilizadas, foram comparados os valores observados e os estimados da duração do subperíodo semeadura à floração no ciclo de semeaduras 91-92 e 92-93, a partir dos valores de Tb de graus-dia, corrigidos ou não para o fator hídrico, obtidos com a série de quatro ciclos anteriores de épocas de semeadura. Para essa finalidade comparativa, foi incluída no teste a temperatura-base de 10°C, por ser comumente citada na literatura, sendo nesse caso a exigência de soma térmica, para tal temperatura-base, de 967 e 938 GD, quando usados, respectivamente, graus-dia sem e com correção. Os resultados obtidos estão nas Tabelas 4 e 5.

Enquanto nas semeaduras de 1991-92 houve um certo equilíbrio entre os casos de super e de subestimativa da duração do subperíodo, em 1992-93 houve clara tendência de superestimativa. Apesar de casos em que a diferença absoluta entre o valor estimado e o observado foi elevada (7, 8 e 12 dias), há casos de estimativas com erro nulo ou pequeno, conduzindo à diferenças médias absolutas de 2,4 a 3,4 dias. Foram realizados testes de χ^2 para determinar se eram significativas as diferenças entre a duração observada e a estimada pelo uso da soma de graus-dias nas diferentes formas empregadas. Em todos os casos, não foram encontradas diferenças significativas, mas verifica-se nas Tabelas 4 e 5 que a menor diferença foi obtida quando se utilizou Tb de 10°C e correção

Tabela 1. Datas de semeadura, duração observada (NUM), duração estimada nas condições hídricas do solo (N), duração estimada (NH) corrigindo-se os graus-dia para o fator hídrico do solo (FH) no subperíodo semeadura à floração do híbrido de milho AG 106, para os quatro primeiros anos de estudo. Santa Cruz das Palmeiras, SP.

Data da Semeadura	NUM	N	NH	FH	Data da Semeadura.	NUM	N	NH	FH
02/09/87	78	76	69	0,91	02/09/89	81	78	76	0,96
16/09/87	73	74	68	0,91	16/09/89	78	76	74	0,97
01/10/87	68	66	66	1,00	02/10/89	73	74	72	0,98
16/10/87	66	66	65	0,98	16/10/89	69	72	71	0,99
31/10/87	66	67	65	0,97	01/11/89	70	70	70	1,00
11/11/87	70	65	65	0,99	16/11/89	68	68	68	1,00
01/12/87	63	66	63	0,96	01/12/89	65	68	67	0,97
16/12/87	63	67	64	0,95	16/12/89	73	69	66	0,96
31/12/87	67	64	63	0,99	02/01/90	79	70	65	0,93
16/01/88	68	64	64	1,00	16/01/90	72	66	65	0,98
04/02/88	72	68	65	0,96	01/02/90	66	67	65	0,98
18/02/88	73	73	66	0,90	16/02/90	69	68	68	1,00
08/03/88	70	72	69	0,95	01/03/90	74	71	70	1,00
21/03/88	72	74	72	0,97	16/03/90	81	78	78	1,00
04/04/88	91	88	80	0,96	02/04/90	89	90	87	0,97
01/09/88	79	75	69	0,93	01/09/90	75	73	73	1,00
16/09/88	76	70	68	0,98	17/09/90	75	70	69	0,99
01/10/88	77	71	68	0,97	01/10/90	72	68	66	0,98
15/10/88	73	71	68	0,97	16/10/90	65	68	67	0,98
03/11/88	71	67	67	0,99	01/11/90	65	67	66	0,99
16/11/88	72	66	66	1,00	16/11/90	65	67	67	1,00
02/12/88	68	67	66	0,99	01/12/90	67	67	67	1,00
16/12/88	72	66	66	1,00	17/12/90	65	68	67	0,99
02/01/89	68	67	65	0,98	02/01/91	64	68	67	0,98
16/01/89	68	66	65	0,98	16/01/91	66	67	67	1,00
01/02/89	72	69	65	0,95	01/02/91	68	70	70	1,00
16/02/89	66	70	65	0,93	16/02/91	68	72	72	1,00
03/03/89	71	71	68	0,95	01/03/91	77	78	78	1,00
16/03/89	86	83	73	0,88	16/03/91	85	84	84	1,00
01/04/89	89	87	80	0,92	01/04/91	94	88	88	0,93

para o fator hídrico.

O uso de graus-dia com diferentes valores de temperatura-base, incluindo-se 10°C, permitiu boas estimativas de duração do subperíodo SF, podendo ser explicado pelo fato já registrado acima de que, ao se simular variações de Tb no estudo da variação dos desvios-padrão (SD) e dos coeficientes de variação (CV) no método da menor variabilidade, encontrou-se variação mínima nos valores de CV e SD para valores de Tb entre 0 e 8°C e apenas ligeiramente maior para um valor TB de 10°C. Isso pode ter contribuído para que a estimativa da duração em dias com TB=10°C tenha sido adequada, principalmente quando se trabalhou com correção para o fator hídrico.

Por outro lado, a correção para a ocorrência

de deficiência hídrica no solo promoveu uma pequena melhora na estimativa da duração do subperíodo. Deve-se ressaltar que os valores de deficiência hídrica não foram acentuados nesse subperíodo ao longo dos dois anos utilizados para o teste do modelo. Observa-se, também, que as maiores discrepâncias entre a duração observada e a estimada do subperíodo ocorreram nas três primeiras épocas de semeadura em 1991-92 (02/09; 16/09 e 01/10), nas quais os valores de deficiência hídrica foram maiores, correspondendo a valores de FH de 0,87; 0,88 e 0,93. Como nas três épocas houve subestimativa acentuada da duração do subperíodo, pode-se questionar se o grau de ajuste para o fator hídrico não teria sido excessivo.

Tabela 2. Valores de temperatura-base (Tb) em °C, do subperíodo semeadura à floração do híbrido de milho AG 106, considerando-se graus-dia com e sem correção para o fator hídrico do solo.

Método	4 anos		5 anos	
	Com corr.	Sem corr.	Com corr.	Sem corr.
Menor Variabilidade	3,0	2,0	4,0	3,0
Interseção da abscissa	2,7	4,6	4,0	5,2

Tabela 3. Valores médios da soma de graus-dia, de desvio-padrão e coeficientes de variação (CV) para ocorrer o subperíodo da semeadura à floração do híbrido AG 106, considerando-se a correção ou não para o efeito de deficiência hídrica do solo.

	Graus-dia sem correção		Graus-dia com correção	
	TB=3, 0°C	TB=4, 0°C	TB=3, 0°C	TB=4, 0°C
Média	1497	1400	1503	1429
Desvio Padrão	83	82	71	69
Coeficiente de variação (%)	5,6	5,8	4,7	4,8

AGRADECIMENTOS

À AGROCERES pela cessão dos dados básicos deste trabalho. À FAPESP e à CAPES, pela concessão de bolsa ao primeiro e ao CNPq pela bolsa ao segundo autor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARNOLD, C.Y. The determination and significance of the base temperature in a linear heat unit system. **Proceeding of the American Society for Horticultural Science**, Geneve, v. 74, p. 430-445, 1959.
- LOZADA, B., ANGELOCCI, L.R. Determinação da temperatura-base e de graus-dias na estimativa da

duração dos subperíodos de desenvolvimento do milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10., Piracicaba, 1997. **Anais...**, Piracicaba : Sociedade Brasileira de Agrometeorologia/ Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1997. p. 9-11.

LOZADA, B., ANGELOCCI, L.R. Efeito da temperatura do ar e da disponibilidade hídrica no solo sobre a duração de subperíodos e a produtividade de um híbrido de milho. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 7, n. 1, p. 37-43, 1999.

MASSIGNAM, A., ANGELOCCI, L.R. Determinação da temperatura-base e de graus-dia na estimativa da duração dos subperíodos de desenvolvimento de três cultivares de girassol. **Revista Brasileira de**

Tabela 4. Valores observados (NUM) e estimados (N), através de graus-dias, da duração do subperíodo da semeadura à floração do híbrido de milho AG 106, em duas séries de semeadura para diferentes valores de temperatura-base. Para *Tb=10°C não foi usada correção para o efeito de deficiência hídrica. Nos outros casos, foi usada a correção. Ano agrícola: 1991-1992.

Época	NUM	Tb=3°C		Tb=2°C		*Tb=10°C		Tb=10°	
		N	N - NUM	N	N - NUM	N	N - NUM	N	N - NUM
1	86	76	-10	74	-12	79	-7	76	-10
2	80	74	-6	72	-8	75	-5	73	-7
3	77	72	-5	70	-7	72	-5	70	-7
4	67	70	3	68	1	69	2	67	0
5	67	70	3	68	1	69	2	67	0
6	61	70	9	68	7	68	7	66	5
7	68	70	2	68	0	69	1	67	-1
8	65	71	6	69	4	70	5	68	3
9	64	72	8	69	5	71	7	69	5
10	74	72	-2	70	-4	72	-2	70	-4
11	72	73	1	71	-1	74	2	72	0
12	76	75	-1	73	-3	77	1	75	-1
13	75	76	1	73	-2	77	2	75	0
14	76	75	-1	73	-3	77	1	75	-1
15	79	76	-3	74	-5	79	0	76	-3
R²		0,75*		0,74*		0,74*		0,75*	
D. M.		4,1		4,2		3,3		3,1	
χ²		4,73ns		5,69ns		3,32ns		3,81ns	

OBS.: R² = coeficiente de determinação;
D. M. = Diferença média (valor absoluto);
χ² = valor de chi-quadrado.

Tabela 5. Valores observados (NUM) e estimados (N), através de graus-dias, da duração do subperíodo semeadura à floração do híbrido de milho AG 106 em duas séries de semeadura para diferentes valores de temperatura-base. Para $T_b=10^{\circ}\text{C}$ não foi usada correção para o efeito de deficiência hídrica. Nos outros casos, foi usada a correção. Ano agrícola: 1992-1993.

Época	NUM	$T_b=3^{\circ}\text{C}$		$T_b=2^{\circ}\text{C}$		$*T_b=10^{\circ}\text{C}$		$T_b=10^{\circ}$	
		N	N- NUM	N	N- NUM	N	N- NUM	N	N- NUM
1	75	77	2	74	-1	79	4	77	2
2	69	73	4	71	2	74	5	72	3
3	68	72	4	70	2	72	4	70	2
4	66	71	5	69	3	71	5	69	3
5	66	71	5	69	3	70	4	68	2
6	72	70	-2	68	-4	69	-3	67	-5
7	63	69	6	67	4	68	5	66	3
8	63	69	6	67	4	67	4	65	2
9	60	69	9	67	7	67	7	65	5
10	65	70	5	67	2	67	2	65	0
11	68	70	2	68	0	69	1	67	-1
12	67	70	3	68	1	70	3	68	1
R^2		0, 59**		0, 58**		0, 58**		0, 59**	
D. M.		4, 4		2, 8		3, 9		2, 4	
χ^2		3, 32ns		2, 00ns		2, 96ns		1, 44ns	

OBS.: R^2 = coeficiente de determinação;

D. M. = Diferença média (valor absoluto);

χ^2 = valor de chi-quadrado.

Agrometeorologia, Santa Maria, v. 1, n. 1, p. 71-79, 1993a.

MASSIGNAM, A., ANGELOCCI, L.R. Relações entre a temperatura do ar, disponibilidade hídrica no solo, fotoperíodo e duração de subperíodos fenológicos do girassol. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 1, n. 1, p. 63-69, 1993b.

OLIVEIRA, M.D.X. **Comportamento da cultura de milho (*Zea mays* L.) em diferentes épocas de**

semeadura nas regiões centro e norte de Mato Grosso do Sul. Lavras : ESAL, 1990, 90 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Lavras : Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1990.

THORNTON, C.W., MATHER, J.R. **The water balance**. Publications in Climatology. New Jersey : Drexel Institute of Technology, 1955. 104 p.

WANG, J.Y. A critique of heat unit approach to plant response studies. **Ecology**, Brookline, v. 41, n. 4, p. 785-790, 1960.