

TEMPERATURA BASE E SOMA TÉRMICA DO SUBPERÍODO SEMEADURA-EMERGÊNCIA PARA
ALGUMAS CULTIVARES DE SOJA (*Glycine max* (L.) Merrill)

Base Temperature and Total Degree-Days of the Seeding-Emergence Growth
Period of Some Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) Cultivars

Flávio Miguel Schneider*, Galileo Adeli Buriol*, Arno Bernardo
Heldwein*, Paulo Augusto Manfron**, Ailo Valmir Saccol* e
Valduino Estefanel***

RESUMO

A temperatura base foi determinada pelo método da menor variabilidade e a soma térmica pelo somatório dos graus-dias acima da temperatura base durante o subperíodo semeadura-emergência para algumas cultivares de soja. Neste trabalho, foram utilizados os dados fenológicos dos vários experimentos com soja executados no campo experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria durante o período de 1974 a 1984.

Os resultados mostraram que a temperatura base e a somatêmica do subperíodo semeadura-emergência das cultivares de soja foram 10°C e 92,3 graus-dias, respectivamente. Também verificou-se que a temperatura ótima do solo, para o subperíodo semeadura-emergência da soja, é de 29°C.

UNITERMOS: temperatura base, graus-dias, subperíodo semeadura-emergência, soja.

SUMMARY

The base temperature was determined by the least variability method and total degree-days by the sum of degree-days above the base temperature during the seeding-emergence growth period. Phenological data were obtained from several soybean experiments conducted by the Crop Science Department of the Federal University of Santa Maria from 1974 up to 1984. The results indicated that the base temperature and degree-days on the seeding-emergence growth period were 10°C and

* Professores Adjuntos do Departamento de Fitotecnia da UFSM e bolsistas do CNPq.

** Professor Assistente do Departamento de Fitotecnia da UFSM.

*** Professor Adjunto do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria. 97.119-Santa Maria, RS.

92.3 degree-days, respectively. The optimum soil temperature for this same growth period was 29°C.

KEY WORDS: base temperature, degree-days, seeding-emergence growth period, soybean.

INTRODUÇÃO

A soma térmica é uma maneira de relacionar o crescimento e desenvolvimento de um vegetal com a temperatura do ambiente e corresponde ao total de graus-dias necessários para o vegetal completar um subperíodo ou todo o seu ciclo. Normalmente, os graus-dias são obtidos pela diferença entre a temperatura média do ambiente e a temperatura base. A temperatura base, considerada como sendo a temperatura mínima do crescimento vegetal, pode variar com a cultivar e para uma mesma cultivar com os subperíodos de desenvolvimento (3).

Sob condições adequadas de umidade do solo, a duração do subperíodo de sementeira-emergência da soja é uma função quase exclusiva das condições térmicas do solo. Resultados experimentais, em ambiente controlado, evidenciaram que a velocidade de emergência da soja é extremamente baixa a 10°C, atinge o máximo a 30°C, decresce a temperaturas maiores que 30°C e atinge o máximo vital em torno dos 40°C (1, 5, 6, 8, 11). LITTLE JOHNS & TANNER (8) verificaram que, a uma temperatura constante de 10°C, a emergência da soja ocorreu, em média, em 30 dias com diferenças significativas entre as cultivares. HATFIELD & EGLI (6) observaram que a 15°C a duração do subperíodo sementeira - 50% das plântulas emergidas foi de aproximadamente 500 horas, a 30°C reduziu para 100 horas e a 40°C foi de 280 horas. Em trabalhos similares, DELOUCHE (5) e HOLMBERG (7) encontraram a temperatura mínima da soja entre 6 e 7°C.

Utilizando dados fenológicos de campo, SCHNEIDER et alii (10) verificaram que a temperatura base e a soma térmica do subperíodo sementeira-emergência da cultivar de soja Bragg foram 10°C e 94,3 graus-dias, respectivamente.

Estudos de determinação das exigências térmicas da soja no Brasil são raros, mas necessários como subsídios na determinação da época de sementeira e no zoneamento agro-meso-climático desta cultura. Contribuindo para minimizar esta deficiência, este trabalho objetivou determinar a temperatura base e a soma térmica do subperíodo sementeira-emergência para algumas cultivares de soja recomendadas para o Rio Grande do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados os dados fenológicos dos diferentes experimentos com soja executados no campo experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria-UFSM, nos anos de 1974 a 1984. Nos anos agrícolas 1974/75, 1975/76, 1976/77 e 1977/78 foram utilizadas as cultivares Bienville, Bossier, Bragg, Cockers, Davis, Hardee, IAS-1, IAS-2, IAS-4, IAS-5, Pampeira, Pérola, Planalto, Prata e Santa Rosa. As cultivares Bragg, Planalto e Prata foram usadas nos anos agrícolas 1978/79, 1979/80 e 1980/81. Nos anos agrícolas 1981/82, 1982/83, 1983/84 e 1984/85 foram utilizadas as cultivares Bragg, BR-1, BR-7, Cobb, Davis, Década, Hardee, IAS-4, IAS-5, IPAGRO-20, Planalto, Prata e Santa Rosa.

As datas de semeadura, datas médias de emergência, provenientes de quatro repetições, e a unidade de mapeamento de solo onde foram executados os experimentos de soja, encontram-se na Tabela 1. Conforme se observa na Tabela 1, o número de épocas de semeadura foi variável, pois, utilizou-se os dados fenológicos de todos os experimentos realizados em cada um destes anos agrícolas. Não foi realizado um acompanhamento quantitativo do teor de umidade do solo; entretanto, a observação, no momento da semeadura, permitia inferir que a umidade do solo era suficiente para a germinação-emergência.

O critério utilizado na determinação da data de emergência não foi mantido durante todo o período experimental. No período de 1974/75 a 1980/81, realizava-se observações visuais de plântulas emergidas, a cada 2 ou 3 dias. Considerava-se como a data de emergência quando aproximadamente 50% das plântulas que teoricamente poderiam emergir, haviam emergido. A partir do ano agrícola 1981/82, contava-se diariamente o número de plântulas emergidas em cada parcela até atingir o número constante. Após determinava-se a data em que havia ocorrido a emergência de 80% das plântulas, a qual era considerada como a data de emergência.

Foram utilizados os valores de temperatura do solo determinados a 20cm de profundidade no solo desnudo da Estação Climatológica Principal do Departamento de Fitotecnia da UFSM (Unidade de Mapeamento Santa Maria), que está localizada na área experimental deste Departamento. Considerando que a temperatura média do solo é constante com a profundidade e que os valores das temperaturas máxima e mínima, na profundidade de 20cm, ocorrem, respectivamente, às 9h e 21h (SCHNEIDER, 9),

TABELA 1. As datas de sementeira, datas médias de emergência e unidade de mapeamento de solo dos experimentos com soja executados no campo experimental do Departamento de Fitotecnia da UFSM, período de 1974/75 à 1984/85.

Ano Agrícola	Datas de Sementeira e de Emergência	Unidade Mapeamento de solo
1974/75	19/10 e 28/10;04/11 e 11/11;21/11 e 27/11, 09/12 e 16/12; 04/01 e 10/01	Vacacaí
1975/76	14/10 e 22/10;03/11 e 10/11;14/11 e 20/11, 01/12 e 07/12; 15/12 e 21/12; 08/01 e 13/01	Vacacaí
1976/77	22/09 e 30/09;08/10 e 15/10;25/10 e 01/11, 11/11 e 17/11;26/11 e 02/12; 13/12 e 19/12; 31/12 e 06/01	Vacacaí
1977/78	22/10 e 30/10;31/10 e 08/11;17/11 e 23/11, 18/11 e 24/11;01/12 e 06/12; 09/12 e 14/12, 16/12 e 21/12;19/12 e 25/12;29/12 e 05/01; 16/01 e 23/01	Vacacaí
1978/79	01/12 e 06/12	São Pedro
1979/80	18/12 e 25/12	São Pedro
1980/81	17/11 e 25/11;15/11 e 23/11	São Pedro
1981/82	01/10 e 13/10;14/10 e 23/10;30/10 e 06/11;12/11 e 20/11;13/11 e 21/11; 28/11 e 05/12;02/12 e 08/12;17/12 e 23/12;30/12 e 05/01;27/01 e 01/02	São Pedro
1982/83	16/09 e 29/09;24/09 e 05/10;05/10 e 14/10;14/10 e 23/10;27/10 e 03/11; 08/11 e 20/11;18/11 e 25/11;10/12 e 16/12;20/12 e 26/12;30/12 e 04/01	São Pedro
1983/84	14/09 e 28/09;26/09 e 05/10;05/10 e 11/10;19/10 e 27/10;25/10 e 31/10; 06/11 e 12/11;16/11 e 22/11; 17/11 e 24/11;25/11 e 02/12;27/11 e 04/12; 06/12 e 11/12;16/12 e 21/12;26/01 e 31/01;07/02 e 12/02	São Pedro
1984/85	05/12 e 11/12	Vacacaí

estimou-se a temperatura média do solo a partir da média aritmética das temperaturas máxima e mínima desta profundidade.

A temperatura base foi determinada pelo método da menor variabilidade, proposto por ARNOLD (2). Neste método, inicialmente implanta-se várias épocas de semeadura e em cada época determina-se as datas de ocorrências das fases de desenvolvimento. Posteriormente, determina-se para cada subperíodo ou ciclo, a soma térmica acumulada, em cada época de semeadura, acima de supostos valores de temperatura base (t_b), previamente escolhidos. Também estima-se os valores médios e de desvio padrão das somas térmicas, obtidas com a série de épocas de semeadura, para cada um dos supostos valores de t_b . Finalmente, estima-se os desvios padrão, em dias, da série de épocas de semeadura para cada um dos supostos valores de t_b com o auxílio da equação 1. Aquele valor que proporciona o menor desvio padrão, em dias, e a temperatura base.

$$SD(t_b) = \frac{Sdd}{\bar{t} - t_b} \quad (1)$$

Onde:

$Sd(t_b)$ = desvio padrão, em dias, da série de épocas de semeadura para cada suposto valor t_b ;

Sdd = desvio padrão, em graus-dias, da série de épocas de semeadura para cada suposto valor de t_b ;

\bar{t} = temperatura média do solo de toda a série de épocas de semeadura.

A soma térmica foi determinada pelo somatório dos graus-dias desde a data de semeadura até a data de emergência. O cálculo, para cada dia, foi realizado pela diferença entre a temperatura média diária do solo e a temperatura base.

Também estimou-se o desenvolvimento relativo da soja, através de metodologia proposta por BRUNINI et alii (4), e correlacionou-se com a temperatura média do solo. O desenvolvimento relativo da soja em cada época de semeadura, índice que relaciona o desenvolvimento da cultura em relação a um valor arbitrário de desenvolvimento (100), foi obtido com o auxílio da equação 2.

Na correlação utilizou-se o modelo de regressão múltipla do tipo da equação 3.

$$DR = \frac{100}{N} \quad (2)$$

Onde:

DR = desenvolvimento relativo a determinada temperatura média do solo

N = subperíodo em dias

$$\ln(y) = a + b_1 \ln(x) + b_2 \ln(x)^2 \quad (3)$$

Onde:

y = desenvolvimento relativo da soja

x = temperatura média do solo

\ln = logaritmo neperiano

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados da Tabela 1 permitem inferir que em cada uma das épocas de semeadura, a data de emergência foi a mesma para todas as cultivares de soja, independente do seu ciclo e tamanho de semente. Este comportamento também determina que a exigência térmica da soja, neste subperíodo, não varia com a cultivar.

A Figura 1 apresenta a determinação gráfica da temperatura base do subperíodo semeadura-emergência da soja. Conforme se observa nesta figura, não foi possível determinar a temperatura base quando utilizou-se a série de épocas de semeadura no período 1974/75 a 1980/81 pois, não atingiu-se o ponto de mínima variabilidade preconizada pelo método proposto por ARNOLD (2). Este fato certamente foi decorrente da falta de um critério quantitativo na determinação da data de emergência durante o período de 1974/75 a 1980/81. Dentre os erros cometidos, neste período, pode-se referir a falta de exatidão na estimativa do número de plântulas emergidas, a subjetividade na determinação dos 50% de plântulas do total que teoricamente poderia emergir e a estimativa da data de emergência quando no momento da observação as plantas já se encontravam emergidas.

A Figura 1 também mostra que os dados fenológicos da série de épocas de semeadura do período de 1981/82 a 1984/85, quando se utilizou um

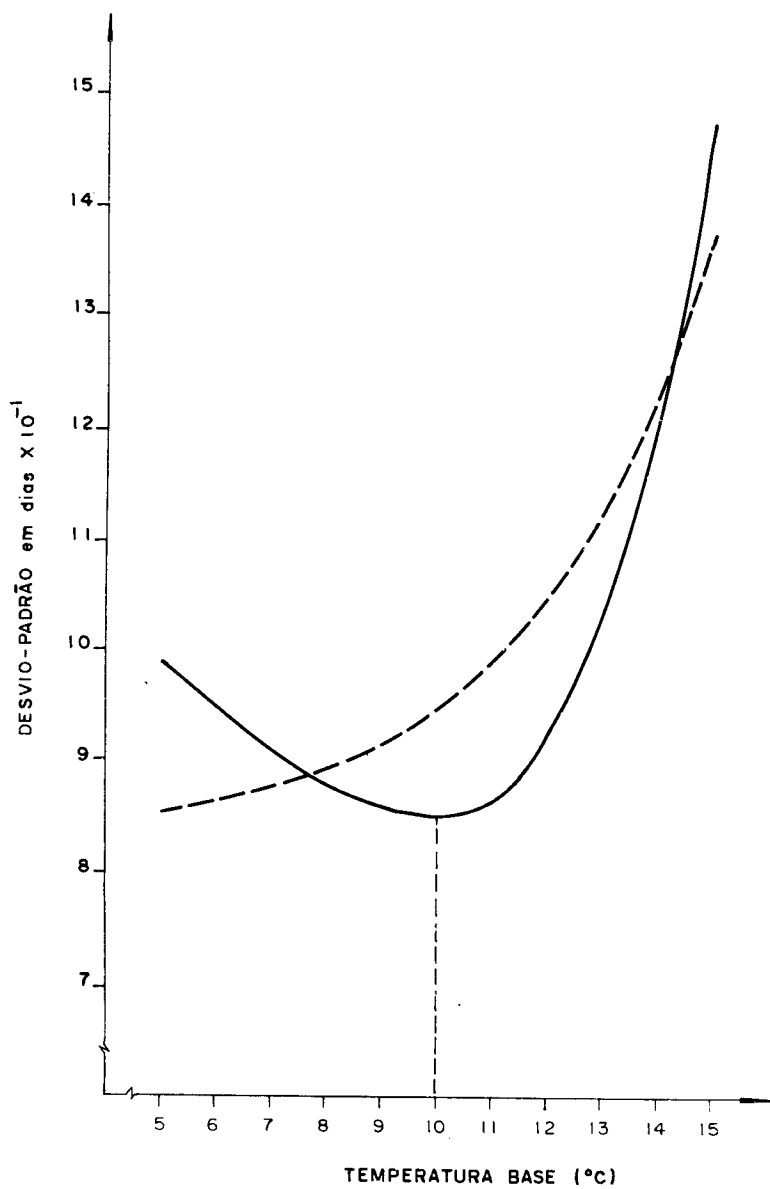


FIGURA 1. Determinação da temperatura base do subperíodo semeadura-emergência da soja. Santa Maria, RS.

critério quantitativo na determinação da data de emergência, possibilitaram a determinação da temperatura base de 10°C para o subperíodo sementeira-emergência da soja. Este valor concorda com os resultados, de trabalhos similares, obtidos por AQUINO & BEKEDAN (1), DELOUCHE (5), HATFIELD & EGLI (6), LITTLE JOHNS & TANNER (8), SCHNEIDER et alii (10) e STUCKY (11).

Utilizando-se a temperatura base de 10°C verificou-se que a soma térmica necessária para a soja completar o subperíodo é de 92,30 graus-dias. Este resultado é similar ao obtido por SCHNEIDER et alii (10) para a cultivar de soja Bragg que foi de 94,30 graus-dias.

A Figura 2 mostra que a medida que ocorrem acréscimos na temperatura média do solo aumenta a velocidade de emergência até atingir um valor de temperatura no qual esta velocidade é máxima. Este valor, também denominado de temperatura ótima, é 29°C. AQUINO & BEKEDAN (1), DELOUCHE (5), HATFIELD & EGLI (6), LITTLE JOHNS & TANNER (8) e STUCKY (11) também encontraram valor similar para a temperatura ótima de germinação-emergência da soja.

CONCLUSÕES

- 1 - A cultivar não influi nas exigências térmicas do subperíodo sementeira-emergência da soja;
- 2 - A temperatura base e a soma térmica do subperíodo sementeira-emergência da soja são 10°C e 92,3 graus-dias, respectivamente;
- 3 - A temperatura ótima do solo para o subperíodo sementeira-emergência da soja é 29°C.

LITERATURA CITADA

01. AQUINO, O. & BEKEDAN, J. Influência de la temperatura sobre la germinación de la soya (*Glycine max* (L.) Merrill). *Agronomía Tropical*, 19(2):107-11, 1969.
02. ARNOLD, C.Y. The determination and significance of the base temperature in a linear heat unit system. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 74:430-45, 1959.
03. BERLATO, M.A. & SUTILI, V.R. *Ecologia do Milho: Determinação das temperaturas bases dos subperíodos emergência-pano e emergência-espigamento de 3 cultivares de milho (Zea mays, L.)*. Porto Alegre, IPAGRO, 1976. 7p. (mimeografado).
04. BRUNINI, O.; LISBÃO, R.S.; BERNARDI, J.B. & PEDRO JUNIOR, M.J. Temperatura base para alface cultivar "White Boston", em um sistema de unidades térmicas. *Bragantia*, 35(19):213-9, 1976.
05. DELOUCHE, J.C. Influence of moisture and temperature levels on the germination of corn, soybeans and watermelon. *Ass. Off. Seed Anal.*, 43:117-26, 1953.

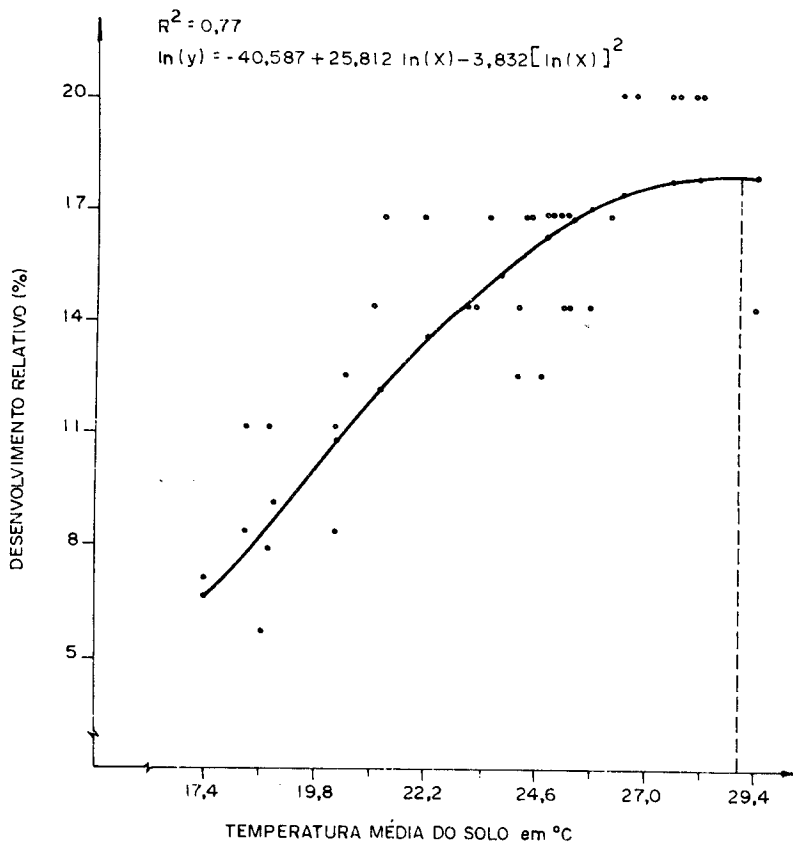


FIGURA 2. Relação entre o desenvolvimento relativo da soja, no subperíodo semeadura-emergência, e a temperatura média do solo. Santa Maria, RS.

-
06. HATFIELD, J.L. & EGLI, D.B. Effect of temperature on the rate of soybean hypocotyl elongation and field emergence. *Crop Science*, 14:423-6, 1974.
 07. HOLMBERG, S.A. Soybeans for cool temperate climates. *Agric.Hortic. Genet.*, 31:1-20, 1973.
 08. LITTLE JOHNS, D.A. & TANNER, J.W. Preliminary studies on the cold tolerance of soybean seedlings. *Can.J.Plant.Sci.*, 56:371-5, 1976.
 09. SCHNEIDER, F.M. *Comportamento e propriedades térmicas do solo Santa Maria*. Piracicaba, ESALQ-USP, 1979. 77p. (Dissertação de Mestrado).
 10. SCHNEIDER, F.M.; BURIOL, G.A.; MANFRON, P.A.; SACCOL, A.V.; HELDWEIN, A.B. Temperatura base e soma térmica do subperíodo semeadura-emergência da soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, X, Porto Alegre, *Contribuição do Centro de Ciências Rurais...*, Santa Maria, CCR-UFSM, 1982. p.46-9.
 11. STUCKY, D. Effect of planting depth, temperature and cultivars on emergence and yield of double cropped soybeans. *Agronomy Journal*, 68:291-4, 1976.