



CARACTERIZAÇÃO DA TEMPERATURA BASAL INFERIOR DO MILHO PARA A REGIÃO DOS CAMPOS GERAIS NO PARANÁ E SUL DE SÃO PAULO

JOSÉ PRESTES NETO¹, RODRIGO Y. TSUKAHARA², EDSON G. KOCHINSKI³, ANTONIO N. OLIVEIRA⁴.

¹ Engenheiro Agrônomo, Pesquisador setor de Agrometeorologia, Fundação ABC, Castro – PR, Fone (0 XX 42) 3233-8600
jose.neto@fundacaoabc.org.br

² Engenheiro Agrônomo, Coordenador de pesquisa setor de Agrometeorologia, Fundação ABC, Castro – PR

³ Técnico Agropecuário, Analista de pesquisa setor de Agrometeorologia, Fundação ABC, Castro – PR

⁵ Meteorologista, Pesquisador setor de Agrometeorologia, Fundação ABC, Castro – PR

Apresentado no

XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 06 de Setembro de 2013 – Centro de Convenções e Eventos Benedito Silva Nunes, Universidade Federal do Para, Belém, PA.

RESUMO: Diversos autores adotam 10°C como temperatura basal inferior para fins de classificação dos diferentes híbridos de milho em função do ciclo da cultura. Mesmo que esta forma de classificação possa apresentar alta variabilidade espacial e temporal, em função da não linearidade no acúmulo de matéria seca pelas plantas, muitas aplicações práticas tem sido desenvolvidas baseadas na constante térmica e na temperatura basal inferior e superior. Desta forma, este estudo teve como objetivo definir o valor da temperatura basal inferior do milho para a região de atuação da Fundação ABC, através de dados agrometeorológicos e fenológicos observados em 13 híbridos, 4 localidades distintas e 2 safras. Para o cálculo da temperatura basal inferior foram utilizados o método do menor desvio padrão e o método do desenvolvimento relativo. Os resultados apontaram uma temperatura base inferior aos 10°C citados pela literatura, sendo que o método do menor desvio padrão apresentou um melhor ajuste, obtendo uma temperatura base de 4,74°C.

PALAVRAS-CHAVE: Acumulo térmico, graus-dia, fisiologia.

CHARACTERIZATION OF BASAL LOWER TEMPERATURE ON CORN FOR THE REGION OF CAMPOS GERAIS AND SOUTH OF SÃO PAULO

ABSTRACT: Several authors adopt 10 ° C as basal temperature lower for classification of different corn hybrids due to the crop cycle. Even though this form of classification can provide high spatial and temporal variability, due to the nonlinearity in dry matter accumulation by plants, many practical applications have been developed based on thermal constant and basal temperature lower and upper. Thus, this study aimed to define the temperature value lower basal maize to the region of operation of the ABC Foundation, through agro-meteorological and phenological data observed in 13 hybrids, 4 different locations and two seasons. To calculate the basal temperature below were used the method of the smallest standard deviation and the relative development method. Results revealed a lower temperature threshold at 10 ° C cited in the literature, and the method of lower standard deviation showed a better fit, getting a base temperature of 4.74 ° C.

KEYWORDS: Heat accumulation, degree days, physiology.





INTRODUÇÃO

O milho se tornou a planta comercial mais importante como alimento básico de origem vegetal nas Américas, sendo o Brasil o terceiro maior produtor dessa espécie, ficando atrás apenas dos EUA e China. A duração do ciclo de espécies vegetais, assim como o milho, está intimamente relacionada com as condições climáticas locais. Em regiões onde as temperaturas do ar são mais elevadas o ciclo das culturas será mais curto, ao passo que sob regime de temperaturas mais baixas o ciclo de vida das plantas se alonga. A temperatura-base é o limiar térmico abaixo do qual as plantas não apresentam desenvolvimento biológico e suas atividades fisiológicas paralisam, sendo 10°C a temperatura base geralmente empregada pela literatura (BERLATO e MATZENAUER, 1986; FANCELLI, 2001). O termo Graus-dia representa o somatório de unidades de calor que se acumulam durante um período de 24 horas. A constante térmica é o total de energia que as plantas acumulam ao longo de seu ciclo, podendo ser ainda quantificada para um determinado sub-período de desenvolvimento (PEREIRA, 2007). O critério de graus-dia possibilita a obtenção de uma relação linear entre o desenvolvimento vegetal e o acréscimo da temperatura (BRUNINI *et al.*, 1976). O conhecimento das exigências térmicas, associado à fenologia da cultura, pode ser utilizado no planejamento da utilização de insumos, definição da época de semeadura e época de colheita (GADIOLI *et al.*, 2000). Nesse sentido o objetivo do presente trabalho foi caracterizar a temperatura basal para o milho na região dos Campos Gerais, estado do PR, e na região sul do estado de São Paulo, testando duas metodologias para avaliar se há diferença entre métodos e se há diferença da temperatura base utilizada pela literatura.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo utilizou dados de fenologia observados em 4 campos demonstrativos e experimentais da Fundação ABC, localizados nos municípios de Ponta Grossa, PR (latitude 25°00'48"S e longitude 50°09'05"W a 890 metros de altitude), Castro, PR (latitude 24°51'49"S e longitude 49°56'61"W a 1020 metros de altitude), Tibagi, PR (latitude 24°31'28"S e longitude 50°21'59"W a 820 metros de altitude), e em Itaberá, SP, (latitude 24°04'20"S e longitude 49°09'19"W a 730 metros de altitude). Já os dados agrometeorológicos foram obtidos através de estações automáticas, compostas por termohigrômetros da Rotronic, modelo HygroClipS3 devidamente calibrados e acoplados a uma plataforma de coleta de dados programada para aquisição de dados médios, máximos, mínimos e totais em intervalos de 15 minutos e transmissão de dados em intervalos de 60 minutos, através do sistema GPRS.

Para estimativa da temperatura basal foram estudados 13 híbridos comerciais de diferentes ciclos (Tabela 1), os quais totalizam cerca 31.344 hectares na safra 2011-2012 dentro da região assistida pelas cooperativas ABC (Arapoti, Batavo e Castrolanda). A obtenção de informações fitotécnicas referentes à duração do ciclo da cultura, ocorreu nas safras de 2010-2011 e 2011-2012 para minimizar o efeito de safra. As datas de semeadura dentro de cada local e safra ocorreu dentro do período recomendado pelo zoneamento agrícola. Já o manejo nutricional e fitossanitário foram realizados de acordo com as recomendações técnicas da Fundação ABC. Para o cálculo da temperatura-base utilizaram-se os critérios de menor desvio





padrão em dias, bem como o de desenvolvimento relativo para cálculo da soma térmica (ARNOLD, 1959; BRUNINI et al., 1976).

Tabela 1. Descrição dos híbridos estudados.

Híbrido	Tipo de ciclo segundo mantenedora
P32R48H	Superprecoce
P30R50nsr	Precoce
P30R50Hnsr	Precoce
P30F53HR	Precoce
P30F53Hnsr	Precoce
P1630H	Superprecoce
Dow2A550Hx	Precoce
AG 8025	Precoce
DKB245	Precoce
BG7051H	Superprecoce
AS1555YG	Precoce
AG8041YG	Superprecoce
Formula TL	Superprecoce

O primeiro método baseia-se na medida de dispersão que determina menor variabilidade dos dados observados e consiste na seguinte expressão:

$$Sd(TB) = (Sdd) \div (TM - TB) \quad (1)$$

Onde, Sd(TB) significa o desvio padrão, em dias, da série de épocas de semeadura para cada valor arbitrário de TB, Sdd o desvio padrão, em graus-dias, da série de dados que envolve os 13 híbridos e as 2 safras para cada valor arbitrário de TB, TM a temperatura média do ar para toda a estação de crescimento da cultura e TB a temperatura-base. Os valores arbitrários utilizados para estimar a temperatura-base foram: 3, 4, 4,2, 4,3, 4,4, 4,5, 4,6, 4,8, 5 e 6, representando portanto a dispersão dos pares ordenados que mais se ajustaram a curva polinomial empregada no estudo de regressão que possibilitou a estimativa de TB.

Foram utilizados pares ordenados compostos por valores arbitrários de TB e de TB estimados para a obtenção de uma equação de regressão polinomial do tipo:

$$y = a + bx + cx^2 \quad (2)$$

em que y é o desenvolvimento relativo da cultura e x é a temperatura média do ar. Derivando-se a equação (2) e igualando-a zero determina-se a temperatura associada a uma taxa de desenvolvimento relativo nula, a qual corresponde a temperatura base. Logo, TB será igual a:

$$TB(x) = -b/2c \quad (3)$$

Onde os valores de b e c são coeficientes empíricos da equação de regressão.

O segundo método consiste na relação linear de dependência entre o desenvolvimento das plantas e a temperatura média do ar. Para tanto, considerou-se o desenvolvimento relativo da cultura (Drt) definido por:

$$Drt = 100/N \quad (4)$$

Sendo, Drt o desenvolvimento relativo da cultura calculado dividindo-se 100 pelo número de dias do ciclo dos genótipos cultivados nas regiões estudadas.



O método do desenvolvimento relativo teve sua temperatura-base calculada em função da relação entre o desenvolvimento relativo da cultura e a temperatura média diária do ar ao longo do ciclo da espécie. Segundo BARBANO (2003), a intersecção da reta de tendência obtida em estudo de regressão linear simples entre ambas variáveis estudadas, com o eixo das abscissas, define valor nulo para o desenvolvimento relativo. Quando o desenvolvimento da espécie paralisa ($Drt = 0$) a temperatura média diária do ar corresponderá a temperatura-base. Portanto, a temperatura base pode ser calculada através da seguinte expressão:

$$TB = -a/b \quad (5)$$

Onde a e b são os parâmetros empíricos da equação de regressão, a qual estabelece a relação de dependência entre temperatura média do ar e Drt.

RESULTADO E DISCUSSÃO

O valor de temperatura basal obtido pelo método de menor desvio padrão foi de 4,74°C (Figura 1). Pedro Junior et al. (2004) verificaram que esta metodologia de cálculo não apresentou diferenças significativas nos valores de temperatura-base determinados por outros métodos disponíveis na literatura, tendo, portanto, o método proposto no presente estudo demonstrado consistência e viabilidade de utilização para se avaliar a constante térmica em procedimentos posteriores.

Quando se deriva a equação de regressão proposta e se iguala a variável resposta à zero, a variável preditora do modelo de regressão temperatura média diária do ar se converte em temperatura-base, tendo sido a referida variável dependente igual a 4,74°C.

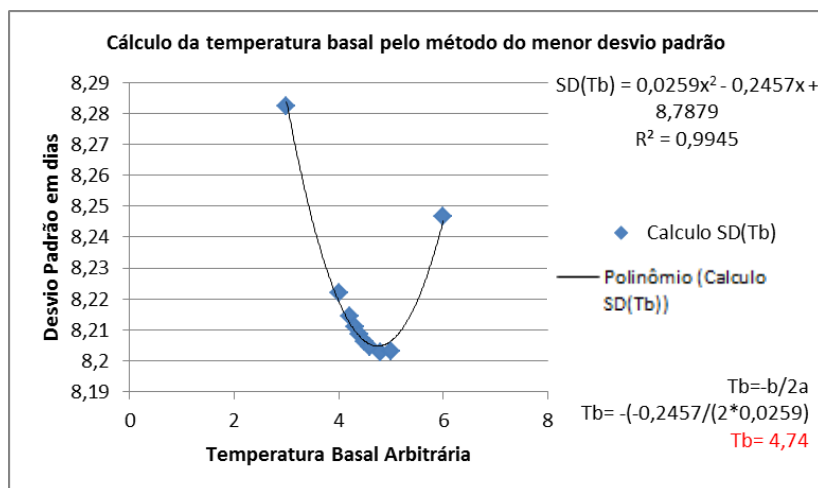


Figura 1 – Representação esquemática do procedimento estatístico utilizado para determinação da temperatura mínima basal pelo método de menor desvio padrão para o milho nas safras agrícolas de 2010 e 2011.

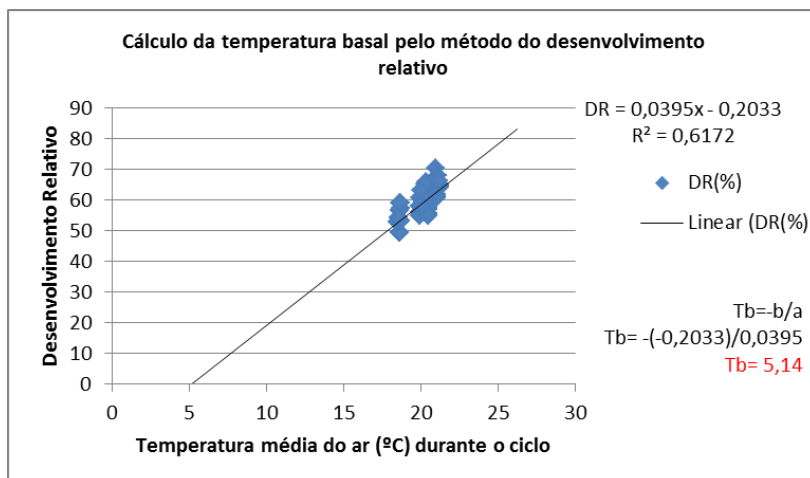


Figura 2 – Representação esquemática de regressão linear simples empregado para determinação da temperatura basal pelo método de desenvolvimento relativo para o milho nas safras agrícolas de 2010 e 2011.

Para se chegar ao valor de temperatura-base pelo método do desenvolvimento relativo, 5,14°C, necessita-se igualar a variável resposta do modelo de regressão linear simples proposto a zero e a variável preditora temperatura média diária do ar transforma-se em temperatura basal, onde abaixo desta temperatura as funções fisiológicas das plantas de milho paralisam (PEREIRA et al., 2007).

A temperatura basal determinada pelo método do desenvolvimento relativo foi de 5,1°C (Figura 2), tendo uma diferença de 0,4°C com a determinada pelo método do menor desvio padrão, sendo que o método 1 (Figura 1) obteve um melhor ajuste de acordo com os dados, além de um bom coeficiente de determinação.

Estes resultados demonstram que a temperatura basal fixa de 10°C recomendada na literatura (BERLATO e MATZENAUER, 1986; FANCELLI, 2001), não é válida para todos os locais, havendo variação entre ambiente e regiões distintas e dessa forma afetará os cálculos de constante térmica, como o de graus-dia acumulado (GDA).

CONCLUSÕES

Foi encontrada uma temperatura base para a cultura do milho, independente do método utilizado, diferente da recomendada pela literatura. Desta forma para cada região deve-se calcular a temperatura onde o desenvolvimento da planta é paralisado.

Os dois métodos se mostram eficientes, onde o método do menor desvio padrão apresentou um melhor ajuste e uma temperatura base de 4,74°C.

Recomenda-se testar se há diferença entre híbridos e/ou diferença entre grupos de ciclo, dessa forma ajustando a melhor temperatura base para cada situação de interesse, bem como testar novamente com outros híbridos em diferentes safras para ver se os valores se mantêm.

REFERÊNCIAS



XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – XVIII CBA
2013 e VII Reunião Latino Americana de Agrometeorologia
Belém - PA, Brasil, 02 a 06 de Setembro 2013
Cenários de Mudanças Climáticas e a Sustentabilidade
Socioambiental e do Agronegócio na Amazônia



ARNOLD, C. Y. The determination and significance of the base temperature in a linear heat unit system. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Geneva, v. 74, p. 430-445, 1959.

BARBANO, M. T. **Riscos climáticos e épocas de semeadura para o feijoeiro (Phaseolus vulgaris L. cv. Carioca) na safra das águas no Estado de São Paulo**. Tese de mestrado. Instituto agrônomo de Campinas, 2003.

BERLATO, M. A.; MATZENAUER, R. Teste de um modelo de estimativa do espigamento do milho com base na temperatura do ar. **Agronomia Sulriograndense**, v.22, p. 243-259. 1986.

BRUNINI, O.; LISBÃO, R. S.; BERNARDI, J. B. Temperatura-base para alface "Withe Boston", em um sistema de unidades térmicas. **Bragantia**, Campinas, v.35, p. 214-219, 1976.

FANCELLI, A. L. Ecofisiologia de plantas de lavouras. In: Carlesso et al. **Irrigação por Aspersão no Rio Grande do Sul**. Santa Maria, RS, p.59-73, 2001.

GADIOLI, J. L. et al. Temperatura do ar, rendimento de grãos de milho e caracterização fenológica associada à soma calórica. **Scientia Agrícola**, v.57, n.3, p.377-383, 2000.

PEDRO JÚNIOR, M. J. et al. Temperatura-base, graus-dia e duração do ciclo para cultivares de triticale. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 3, p. 447-453, 2004.

PEREIRA, R. A.; ANGELOCCI, R. L.; SENTELHAS, C. P. **Meteorologia Agrícola**. LCE 306, p. 130-134, 2007.

