

# **<sup>1</sup>CULTIVO TARDIO DA CULTURA DO MILHO(*Zea mays*,L.) E SUA RELAÇÃO COM GRAUS DIAS E RADIAÇÃO**

**Josiane Marlle GUISTEM<sup>1</sup>, Luiz Marcelo de Aguiar SANS<sup>2</sup>,  
João NAKAGAWA<sup>3,4</sup>, Maurício Dutra ZANOTTO<sup>3</sup>**

## **RESUMO**

A realização deste trabalho objetivou avaliar a relação dos graus dias e radiação com a altura da planta e com o aparecimento e comprimento das folhas em duas cultivares de milho (*Zea mays* L.), BR 206 (ciclo normal) e XL212 (ciclo superprecoce). O experimento foi conduzido, em condições de campo com irrigação, na área experimental da EMBRAPA – Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, MG. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com 3 repetições. A semeadura foi feita na primeira quinzena de fevereiro de 1994. Diariamente, foram registrados numa estação climatológica portátil eletrônica (modeli LI-1200, da *LI-Cor*), as temperaturas máximas e mínimas do ar e a radiação global. As medições da altura da planta, da quantidade de folhas visíveis com bainha (FCB) e sem bainha (FSB), e do comprimento de folhas (CFB) foram feitas sempre nas mesmas plantas. O número total de folhas visíveis foi obtido por meio da soma de FCB + FSB. Utilizou-se 8 °C como temperatura base para cálculo dos graus dias. Observou-se pelos resultados apresentados pode-se concluir que os graus dias e a radiação influenciam no desenvolvimento vegetativo com a mesma magnitude, portanto, a utilização da regressão múltipla considerando os dois fatores pode refletir mais o desenvolvimento vegetativo .

Palavras Chave – Milho ; cultivo tardio; graus dias; radiação

## **INTRODUÇÃO**

O desenvolvimento da folha de milho (*Zea mays* L.), caracterizado pela taxa de produção de novas folhas, número total de folhas produzidas e duração da área fotossinteticamente ativa, é um importante processo no sistema de produção da cultura (Warrington & Kanemasu, 1983b). A área foliar

---

<sup>1</sup> Eng. Agra, M.Sc., estudante de doutorado do Curso de Pós-Graduação em Agronomia Área de Concentração Agricultura da Faculdade de Ciências Agrônomicas FCA/Unesp Campus de Botucatu. Bolsista da CAPES.

<sup>2</sup> Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, CP 151, Sete Lagoas-MG, 35701-970

<sup>3</sup> Prof., FCA/ Unesp Depto Agricultura e Melhoramento Vegetal. C.P. 237. Botucatu-SP, 18603-970 Email [zanotto@fca.unesp.br](mailto:zanotto@fca.unesp.br)

<sup>4</sup> Bolsista do CNPq.

total é estimada durante o período de emergência até o florescimento (Hesketh & Warrington, 1989), pois de acordo com Warrington & Kamemasu (1983a), a fase de desenvolvimento e expansão da área foliar ocorre durante este período.

O desenvolvimento da planta é influenciado por vários fatores ambientais (Fortin & Pieace 1990), e dos fatores meteorológicos, os mais importantes a serem considerados, por influenciarem diretamente o crescimento e o desenvolvimento da planta são: luz ( ou radiação solar), água e temperatura (Coelho & Dale, 1980). É vasta a literatura mostrando que a produção e o número total de folhas na planta são afetados pela insolação e temperatura, enquanto, as cultivares de origem tropical são mais sensíveis ao fotoperíodo (Kiniry et al., 1983; Russel & Stuber, 1983).

Vários índices térmicos tem sido usados para estimar os estádios de crescimento da planta, assim de acordo com Coelho & Dale (1980), os graus dias tem uma relação linear com o crescimento e desenvolvimento da planta; e segundo Hesketh & Warrington (1989), a estimativa de emergência da folhas tendo como base os graus dias tem sido o melhor método. Bonhomme et al. (1994) todavia, pondera que as unidades térmicas, por si só, não são suficientes para estimar o período da emergência da plântula ao florescimento nas cultivares tropicais, pois além dos graus dias, o fotoperíodo também afeta a duração deste período, sendo que a resposta dos cultivares a esse fatores te sido diferente ( Rood & Major, 1980).

O presente trabalho teve por objetivo estudar as relações dos graus dias e da radiação com a altura da planta e com o comprimento e aparecimento da folha.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido, em condições de campo com irrigação , na área experimental da EMBRAPA-Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, Estado de Minas Gerais, cujas coordenadas são 19° 28' de latitude sul, 44° 15' de longitude oeste e 732m de altitude. Clima Aw (Köppen), ou seja, típico de savana, com inverno seco e temperatura média do ar do mês mais frio superior a 18° C. O solo do local é Latossolo Vermelho-Escuro álico argiloso, relevo suavemente ondulado, fase cerrado. Foram utilizadas as cultivares BR 206 (ciclo normal) e XL 212 (ciclo superprecoce). O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados com três repetições. A semeadura foi feita na primeira quinzena de fevereiro de 1994, em parcelas constituídas de 7 fileiras de 15 metros cada, com espaçamento entre elas de 90cm e entre plantas de 30 cm. Diariamente, foram registrados numa estação climatológica portátil eletrônica (modelo LI-1200, da *LI-Cor*), as temperaturas máxima e mínima do ar

---

e a radiação global (Rad). Foram marcadas, ao acaso, 10 plantas em cada parcela, e feitas medições da altura da planta (AL), sempre nas mesmas plantas marcadas, e anotados a quantidade de folhas visíveis com bainha (FCB), e sem bainha (FSB), e o comprimento (CFB), durante o período de 21 dias após a semeadura (DAS) até o aparecimento da inflorescência masculina (69 DAS), sendo os dados obtidos com intervalos de dias diferentes entre as medições. O número total de folhas visíveis foi obtido por meio da soma de FCB + FSB. Para calcular os graus dias (GDD), utilizou-se 8 °C como temperatura base. Foram ajustadas as curvas para os parâmetros avaliados, por meio de regressão polinomial, sendo a escolha do melhor ajuste feito por meio do menor desvio. As equações de regressão polinomial e de correlação linear simples, com seus respectivos coeficientes de correlação, foram estabelecidos por meio dos *softwares* SAS, Origin e Statistica.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

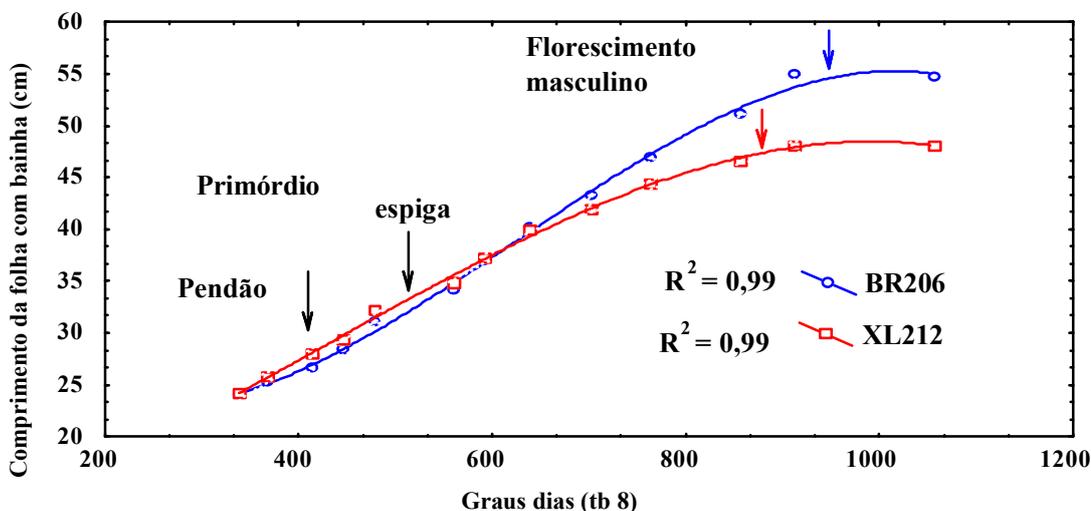
Nas Figuras 1a e 1b estão representadas as curvas ajustadas para o comprimento de folha com bainha em relação aos GDD e Rad, respectivamente. A equação que melhor ajustou os pontos de comprimento da folha com bainha (CFB) e altura da planta em relação aos graus dias (GDD) e a radiação (Rad) foi a regressão polinomial de 3º grau.

Verifica-se que até aproximadamente 51 DAS (Figura 1) as relações foram lineares entre CFB x GDD e CFB x Rad, sendo que após esse período houve maior diferenciação do CFB entre as cultivares. Pelos resultados obtidos por meio de correlação linear simples entre CFB x GDD e CFB x Rad nos períodos de 21 a 31 DAS, 36 a 69 DAS e de 21 a 69 DAS, verificou-se correlação linear positiva nas duas cultivares com esses parâmetros correlacionados, e com valores de coeficiente de determinação “ $r^2$ ” significativos com  $p < 0,005$ , variando de 0,94 a 0,98 entre as cultivares estudadas. Estes resultados estão de acordo com os observados por Warrington & Kanemasu (1983b) e Heskett & Warrington (1989), os quais observaram que a temperatura e a radiação influenciam no desenvolvimento da folha de milho.

A análise de regressão com os dados de comprimento médio do CFB das duas cultivares juntas, com graus dias e radiação, mostraram correlações positivas e significativas com  $p < 0,005$ , como pode ser visto nas equações estimadas e os respectivos coeficiente de determinação “ $r^2$ ” (Tabela 1).

Pelos resultados pode-se observar que os efeitos da radiação e dos graus dias no período de 21 a 69 DAS foram similares, verificando que esses parâmetros meteorológicos influenciam no desenvolvimento do comprimento da folha (Figuras 1a, 1b). O valor de “ $R^2$ ” da regressão múltipla da

equação ( $CFB = 8,162 + 0,0198GDD + 0,021 \text{ Rad}$ ) indica que 94% do tamanho da folha são atribuídos aos graus dias e radiação.

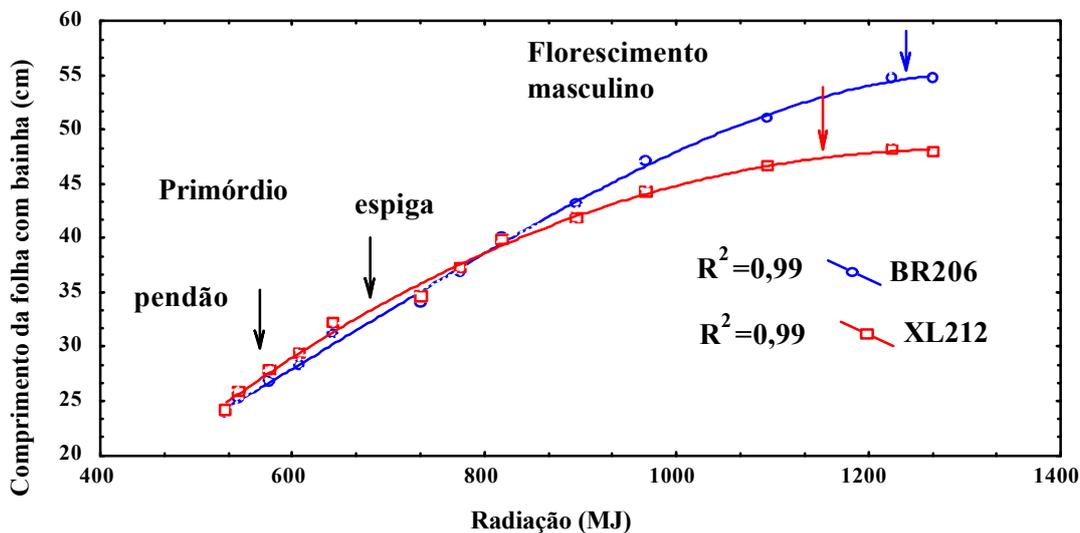


**Figura 1a.** Relação entre o comprimento médio da folha com bainha (CFB) e o graus dias (GDD), das cultivares BR 206 e XL 212, em cultivo de safrinha. Sete Lagoas, 1994.

As equações a seguir referem-se às regressões estimadas representadas na Figura 1a.

$$CFB_{(BR\ 206)} = 33,69 - 0,101 \times GDD + 2,614 \times GDD^2 - 1,389 \cdot 10^{-7} \times GDD^3$$

$$CFB_{(XL212)} = 11,334 + 0,019 \times GDD + 7,426 \times GDD^2 - 5,650 \cdot 10^{-8} \times GDD^3$$



**Figura 1b.** Relação entre o comprimento médio da folha com bainha (CFB) e a radiação (Rad), das cultivares BR 206 e XL 212, em cultivo tardio. Sete Lagoas, 1994.

As equações a seguir referem-se às regressões estimadas representadas na Figura 1b.

$$CFB_{(BR\ 206)} = 9,179 - 0,006 \times \text{Rad} + 8,79 \cdot 10^{-5} \times \text{Rad}^2 - 4,32 \cdot 10^{-8} \times \text{Rad}^3$$

$$CFB_{(XL212)} = -22,383 + 0,116 \times \text{Rad} - 5,27 \cdot 10^{-5} \times \text{Rad}^2 + 4,21 \cdot 10^{-9} \times \text{Rad}^3$$

Tabela 1. Correlação entre o comprimento médio da folha com bainha (FCB), e os graus dias (GDD) e a radiação (Rad.) no período de 21 a 69 DAS, Sete Lagoas, 1994.

Dias após o Semeadura	Comprimento da folha com bainha (cm)			
	GDD	X	Rad	r <sup>2</sup>
21 a 31	$FCB = 16,70 + 0,051 \times GDD$	0,94	$FCB = -10,10 + 0,065 \times Rad$	0,98
36 a 69	$FCB = 16,54 + 0,036 \times GDD$	0,83	$FCB = 13,76 + 0,031 \times Rad$	0,86
21 a 69	$FCB = 10,56 + 0,043 \times GDD$	0,94	$FCB = 6,33 + 0,038 \times Rad$	0,92

A representação gráfica do ajuste das regressões polinomial de 3ª ordem entre a AL x GDD e AL x Rad para as duas cultivares podem ser observadas nas Figuras 2a e 2b. Observou-se que os coeficientes de determinação “r<sup>2</sup>” da equações ajustadas entre AL x GDD e AL x Rad não diferiram entre as cultivares, indicando que os graus dias interferiram 97% na altura da planta e a radiação 99%. Pelas retas das equações ajustadas pode-se verificar que a relação entre GDD e AL foi menor em relação a radiação, sendo que após o aparecimento do primórdio da espiga seu efeito foi quase linear até o final do ciclo vegetativo, isto é até a paralisação do crescimento da planta, quando houve diferenciação do florescimento masculino.

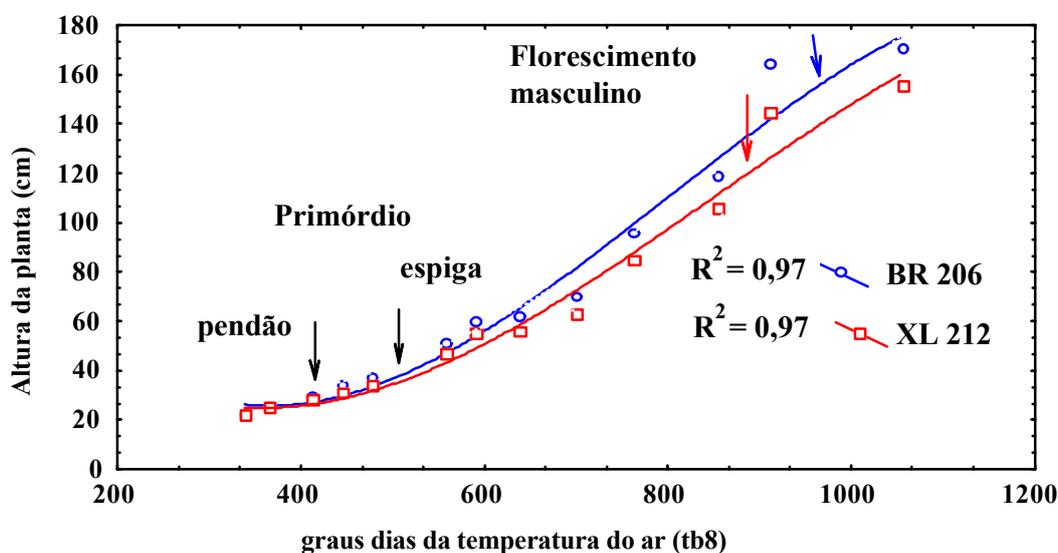


Figura 2a. Relação entre altura da planta e graus dias (GDD), em duas cultivares de milho BR 206 e XL 212 no cultivo de safrinha. Sete Lagoas, 1994.

As equações a seguir referem-se às regressões estimadas representadas na Figura 2a.

$$AL (BR 206) = 140,683 - 0,699 \times GDD + 0,001 \times GDD^2 - 5,191 \cdot 10^{-7} \times GDD^3$$

$$AL (XL212) = 110,606 - 0,525 \times GDD + 9,28 \cdot 10^{-4} \times GDD^2 - 3,66 \cdot 10^{-7} \times GDD^3$$

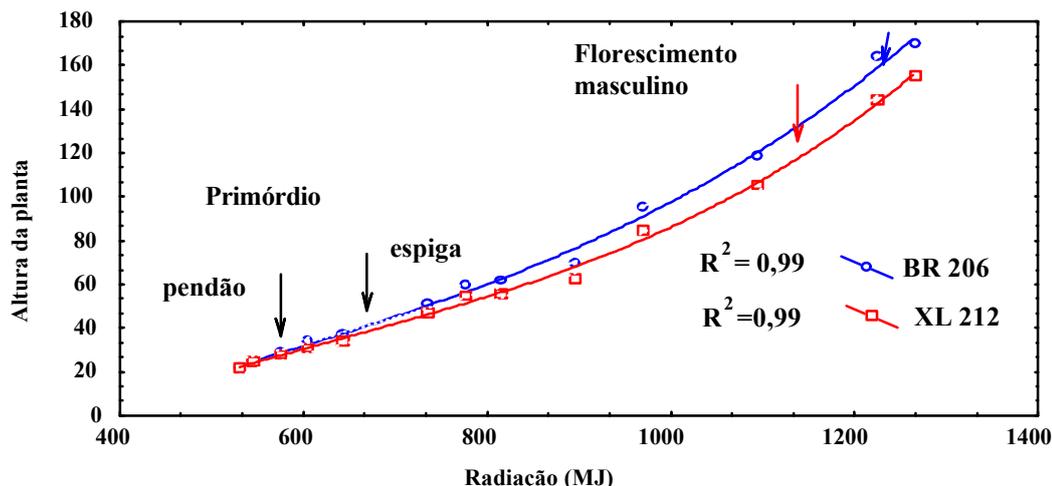


Figura 2b. Relação entre altura da planta e a radiação (Rad), das cultivares BR 206 e XL 212 no cultivo tardio. Sete Lagoas, 1994.

As equações a seguir referem-se às regressões estimadas na Figura 2b

$$AL (BR 206) = -61,931 + 0,232 \times Rad - 2,064 \cdot 10^{-4} \times Rad^2 + 1,343 \cdot 10^{-7} \times Rad^3$$

$$AL (XL212) = -84,404 + 0,336 \times Rad - 3,537 \cdot 10^{-4} \times Rad^2 + 1,887 \cdot 10^{-7} \times Rad^3$$

Na análise de correlação linear simples entre AL x GDD e AL x Rad verificou-se que os GDD e Rad possuem efeito linear na altura da planta. Esta resposta observada está de acordo com os resultados de Singh et (1976) e Benoit et al.(1990), os quais constataram que a temperatura influencia na altura da planta.

As equações e os coeficientes de determinação da correlação entre a altura da planta das duas cultivares juntas com GDD e Rad podem ser observadas na Tabela 2, na qual verifica-se que os coeficientes de correlação entre AL e Rad em geral foram maiores.

Tabela 2. Equações de correlação linear simples e respectivos coeficientes de determinação da correlação entre altura média da planta (AL) no período de 21 das a 69 das com graus dias (GDD) e radiação (Rad.)

Dias após o Semeadura	Altura da planta (cm)			
	GDD		Rad	
	Equação	r <sup>2</sup>	Equação	r <sup>2</sup>
21 a 31	$AL = - 11,21 + 0,097 \times GDD$	0,96	$AL = - 42,32 + 0,122 \times Rad$	0,95
36 a 69	$AL = - 99,15 + 0,253 \times GDD$	0,92	$AL = -118,15 + 0,217 \times Rad$	0,96
21 a 69	$AL = - 60,94 + 0,207 \times GDD$	0,93	$AL = - 83,39 + 0,185 \times Rad$	0,96

Pelo ajuste da regressão múltipla entre a AL x Rad e GDD pode-se observar por meio do coeficiente de determinação “R<sup>2</sup>” da equação ajustada  $AL = -0,93 - 1,110GDD + 0,38 Rad$ , que 96% da altura da planta é influenciada pela radiação e Graus dias

De acordo com os resultados de análise de regressão múltipla o número total de folhas visíveis (FTV), quantidade de folhas com bainha (FCB) durante o período de desenvolvimento vegetativo são influenciadas pelos graus dias e radiação, pois a análise de variância da regressão múltipla estimada foi significativa com  $p < 0,005$  e com coeficiente de determinação “R<sup>2</sup>” de 0,92 e 0,79 para FTV e FCB, respectivamente, cujas equações estimadas foram:  $FTV = 4,763 + 0,006GDD + 0,004 \text{ Rad}$  e  $FCB = -1,62 + 0,010 \text{ GDD} + 0,004 \text{ Rad}$ . Esses resultados tem estão concordantes com os encontrados na literatura. Segundo Muchow & Carbery (1989), a temperatura ambiente e a radiação influenciam no crescimento e desenvolvimento da cultura.

## CONCLUSÕES

Pelos resultados apresentados pode-se concluir que os graus dias e a radiação influenciam no desenvolvimento vegetativo com a mesma magnitude, portanto, a utilização da regressão múltipla considerando os dois fatores pode refletir mais o desenvolvimento vegetativo .

## BIBLIOGRAFIA

- BENOIT, G.R.; OLNESS, A.; VANSICKLE, K.A. Day-night temperature effects on leaf expansion and height of field-grown corn. **Agron. J.**, Madison, v.82, p.690-695, 1990.
- BONHOMME; DERIEUX, M.; EDMAEADS, G.O. Flowering of diverse maize cultivars in relation to temperature and photoperiod in multilocation field trials. **Crop Sci.** , Madison, v.34, p.156-164, 1994.
- COELHO, D.T.; DALE, R.F. An energy-crop growth variable and temperature function for predicting corn growth and development: planting to silking. **Agron. J.**, Madison, v.72, p.503-510, 1980.
- FORTIN, M.C.; PIERCE, F.J. Developmental and growth effects of crop residues on corn. **Agron. J.** , Madison, v.82, p.710-715, 1990.
- HESKETH, J.D.; WARRINGTON, J.J. Corn growth response to temperature: rate and duration of leaf emergence. **Agron. J.**, Madison, v.81, p.1225-1232, 1989.
- KINIRY, J.R.; RITCHIE, J.T.; MUSSER, R.L. Dynamic nature of the photoperiod response in maize. **Agron. J.** , Madison, v.75, p.700-703, 1983.
- MUCHOW, R.C.; CARBERY, P.S. Environmental control of phenology and leaf growth in a tropically adapted maize. **Field Crop Res.**, Amsterdam, v.20, p.221-236, 1989.
- ROOD, S.B.; MAJOR, D.J. Response of early corn inbreds to photoperiod. **Crop Sci.** , Madison, v.20, p.679-682, 1980.
- RUSSEL, W,K.; STUBER, C.W. Effects of photoperiod and temperature on the duration of vegetative growth in maize. **Crop Sci.** , Madison, v.23, p.847-50, 1983.
- SINGH, P.M.; GILLEY, J.R.; SPLINTER, W.E. Temperature threshold for corn growth in a controlled environmental. **Transactions of the ASAE** , p.1152-1155, 1976.
- WARRINGTON, I.J.; KANEMASU, E.T. Corn growth response to temperature and photoperiod . Leaf-initiation and leaf-appearance rates. **Agron. J.**, Madison, v.82, p.755-761, 1983 a.
- WARRINGTON, I.J.; KANEMASU, E.T. Corn growth response to temperature and photoperiod. III. Leaf number. **Agron. J.** , Madison, v.75, p.762-766, 1983b.