

Influência da temperatura do ar e da radiação fotossinteticamente ativa no crescimento e desenvolvimento do milho BR 106 cultivado sob plantio direto

Marcos Antônio Vanderlei da Silva¹, Vanda Maria Sales de Andrade², Williams Pinto Marques Ferreira³, Evandro Chaves de Oliveira⁴, José Maria Nogueira da Costa⁵, Paulo Henrique Lopes Gonçalves⁶.

¹Prof. Assistente, DSc. Curso de Engenharia Agrônômica, UNEB, Barreiras- BA. email: maavsilva@uneb.br

²Meteorologista, D.Sc. Belém-PA. vanda007@yahoo.com

³Meteorologista, D.Sc., Pesquisador III, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas – MG. williams@cnpmc.embrapa.br

^{4,6}Meteorologista, D.Sc., Pós-Graduando em Meteorologia Agrícola, Depto. de Engenharia Agrícola/Meteorologia Agrícola, UFV/Viçosa – MG. email: evandro.chaves@ufv.br, paulociclone@yahoo.com.br.

⁵Prof. Titular, PhD, Curso de Meteorologia Agrícola, . Dep. de Engenharia Agrícola, UFV/Viçosa – MG. email: jmncosta@ufv.br

Abstract: It was performed a searching on Sete Lagoas-MG, with the maize BR 106, to quantify the influence of micrometeorological variables, air temperature and photosynthetic active radiation (PAR), growth and development, in a canopy cultivated under no-tillage. The experiment was conducted on a pivot 38 ha in Embrapa Maize and Sorghum (Sete Lagoas-MG). The growth of the BR 106 was affected by variations in the canopy microclimate, characterized by extended periods of cloudiness and variations in the energy, especially light and air temperature, contributing to the ceilings of the main attributes ecophysiological growth were observed during periods which defines the size of the spike and the maximum dry matter accumulation by plants, and beginning the accumulation of starch in the endosperm of the grain. The accumulation of PAR intercepted was satisfactory relationship with the dry biomass and accumulated air may be a suitable parameter to quantify the biomass production of corn BR 106, using the coefficient α .

Palavras-Chave: RFA, produção de biomassa seca, milho, índice de área foliar.

1 – INTRODUÇÃO

A temperatura média do ar à superfície reflete, de certa forma, a disponibilidade de energia às plantas e isto tem incentivado vários estudiosos a investigar sua relação com a rapidez com que se completa o ciclo vegetativo das culturas (VAREJÃO, 2000). A taxa de desenvolvimento de uma planta está diretamente relacionada com a temperatura do ar, de tal forma que o período de tempo entre os diferentes estádios variará de acordo com ela, tanto ao longo de uma safra, quanto entre safras.

A produção da biomassa seca da cultura é função da radiação fotossinteticamente ativa e da eficiência de conversão desta, sendo que tal eficiência é um parâmetro utilizado em modelos de simulação para gerar a fotossíntese líquida de uma cultura (CARON *et al.*, 2002). Segundo Müller *et al.* (2001) é apropriado que as análises de crescimento de plantas sejam baseadas na avaliação da eficiência pela qual a radiação incidente é utilizada no acúmulo da biomassa, pois notadamente os vegetais autotróficos são sistemas termodinamicamente abertos e, por isso, necessitam de energia solar para sua sobrevivência. As informações obtidas pela análise de crescimento poderão ser utilizadas para investigar a adaptação ecológica das culturas a novos ambientes, a competição entre espécies, os efeitos de manejo e tratos culturais, além da identificação da capacidade produtiva de diferentes genótipos (KVET *et al.*, 1971).

O Milho BR 106, objeto do presente estudo, através de pesquisas, vem sendo melhorado geneticamente a cada ano, proporcionando ganhos em uniformização de plantas, empalhamento de espigas e, principalmente produtividade de grãos (NOCE, 2004). Assim, o presente trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos das variáveis micrometeorológicas,

temperatura do ar e da radiação fotossinteticamente ativa (RFA), no crescimento e desenvolvimento, em dossel de milho cultivado sob plantio direto.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo da EMBRAPA, Sete Lagoas-MG, numa área de pivot com 38 ha, em condição de ausência de limitação hídrica e em sistema de plantio direto. A semeadura foi realizada em 03/10/2008 utilizando a variedade BR 106, com espaçamento de 0,7 m entre fileiras.

As amostragens para determinação da área foliar e da biomassa total da parte aérea foram realizadas em intervalos de oito dias, aproximadamente. Os dados de área foliar foram convertidos para valores correspondentes à área de 1,0 m² de terreno, equivalendo, então, ao índice de área foliar (IAF). Durante o ciclo da cultura foram realizadas avaliações para caracterização dos estádios vegetativos, reprodutivo e de formação de grãos baseado na escala fenológica para cultura do milho, adaptado de Magalhães e Durães (2006). O ciclo foi dividido em períodos (Pi) importantes do ponto de vista agrônomo, a saber: P1 (VE-V12: Define o potencial de produção e o número de fileiras nas espigas); P2 (V12- R1: Define o tamanho da espiga e o máximo acúmulo de matéria seca pela planta); P3 (R1-R3: Correlacionado com o período anterior define o número de grãos e início do acúmulo de amido no endosperma dos grãos) e P4 (R3-R6: Define a densidade do grão).

Para a estimativa da massa de matéria seca aérea produzida, relativa ao período de crescimento, foi empregada a função sigmoïdal, utilizando-se um programa interativo para minimizar a variância residual. Os dados de MSa foram utilizados no cálculo da taxa de crescimento da cultura TCC (g.m⁻².dia⁻¹) para avaliar o desempenho da cultura no sistema de plantio direto. Os dados meteorológicos da temperatura do ar, para o cálculo dos graus-dia, e da radiação solar global incidente foram oriundos de uma estação automática modelo CR23X da marca *Campbel Scientific*, localizada a 300 m do experimento. A radiação fotossinteticamente ativa incidente (RFA_{inc}) foi estimada considerando-se como sendo 45% da radiação solar global incidente, conforme sugerido por ASSIS *et al.* (1989).

A radiação fotossinteticamente ativa interceptada foi calculada a partir da metodologia proposta por Varlet-Grancher *et al.* (1989):

$$RFAI = 0,95(RFA_{inc})\varepsilon_{inc} \quad (\text{Eq. 1})$$

em que $RFAI$ = radiação fotossinteticamente ativa interceptada (MJ.m⁻²); ε_{inc} = eficiência de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa. Para a estimativa da ε_{inc} foi utilizada a seguinte equação:

$$\varepsilon_{inc} = 1 - e^{-KIAF} \quad (\text{Eq. 2})$$

em que: “K”= coeficiente de extinção, adimensional. O valor do parâmetro K de acordo com Barros (1998) é de 0,65 para o milho.

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os efeitos da temperatura do ar ao longo do ciclo da cultura, foi avaliada por meio da taxa de crescimento do BR 106 considerando a relação entre Msa e os graus-dia (Figura 1). Durante o P1, entre o VE e o V8, com 528 GD_{ACUM}, houve uma redução de 80% na eficiência da produção de matéria seca por GD_{ACUM}, passando de 4,0 para 0,81 g.m⁻².GD_{ACUM}⁻¹. Esse comportamento é justificado pelas elevadas amplitudes do GD diário em função das grandes diferenças da temperatura média diária entre os DJ (dias julianos) 281 e 317 (Figura 2), com pouca MSa produzida. No final do P2, por volta de 908 GD_{ACUM}, foi verificado pequeno aumento para 1,06 g.m⁻².GD_{ACUM}⁻¹, indicando maior crescimento por ocasião do

florescimento, e atingiu o patamar de $1,16 \text{ g.m}^{-2}.\text{GD}_{\text{ACUM}}^{-1}$ no P3, para um posterior decréscimo até a maturação fisiológica com uma taxa de $1,05 \text{ g.m}^{-2}.\text{GD}_{\text{ACUM}}^{-1}$. A pouca variação da taxa de crescimento nos períodos P2, P3 e P4, mostra que os estoques hídricos não restritivos ao crescimento constituíram como fator preponderante para o BR 106 expressar sua eficiência de crescimento em termos de GD_{ACUM} , pois apesar de reduzir sua TCC de $15,11 \text{ g.m}^{-2}$ aos 908, para $6,40 \text{ g.m}^{-2}$, aos 1674 GD_{ACUM} a redução da taxa de produção de matéria seca por graus-dia acumulados foi apenas de 9%.

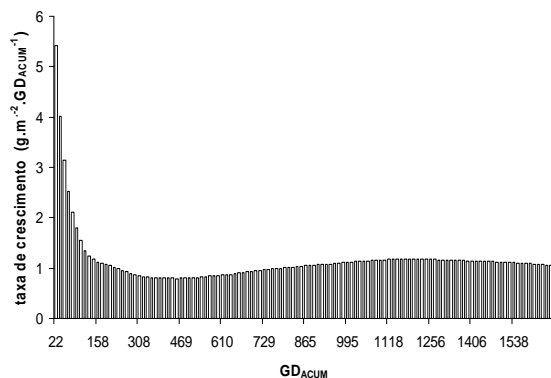


Figura 1. Taxa de crescimento do BR 106 por graus-dia acumulados (GD_{ACUM}).

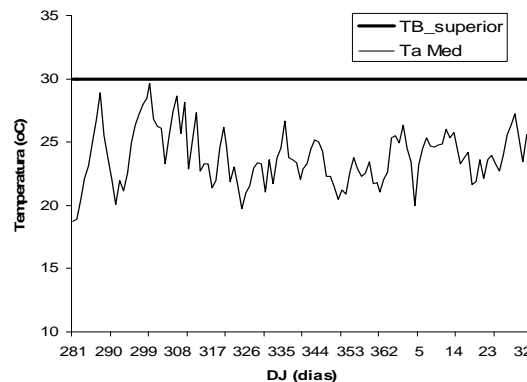


Figura 2. Variação da temperatura média do ar.

A radiação fotossinteticamente ativa acumulada ($\text{RFA}_{\text{I_ACUM}}$) observada ao longo do ciclo do BR 106, e os dados ajustado pela função sigmoideal (3 parâmetros) são apresentados na Figura 3. Foram demandados em torno de 550 MJ.m^{-2} da RFA em todo o ciclo da cultura, sendo esses valores inferiores aos encontrados por KUNZ et al. (2007), os quais estiveram acima de 650 MJ.m^{-2} . A disponibilidade da RFA no período experimental foi reduzida pela alta nebulosidade que chegou a valores em torno de 100% para alguns dias. Na fase pós florescimento, a RFA foi reduzida em 18% quando comparada com a média para todo o período. Na Figura 4 é apresentada a curva de crescimento da RFA interceptada obtida pela derivada da função sigmoideal que estimou a $\text{RFAI}_{\text{ACUM}}$. Pelo fato de a estimativa da RFA interceptada considerar a RFA incidente e o IAF (componente do acúmulo de biomassa), observa-se que a $\text{RFAI}_{\text{ACUM}}$ cresce diariamente acompanhando o desenvolvimento das plantas de milho. A tendência de aumento vai até que o dossel alcance a cobertura máxima do solo (IAF máximo), logo após o estágio VT, com interceptação de $7,79 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$. A partir do estágio R1 a radiação interceptada decresceu diariamente até o estágio R6.

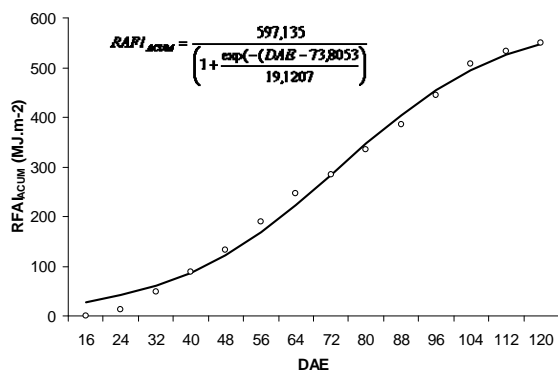


Figura 3. Radiação Fotossinteticamente

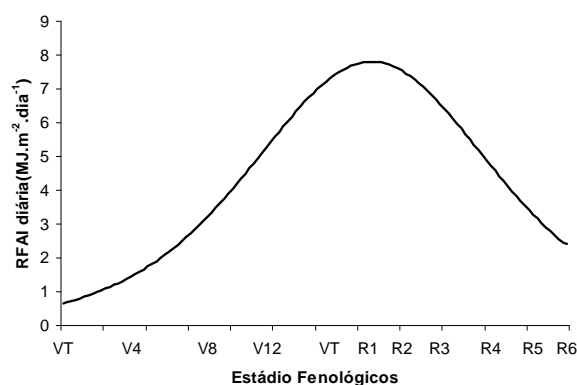


Figura 4. Interceptação diária da RFA em

Ativa Interceptada Acumulada (RFA_{ACUM})
em função do DAE.

função do DAE

Segundo Caron et al. (2002) a eficiência de uso da radiação “ α ”, dado pelo coeficiente angular, representa a quantidade de biomassa formada para cada unidade de energia interceptada. Na Figura 5 observa-se que os dados experimentais se ajustaram estatisticamente a uma regressão linear positiva entre MSA e a RFA_{ACUM} apresentando um padrão de resposta crescente de biomassa seca em função do acréscimo da RFA interceptada. Com um coeficiente de determinação de 0,98 pode-se afirmar que o BR 106 possui um alto potencial para converter a RFA em biomassa, apresentando eficiência de conversão de 2,91 g.MJ⁻¹. Essa afirmação fundamenta-se devido esse valor se encontrar acima do potencial para a cultura do milho, proposto por Gosse et al. (1986), que é de 2,49 g.MJ⁻¹.

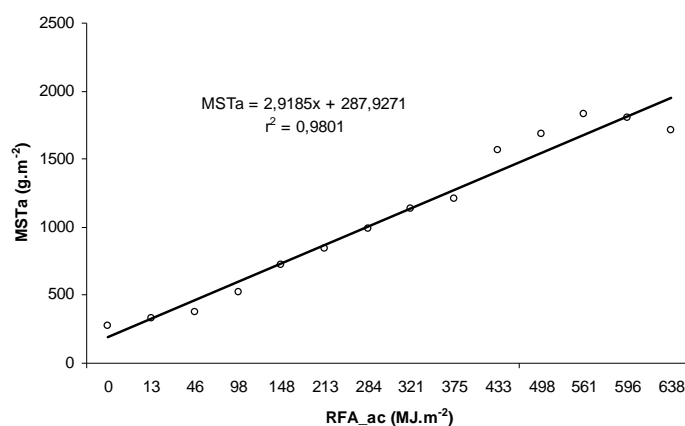


Figura 5. Relação entre a radiação fotossinteticamente ativa interceptada, RFA_{ACUM}(MJ.m⁻²), e a produção da matéria seca da parte aérea acumulada, Msa (g.m⁻²).

4 – CONCLUSÕES

O crescimento do BR 106, cultivado sob o sistema de plantio direto com irrigação suplementar, foi afetado pelas variações do microclima do dossel, caracterizadas por grandes períodos de nebulosidade e oscilações no conteúdo de energia, principalmente luz e temperatura do ar, contribuindo para que os valores máximos dos principais atributos ecofisiológicos de crescimento fossem observados nos períodos que define o tamanho da espiga e o máximo acúmulo de matéria seca pela planta (P2) e início do acúmulo de amido no endosperma dos grãos (P3). O acúmulo da RFAI teve relação satisfatória com a produção da biomassa seca aérea acumulada e pode ser um parâmetro adequado para quantificar a produção de biomassa do milho BR 106, utilizando o coeficiente α .

5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSIS, F.N., MENDEZ, M.E.G. Relação entre radiação fotossinteticamente ativa e radiação global. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 2, n. 7, p. 797-800, 1989.
- BARROS, A. H. C. **Análise do crescimento, do desenvolvimento e da produtividade da cultura do milho (*Zea Mays L.*): Experimentos e modelos**. Viçosa: UFV (Dissertação Mestrado). 85p. 1998.
- CARON, B. O.; SCHMIDT, D. S.; MEDEIROS, S. L. P; HELDWEIN, A. B. Eficiência de conversão da radiação solar fotossinteticamente ativa e distribuição de fitomassa produzida no meloeiro cultivado em estufa plástica na primavera. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 215-219, 2002.

- GOSSE, G., VARLET-GRANCHER, C., BONHOMME, R. Et al. Production maximale de matière sèche et rayonnement solaire intercepté par un couvert végétal. **Agronomie**, Paris, v. 6, p. 47-56, 1986
- KVET, J.; ONDOCK, J.P.; NECAS, J.; JARVIS, P.G. **Methods of growth analysis**. In: ŠESTÁK, Z.; CATSKÝ, J.; JAVIS, P.G. (Ed.). Plant photosynthetic production: Manual of methods. The Hague: W. Junk, 1971. p.341-391.
- KUNZ, J. H.; BERGONCI, J. I, BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. H. HECKLER; B. M. M.; COMIRAN, F. Uso da radiação solar pelo milho sob diferentes preparos do solo, espaçamento e disponibilidade hídrica. **Pesquisa. Agropecuária Brasileira.**, Brasília, v.42, n.11, p.1511-1520, nov. 2007
- MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; **Fisiologia da Produção de Milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 2006. 10 p. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 76).
- MÜLLER, A.G., BERGAMASCHI, H., SILVA, M.I.G. Eficiências de interceptação, absorção e de uso da radiação fotossinteticamente ativa pelo milho (*Zea mays* L.), em diferentes disponibilidades hídricas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 12. e REUNIÃO LATINOAMERICANA DE GROMETEOROLOGIA, 3., 2001. Fortaleza, CE, **Anais...**, Fortaleza : Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2001. p. 565-566.
- NOCE, M. A. Milho Variedade BR 106 Técnicas de Plantio. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 2004. 5p. (**EMBRAPA-CNPMS. Comunicado Técnico, 109**).
- PEREIRA, A. R.; MACHADO, E. R. **Análise Quantitativa do Crescimento de Comunidades Vegetais**. Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas, 1987. 33p.
- VAREJÃO – SILVA, M. A. **Meteorologia e Climatologia**. Brasília: INMET, Gráfica e Editora Stilo, 2000. 532p.
- VARLET-GRANCHER C. GOSSE, G. ; CHARTIER, M. et al. Mise au point: rayonnement solaire absorbé ou intercepté par un couvert végétal. **Agronomie**, Paris, v. 9, p. 419-439, 1989