



## EFICIÊNCIA DE INTERCEPTAÇÃO DE RADIAÇÃO SOLAR POR ESTRUTURAS VEGETATIVAS E REPRODUTIVAS DA CANOLA<sup>1</sup>

Astor H. Nied<sup>2</sup>, Genei A. Dalmago<sup>3</sup>, Homero Bergamaschi<sup>4</sup>, Gilberto R. da Cunha<sup>5</sup>, Elizandro Fochesato<sup>6</sup>, Jorge A. Gouvêa<sup>7</sup>, Samuel Kovaleski<sup>8</sup>, Anderson Santi<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Trabalho extraído da Tese de Doutorado do primeiro autor, obtido pela UFRGS em convênio com EMBRAPA Trigo e financiado com recursos do CNPq.

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo, Dr., Professor da UNEMAT. Tangará da Serra, MT, Brasil. E-mail: astornied@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Eng. Agrônomo, Dr., Pesquisador da EMBRAPA Trigo, Passo Fundo, RS, Brasil, Bolsista PQ2 CNPq.

<sup>4</sup> Eng. Agrônomo, Dr., Professor da UFRGS. Porto Alegre, RS, Brasil, Bolsista PQ1 CNPq

<sup>5</sup> Eng. Agrônomo, Dr., Pesquisador da EMBRAPA Trigo, Passo Fundo, RS, Brasil, Bolsista DT1 CNPq

<sup>6</sup> Eng. Agrônomo, Mestrando em Fitotecnia da UFRGS. Porto Alegre, RS, Brasil, Bolsista FAPERGS.

<sup>7</sup> Eng. Agrônomo, Dr., Pesquisador da EMBRAPA Trigo, Passo Fundo, RS, Brasil.

<sup>8</sup> Eng. Agrônomo, Mestrando em Engenharia Agrícola da UFSM. Santa Maria, RS, Brasil, Bolsista Capes.

### RESUMO

A canola expõe estruturas reprodutivas diretamente à radiação solar quando inicia o florescimento. Essa característica diferencia nitidamente lavouras de canola de outras espécies, especialmente pela tonalidade amarela conferida à lavoura pela reflexão da radiação solar pelas flores. Diante disso, objetivou-se quantificar a contribuição das estruturas vegetativas e reprodutivas da canola na eficiência de interceptação da radiação solar fotossinteticamente ativa (RFA). Para tanto foi realizado um experimento com os genótipos de canola Hyola 61 e Hyola 432, semeado no dia 05 de julho de 2011 na densidade de 40 plantas m<sup>-2</sup>, em Passo Fundo-RS. Para a medição contínua da RFA foram instaladas barras com sensores ligadas a um datalogger com leituras a cada 30 segundos e médias em 10 minutos. Para a medida da RFA incidente (RFAi) foram utilizadas duas barras e para as leituras da radiação transmitida pelas estruturas reprodutivas (RFAtr) e pelo dossel da canola (RFAtd) foram instaladas, três e três barras, respectivamente, aos 38 dias após a emergência. A eficiência de interceptação da RFA (ei) foi calculada para cada dia, pela relação  $ei = RFAtr / RFAi$ <sup>1</sup>, tanto para o dossel quanto para as estruturas reprodutivas e vegetativas. Também foram determinados semanalmente o índice de área foliar, a estatura e a matéria seca total das plantas. Das avaliações vegetativas, o índice de área foliar apresentou tendências mais semelhantes ao verificado com a eficiência de interceptação da RFA até o início do florescimento. Os valores máximos da eficiência de interceptação de RFA pelas estruturas reprodutivas coincidiram com o início da redução do IAF e foram da ordem de 70 a 80% da RFA incidente sobre o dossel, mantendo-se constante até o final do ciclo da cultura. Além disso, após o período de florescimento, a interceptação de RFA pelo dossel reduziu progressivamente pela menor contribuição na eficiência de interceptação das estruturas vegetativas, especialmente, do índice de área foliar. As estruturas vegetativas foram eficientes na interceptação da RFA até o índice de área foliar máximo, a partir do qual as hastes, flores e síliquas foram mais efetivas na interceptação da RFA. Os valores da eficiência de interceptação da RFA pelo dossel da planta foram elevados durante todo o período reprodutivo da canola.

Palavras-chave: *Brassica napus*, colza, área foliar, fotossíntese, matéria seca.

## INTRODUÇÃO

O rendimento de grãos de uma cultura é influenciado por inúmeros fatores que afetam o processo de fotossíntese, entre os quais, se encontram a disponibilidade e a qualidade da radiação solar que incide na superfície das folhas. A qualidade da radiação solar está relacionada com a faixa de comprimento de onda entre 400 a 700 nm, que é conhecida como radiação solar fotossinteticamente ativa (RFA), ou seja, a mais importante para o processo fotossintético (Taiz & Zeiger, 2006). Já a quantidade de radiação solar disponível para a fotossíntese está relacionada com a interceptação da mesma pela cultura, a qual depende basicamente da arquitetura das plantas e do índice de área foliar. Para a canola, interceptar cerca de 90% da radiação solar global incidente é necessário um índice de área foliar próximo a 4 (Edwards & Hertel, 2011).

No período vegetativo da canola a interceptação de RFA é realizada principalmente pelas folhas. Porém, com o início do período reprodutivo as estruturas reprodutivas (síliquas, flores e hastes) passam a sombrear as folhas e também contribuem na fotossíntese da planta (Edwards & Hertel, 2011; Mogensen et al., 1997). Segundo Mogensen et al. (1997), esse processo tende a compensar perdas na capacidade fotossintética das folhas, pela redução de IAF após o florescimento e pelo sombreamento causado pelas estruturas reprodutivas, mantendo as necessidades fisiológicas de produção de fotoassimilados à planta e ao enchimento de grãos.

Para a condição de cultivo da canola do Sul do Brasil a resposta da cultura à disponibilidade de radiação solar ainda não é conhecida. O monitoramento de como ocorre a interceptação deste elemento meteorológico é de grande importância, pois a canola se desenvolve no período de inverno, quando o ambiente apresenta os menores níveis de disponibilidade de radiação solar. Além disso, o conhecimento da contribuição das estruturas vegetativas e reprodutivas na interceptação da radiação solar pode auxiliar no desenvolvimento de formas de manejo da cultura para aumentar a eficiência de interceptação da RFA e conseqüentemente, o rendimento de grãos. Dessa forma, o objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência de interceptação da radiação solar fotossinteticamente ativa pela cultura da canola e por suas estruturas vegetativas e reprodutivas, ao longo do ciclo de desenvolvimento da cultura.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área experimental da EMBRAPA Trigo, em Passo Fundo, RS (28°13'41"S; 52°24'04"W; 681 m de altitude; 6,0% de declividade). A região apresenta clima Cfa, segundo a classificação de Köppen, ou seja, subtropical úmido com verão quente. No dia 05 de julho de 2011 os genótipos de canola Hyola 61 e Hyola 432 foram semeados manualmente na densidade de 40 plantas m<sup>-2</sup>, no delineamento experimental de blocos ao acaso, com três repetições e parcelas de 30 m<sup>2</sup> (5 e 6 m de comprimento e largura, respectivamente). A adubação, o controle químico de invasoras, doenças e pragas, quando necessários, foram realizados conforme Tomm et al. (2009). Também houve controle manual de invasoras.

A radiação solar fotossinteticamente ativa foi medida com conjuntos de barras, cada uma contendo cinco sensores de silício amorfo, ligados em paralelo (Pandolfo, 1995) e espaçadas em 20 cm. As barras foram conectadas a um datalogger modelo CR1000 por meio de um multiplexador. As barras de medida de radiação foram calibradas com auxílio de um ceptômetro AccuPAR. A cada 30 segundos foi efetuada uma leitura e a média foi calculada a cada 10 minutos e armazenada pelo datalogger.

A medida da RFA incidente (RFA<sub>i</sub>) sobre o dossel foi realizada com duas barras. A medida da RFA transmitida pela cultura foi realizada em dois níveis dentro do dossel, com conjuntos de três barras em cada nível e genótipo. No nível 1 foi medida a RFA transmitida pelas estruturas reprodutivas (RFA<sub>tr</sub>) e, no nível 2, pelo dossel das plantas (RFA<sub>td</sub>), sendo iniciadas as medidas aos 38 dias após a emergência. A instalação das barras para a medida da RFA transmitida pelas estruturas reprodutivas foi efetuada acima da inserção da última folha e abaixo das flores na haste principal, ajustando a altura da barra conforme o crescimento da cultura. A medida RFA transmitida pelo dossel foi efetuada com barras instaladas a 5 cm do solo.

A eficiência de interceptação da RFA ( $\epsilon_i$ ) foi calculada para cada dia, segundo Pandolfo (1995), pela relação  $\epsilon_i = RFA_{tr} / RFA_i^{-1}$ , tanto para o dossel quanto para as estruturas reprodutivas. A eficiência de interceptação da RFA pelas estruturas vegetativas foi calculada pela diferença entre a  $\epsilon_i$  do dossel e a  $\epsilon_i$  das estruturas reprodutivas. A área foliar (AF) foi determinada semanalmente por fotografias das folhas destacadas de uma planta por parcela e dispostas horizontalmente, usando o programa Quant.v.1.0.2 (Vale et al., 2002) para quantificar a AF. O índice de área foliar (IAF) foi obtido pela razão entre AF e S, sendo S a área do solo ocupada pela planta. A matéria seca total e suas repartições em caule, flores e siliquis foi obtida a partir das plantas usadas para a medida da AF, as quais foram secas em estufa com circulação de ar forçada, a uma temperatura de 65°C, até a obtenção de massa constante. A estatura das plantas foi determinada com trena desde a superfície do solo ao topo do dossel.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

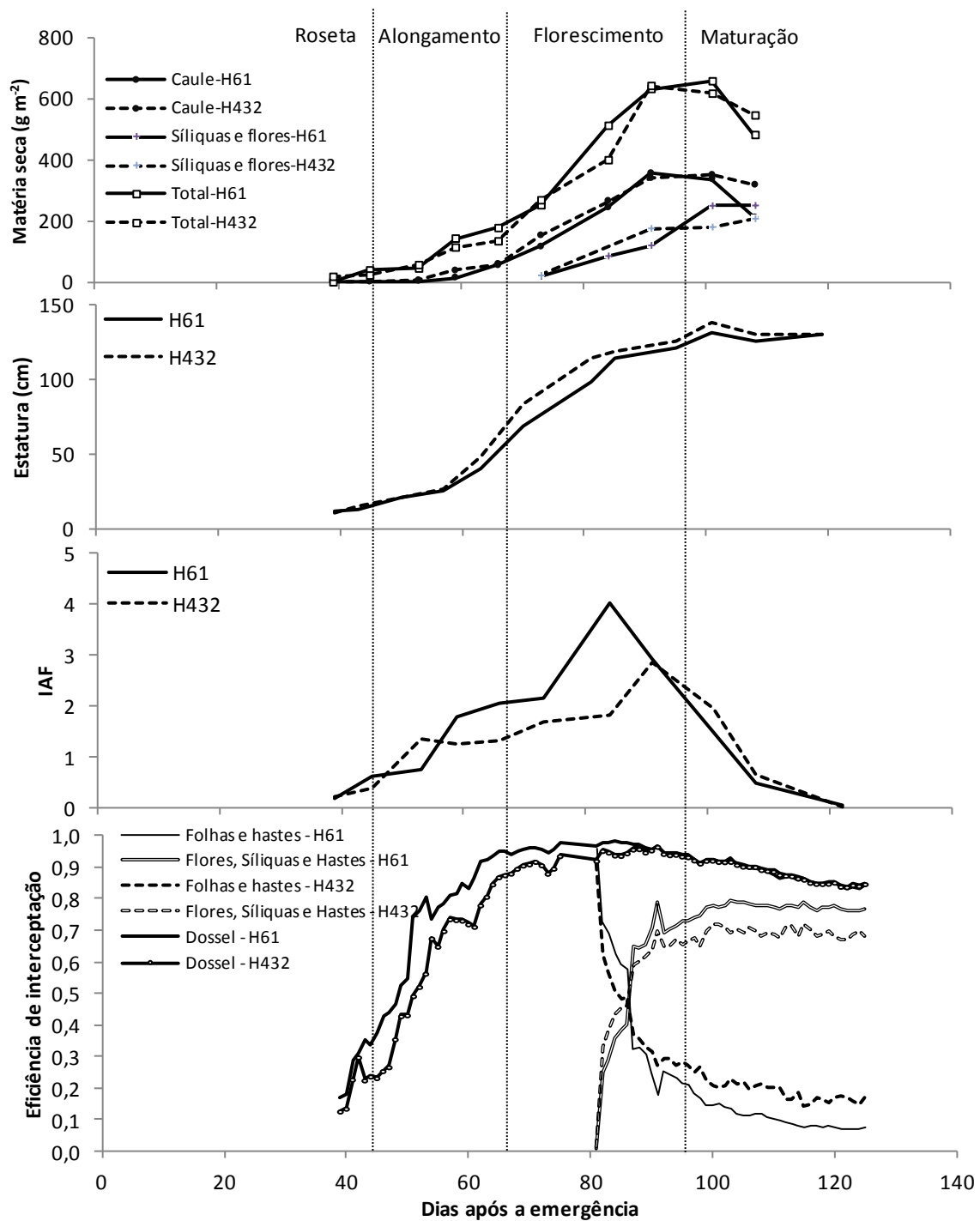
A eficiência de interceptação da RFA pela canola foi afetada pelo IAF e pelas estruturas vegetativas e reprodutivas. O IAF da canola foi a principal avaliação das plantas responsável pela interceptação da RFA até a metade do subperíodo de florescimento da canola (Figura 1). Em apenas 30 dias, a eficiência de interceptação passou de 0,16 (40 dias após a emergência) para 0,94 (70 dias após a emergência), enquanto que o IAF atingiu a metade do IAF máximo (4,0). Mesmo com a estabilização da eficiência de interceptação de RFA com IAF em torno de 2, no início do florescimento, foram constatados incrementos de IAF até o terço final do subperíodo de florescimento, diferindo do indicado por Edwards & Hertel (2011) com IAF em torno de 4,0. Isso indica que a canola interceptou a mesma quantidade de RFA, porém, foi melhor distribuída nos diferentes estratos de folhas superiores, que são menores que as inferiores (Morrison et al., 1992).

Com o início do período de alongamento da haste principal foram constatados incrementos elevados na eficiência de interceptação de RFA do dossel. Isto ocorreu porque, em parte, no período de inverno a declinação solar aumenta o ângulo zenital da radiação solar, o que favorece a um maior sombreamento entre as plantas (Müller & Bergamaschi, 2005). Assim, pequenos incrementos de IAF e da estatura das plantas de canola proporcionaram elevada contribuição na interceptação de RFA. Neste caso, o ângulo zenital da radiação solar do final do mês de agosto contribuiu para valores de eficiência de interceptação de RFA mais elevados.

A data média para início do florescimento dos genótipos de canola, Hyola 61 e Hyola 432 foi concomitante com o início da estabilização da eficiência da interceptação de RFA pelo dossel. Isto ocorreu quando a estatura das plantas e a massa de matéria seca das hastes e do total das plantas tinham cerca da metade dos respectivos valores finais (Figura 1). Tais resultados indicam que a canola acumulou e sintetizou grande parte da matéria seca total após o início do florescimento. Com o início do florescimento foram verificados aumentos do IAF até o nível máximo no terço final do florescimento, decrescendo posteriormente de forma acentuada.

A participação mais expressiva das hastes, flores e siliquis (estruturas reprodutivas) da canola

na interceptação de RFA ocorreu a partir da metade do subperíodo do florescimento. Os valores máximos da eficiência de interceptação de RFA pelas estruturas reprodutivas coincidiram com o início da redução do IAF e foram da ordem de 70 a 80% da RFA incidente sobre o dossel, se mantendo constantes até o final do ciclo da cultura. Além disso, após o período de florescimento a eficiência de interceptação do dossel reduziu progressivamente pela menor contribuição das estruturas vegetativas na eficiência de interceptação solar, especialmente o índice de área foliar.



**Figura 1.** Eficiência de interceptação da radiação solar fotossintenticamente ativa e massa da matéria seca de diferentes estruturas vegetativas e reprodutivas, índice de área foliar e estatura de planta dos genótipos de canola Hyola 61 (H61) e Hyola 432 (H432), semeados em 05/07/2011, em diferentes subperíodos de desenvolvimento (roseta, alongamento, maturação).

florescimento e maturação). Passo Fundo, RS - 2014.

No terço final do período de florescimento da canola, a fotossíntese realizada por siliquis e hastes pode representar 65 % do total realizado pela planta, sendo que no início da maturação dos grãos o valor pode ultrapassar 80% da fotossíntese total (Thomas, 2003). A elevada interceptação de RFA pelas siliquis, flores e hastes a partir do terço final do período de florescimento, além de representar uma estratégia de resistência da planta à deficiência hídrica (Mogensen *et al.*, 1997), tende a compensar perdas na capacidade fotossintética das folhas, pela redução do IAF e pelo sombreamento causado pelas estruturas reprodutivas.

O genótipo Hyola 61 apresentou maior eficiência de interceptação de RFA do que o Hyola 432, tanto pelas folhas e hastes quanto pelas estruturas reprodutivas (Figura 1). Isto pode ser atribuído ao maior IAF verificado no Hyola 61, em relação ao Hyola 432 (Figura 1). Apesar disso, o modelo de evolução da eficiência de interceptação de RFA foi similar em ambos os genótipos, especialmente no terço final do ciclo.

## CONCLUSÕES

As estruturas vegetativas são eficientes na interceptação da radiação solar fotossinteticamente ativa até o período de índice de área foliar máximo, a partir do qual as hastes, flores e siliquis contribuem significativamente na interceptação desta radiação, cuja eficiência de interceptação pelo dossel é máxima durante todo o período reprodutivo da canola.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EDWARDS, J.; HERTEL, K. **Canola growth and development**. 2011

Disponível em: <<http://www.dpi.nsw.gov.au/aboutus/resources/bookshop/canola-growth-and-development>>. Acesso em: 30 mar. 2013.

MOGENSEN, V. O. et al. Pod photosynthesis and drought adaptation of field grown rape (*Brassica napus*). **European Journal of Agronomy**, Montrouge Cedex, v. 6, p. 295-307, 1997.

MORRISON, M. J.; STEWART, D. W.; MCVEFIYS, P. B. E. Maximum area, expansion rate and duration of summer rape leaves. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 72, n. 1, p. 117-126, 1992.

MÜLLER, A. G.; BERGAMASCHI, H. Eficiências de interceptação, absorção e uso da radiação fotossinteticamente ativa pelo milho (*Zea mays* L.), em diferentes disponibilidades hídricas e verificação do modelo energético de estimativa da massa seca acumulada. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 13, p. 27-33, 2005.

PANDOLFO, C. **Parâmetros básicos para uso na modelagem do rendimento de matéria seca em alfafa (*Medicago sativa* L.)**. 1995. 123 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1995.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006, 719 p.

TOMM, G. O. et al. **Tecnologia para produção de canola no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. 88 p. (Embrapa Trigo. Documentos, 92).

THOMAS, P. **Canola: grower's manual**. Winnipeg: Canola Council of Canada, 2003. Disponível em: <[http://www.canolacouncil.org/canola\\_growers\\_manual.aspx](http://www.canolacouncil.org/canola_growers_manual.aspx)>. Acesso em: 24 mar. 2010.

VALE, F. X. R.; FERNANDES FILHO, E. I.; LIBERATO; J. R. QUANT – a software for plant disease severity assessment. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF PLANT PATHOLOGY, 8., 2002, Christchurch. **Proceedings...** Christchurch, New Zeland, 2002, p. 105.