



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

Índice de área das estruturas reprodutivas e eficiência de interceptação da radiação solar em canola sob diferentes doses de nitrogênio



Elizandro Fochesatto¹; Genei Antonio Dalmago²; Homero Bergamaschi³; Daniele Gutterres Pinto⁴; Jorge Alberto de Gouvêa⁵; Gilberto Rocca da Cunha⁶; Matheus Boni Vicari⁷; Samuel Kovaleski⁸

¹Eng. Agrônomo, Mestrando em Fitotecnia/Agrometeorologia, Depto.de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, UFRGS, Bolsista FAPERGS,(54) 96334816,elizandrofochesatto@hotmail.com

²Eng. Agrônomo, Dr., Pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, Bolsista PQ CNPq, genei.dalmago@embrapa.br

³Eng. Agrônomo, Dr., Professor da UFRGS. Porto Alegre, RS, Bolsista PQ CNPq, homerobe@ufrgs.br

⁴Eng^a. Agrônoma, Mestranda em Fitotecnia da UFRGS. Porto Alegre, RS, Bolsista CAPES, danielle.gutterres@gmail.com

⁵Eng. Agrônomo, Dr., Pesquisador da EMBRAPA Trigo, Passo Fundo, RS, jorge.gouvea@embrapa.br

⁶Eng. Agrônomo, Dr., Pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, Bolsista DT CNPq, gilberto.cunha@embrapa.br

⁷Eng. Ambiental, Mestrando em Sensoriamento Remoto da UFRGS. Porto Alegre, RS, Bolsista CAPES, Matheus_boni_vicari@hotmail.com

⁸Eng. Agrônomo, Doutorando em Agronomia pela UFSM. Santa Maria, RS, samtotes@hotmail.com

RESUMO: O trabalho teve por objetivo determinar o índice de área das estruturas reprodutivas (síliquas e hastes) e sua eficiência de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (RFA), em canola sob diferentes doses de nitrogênio. O trabalho foi conduzido na estação experimental da Embrapa Trigo, no município de Coxilha, RS. Os tratamentos constaram de cinco doses de nitrogênio (10, 20, 40, 80 e 160 kg ha⁻¹ de N). ARFA foi medida com sensores ligados a um *datalogger*, com leituras a cada 30 s e médias a cada 15 min. Para medição da RFA incidente (RFAinc) utilizou-se um sensor *quantum* (Campbell) modelo *Apogee* a radiação transmitida pelas estruturas reprodutivas (RFAtr) foi medida por três barras com cinco sensores cada, por tratamento. A eficiência de interceptação da RFA (ϵ_i) foi calculada para cada dia, pela razão (RFAinc-RFAtr)/RFAinc. Foi determinado o índice de área das estruturas reprodutivas (IAS) em duas datas 08/09 e 22/09/2014 com planímetro óptico. O IAS foi significativamente diferente na primeira data de avaliação, quando o tratamento de 40 kg ha⁻¹ de N apresentou o menor IAS. A eficiência de interceptação de RFA aumentou com o aumento das doses de N aplicado. A partir do final do florescimento, as síliquas e hastes da canola interceptam mais de 50% da radiação fotossinteticamente ativa incidente, sendo que na dose de 160 kg ha⁻¹ de N aplicado a interceptação de RFA se manteve acima de 70%.

PALAVRAS-CHAVE: Síliqua, haste, *Brassica napus* L., radiação solar

Area index of reproductive structures and interception efficiency of photosynthetically active radiation for canola at different doses of nitrogen

ABSTRACT: The study aims to determine the area index of reproductive structures (pods and stems) and their interception efficiency of photosynthetically active radiation (PAR) in canola crop subjected to different nitrogen doses. The study was conducted at the Embrapa Trigo experiment station, located in the municipality of Coxilha, RS, Brazil, and the treatments were five doses of applied nitrogen (10, 20, 40, 80 and 160 kg ha⁻¹). PAR was measured with bars of sensors connected to a datalogger, with readings every 30 s and mean values registered each 15 min. The incident PAR (PARinc) was measured with a quantum sensor (Campbell) sensor, while the transmitted PAR by the reproductive structures (PARtr) were measured by three bars containing five sensors each, per treatment. The interception efficiency of PAR (ϵ_i) was calculated for each day by the ratio $\epsilon_i = (\text{PARinc} - \text{PARtr}) / \text{PARinc}$, and the area index

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

of reproductive structures (RAI) was determined on two dates Sept 8th and Sept 9th of 2014, with an optical planimeter. The RAI was significantly different only on the first evaluation date, when the treatment of 40 kg ha⁻¹ of N had the lowest value. The interception efficiency of PAR increased with increasing N doses. After the end of flowering the reproductive structures of canola intercepted more than 50% of the incoming PAR, and the interception remained above than 70% in the level of 160 kg ha⁻¹ of applied N.

KEY WORDS: Pod, stem, *Brassica napus* L, solar radiation

INTRODUÇÃO

A área de cultivo de canola cresce a cada ano, no Rio Grande do Sul, e tem perspectivas de expansão para a região central do Brasil, que poderá ser a nova fronteira para a cultura Tomm et al. (2012). Além da expansão da cultura busca-se, também, elevar os tetos de rendimento de grãos, que ainda são baixos para as condições do Sul do Brasil. Porém, pouco se conhece do potencial de rendimento e sua estabilidade em outras regiões do País, sem tradição de cultivo da canola. Para que o rendimento de grãos aumente e a expansão do cultivo se consolide é imperativo o aumento da base de conhecimento dos fatores de produção ligados à planta e ao ambiente, além da ampliação e melhoramento constante da base genética.

Segundo Nied et al. (2014) a partir do início da formação de síliquas, mais de 70% da interceptação da radiação solar fotossinteticamente ativa (RFA) se devem às estruturas reprodutivas (síliquas e hastes). Isto ocorre porque, após o início do florescimento, as folhas são sombreadas pelas estruturas reprodutivas localizadas acima, o que chega ao máximo no final do enchimento de grãos (Justes et al., 2000). Com isto, as estruturas reprodutivas passam a realizar fotossíntese para suprir a demanda de carboidratos utilizados na formação e desenvolvimento de síliquas e grãos (Andersen et al., 1996).

Por outro lado, estudos que avaliam a eficiência de interceptação (ϵ_i) de RFA pelas estruturas reprodutivas (hastes e síliquas) em diferentes doses de nitrogênio (N) ainda não foram realizados nas condições do Brasil. Paralelamente, é importante quantificar a área ocupada pelas estruturas reprodutivas, que interceptam RFA durante a formação das síliquas e o enchimento de grãos. Neste sentido, Justes et al. (2000) encontrou aumento do índice de área de síliquas (IAS) com o aumento das doses de nitrogênio aplicado, o que pode elevar a interceptação de RFA. Assim, conhecendo a relação entre a interceptação de RFA e IAS será possível adotar estratégias para melhorar o manejo da cultura, contribuindo na elevação do rendimento de grãos da canola.

Visando preencher lacunas nos estudos relativos à cultura da canola no Brasil, o objetivo deste trabalho foi determinar o índice de área das estruturas reprodutivas e sua eficiência de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa em canola, sob diferentes doses de nitrogênio aplicado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na estação experimental da Embrapa Trigo, no município de Coxilha, RS (28° 11' 40" S 52° 10' 20" W a 689m de altitude). A região apresenta clima subtropical úmido com verão quente, do tipo Cfa, pela classificação de Köppen. A semeadura da canola foi feita no dia 29/04/2014, com semeadora de parcelas. O espaçamento entre linhas foi de 34 cm e a densidade foi de 40 plantas m⁻². O delineamento experimental foi de blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos foram diferentes doses de nitrogênio aplicado: 10, 20, 40, 80, 160 kg ha⁻¹. Os tratamentos de 80 e 160 Kg ha⁻¹ de N foram parcelados em duas e três vezes, respectivamente, para evitar lixiviação e possíveis problemas às plantas por excesso de N, bem como para melhorar seu

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

aproveitamento. Tratamentos fitossanitários foram realizados conforme indicações para a cultura e o controle de plantas invasoras foi realizado manualmente, quando necessário.

A radiação solar fotossinteticamente ativa (RFA) foi medida com conjuntos de barras, cada uma contendo cinco sensores de silício amorfo espaçados a cada 20 cm. As mesmas foram conectadas a um datalogger Campbell modelo CR1000 por um multiplexador de canais. Antes da instalação, cada sensor foi calibrado através de um sensor *quantum* modelo *apogee* da Campbell. A tomada das leituras foi feita a cada 30 s e as médias foram calculadas e armazenadas a cada 15 min.

A RFA incidente sobre o dossel de canola (RFA_{inc}) foi medida com um sensor *quantum* a 100 m do experimento. A RFA transmitida (RFA_{tr}) pelas estruturas reprodutivas da canola (hastes e síliquas) foi medida com três barras de sensores por tratamento, logo acima das folhas e abaixo das estruturas reprodutivas, de forma transversal às linhas de plantas. As medições foram iniciadas em 20/08/2014 (oito dias após o final do florescimento) e finalizadas na maturação fisiológica, no dia 02/10/2014. Porém, os dados foram avaliados até 23/09/2014, por falha nos registros de algumas barras.

A partir de dados diários, foi calculada a RFA interceptada (RFA_i) pelas estruturas reprodutivas, pela equação:

$$RFA_i = RFA_{inc} - RFA_{tr} \quad (1)$$

sendo RFA_{inc} a radiação fotossinteticamente ativa incidente sobre o dossel e RFA_{tr} a radiação fotossinteticamente ativa transmitida pelas estruturas reprodutivas ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).

A eficiência de interceptação da RFA (ϵ_i) foi calculada pela equação:

$$\epsilon_i = RFA_i / RFA_{inc} \quad (2)$$

Para determinar a área das estruturas reprodutivas (hastes e síliquas) foram coletadas duas plantas pareadas de canola, em 08/09 e 22/09/2014. Logo após a coleta, as plantas foram levadas ao laboratório, onde foram separadas as síliquas e hastes. Assim, foi determinada a área de síliquas e hastes com planímetro óptico modelo LI 3000 (LICOR, Lincoln, EUA). Com a área de síliquas e hastes determinou-se o índice de área das estruturas reprodutivas (IAS), pela equação:

$$IAS = AS / S \quad (3)$$

sendo AS a área das estruturas reprodutivas e S a área do terreno ocupada pela amostra (m^2).

Os dados foram analisados com o programa SAS Enterprise Guide 5.1 (SAS Institute INC., 2014) por análise de variância e comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação de IAS houve interação entre tratamentos e datas de avaliação. Houve diferença significativa entre doses de nitrogênio (N) apenas na data de 08/09/2014. A dose de 40 kg ha⁻¹ de N foi a que apresentou o menor IAS. Na segunda data não houve diferenças significativas no IAS entre doses de N (Tabela 38), com o também, entre datas de avaliação para cada dose de N.

Tabela 38. Índice de área das estruturas reprodutivas, síliquas e hastes (IAS, m² m⁻²) da canola em diferentes doses de nitrogênio N aplicado e datas de avaliação. Passo Fundo, RS. 2014.

Tratamentos (kg ha ⁻¹)	Datas/IAS		Média
	08/09/2014	22/09/2014	
10	2,90 a A*	1,98 a A	2,44
20	2,47 a A	1,89 a A	2,22
40	1,52 b A	2,22 a A	2,37
80	3,11 a A	1,94 a A	2,53
160	3,04 a A	1,99 a A	2,52
Média	2,60	2,01	
CV (%)	31	22	

* Letras minúsculas representam comparações na coluna e letras maiúsculas representam comparações na linha. CV= coeficiente de variação.

Avaliando o IAS para canola de inverno, com doses de N de 0, 135 e 270 kg ha⁻¹, Justes et al. (2000) observou aumentos até o final do enchimento de grãos, para as três doses utilizadas. Também, constatou que IAS aumentou em maiores doses de N, sendo de 2,6 (m² m⁻²) com 270 kg ha⁻¹ de N, com 60 plantas m⁻². Os resultados deste experimento não seguiram a mesma lógica encontrada por Justes et al. (2000), o que pode ser devido à densidade média de 33 plantas m⁻² obtida, abaixo daquela citada por Justes et al. (2000). Este pode ser o fator pelo qual IAS não diferiu significativamente entre doses de N, como obtido por Justes et al. (2000). Outros fatores também podem ter afetado IAS, como o hábito indeterminado e a plasticidade das plantas da canola, ou seja, a capacidade de ajuste dos componentes morfológicos em função da densidade de plantas (Krüger et al., 2011; Jacob et al., 2012). O coeficiente de variação (Tabela 1) indica que a canola apresentou grande variabilidade de IAS. Isto sugere que um maior número de plantas coletadas poderia reduzir a variabilidade deste parâmetro, e dar maior precisão aos testes de comparação entre tratamentos e datas.

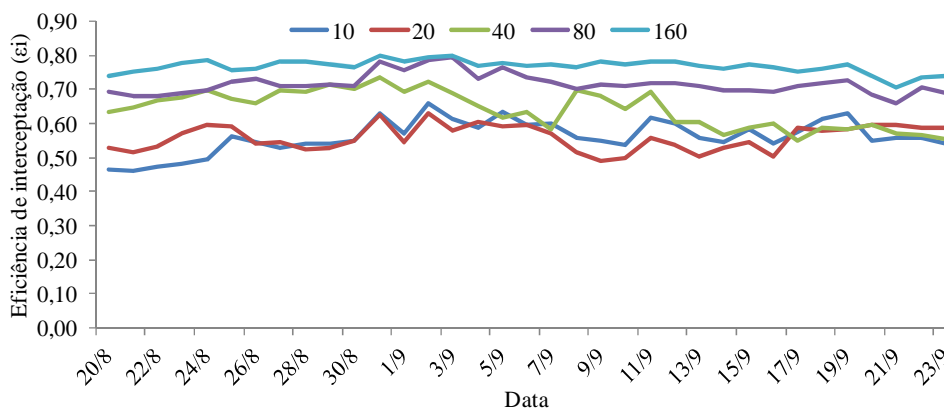


Figura 52. Eficiência de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa pelas estruturas reprodutivas (síliquas e hastes) da canola, entre 20/08/2014 e 23/09/2014, (do final do florescimento a 10 dias antes da maturação fisiológica), com doses de nitrogênio de 10, 20, 40, 80, 160 kg ha⁻¹. Passo Fundo RS, 2014.

No período de avaliação, a e_i de RFA pelas estruturas reprodutivas apresentou resposta diferente entre doses de N (Figura 1). Na dose de 160 kg ha⁻¹ de N houve maior eficiência de interceptação de RFA, que se manteve acima de 70%, com pouca variação no período, o que sugere uma composição mais densa

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

das estruturas reprodutivas. As doses de 10 e 20 kg ha⁻¹ propiciaram menor eficiência de interceptação de RFA, que variou de 45 a 55%. Além disso, as mesmas tiveram elevada oscilação, demonstrando composição menos densa das estruturas reprodutivas (Figura 52). Os resultados referentes às duas maiores doses de N se equivalem aos valores obtidos por (Nied et al., 2014).

As médias de ϵ_i de RFA foram significativamente diferentes entre doses de N, de 20/08 a 23/09/2014. Na maior dose as estruturas reprodutivas interceptaram mais de 70% da RFA incidente. Com 40 e 80 kg ha⁻¹ de N aplicado a eficiência de interceptação foi intermediária e nas doses de 10 e 20 kg ha⁻¹ ocorreram as menores eficiências de interceptação de RFA (Figura 53).

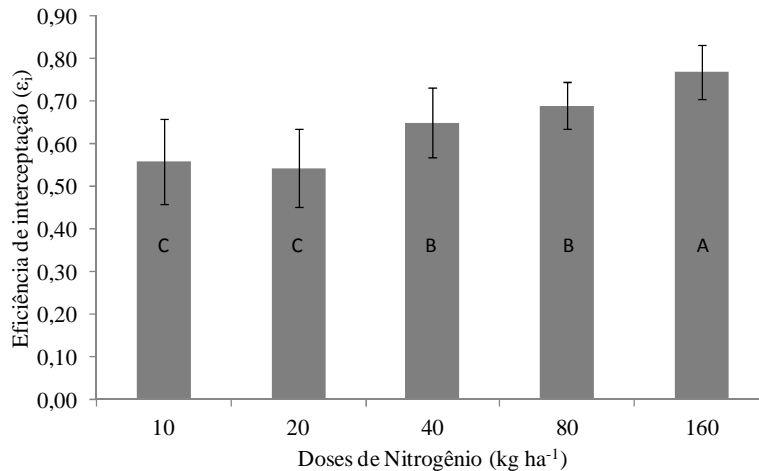


Figura 53. Eficiência de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa média (ϵ_i) pelas estruturas reprodutivas (siliques e hastes) de canola, em diferentes doses de nitrogênio (kg ha⁻¹). Passo Fundo RS, 2014.

Em estudos de Chartier et al. (1983) e Nied et al. (2014) a ϵ_i de RFA pelas estruturas reprodutivas de canola variou de 70 a 80%. Estes valores concordam com dados das duas maiores doses de N (80 e 160 kg ha⁻¹) deste trabalho. Porém, nas menores doses de N a ϵ_i foi inferior. Isto pode ser atribuído à limitação de N para o processo fotossintético. Neste caso, o limitante pode não ter sido a disponibilidade de RFA incidente, porém a disponibilidade de N para as plantas (Kaefer, 2012).

CONCLUSÕES

Nas condições em que o trabalho foi conduzido, o índice de área das estruturas reprodutivas da canola (IAS) não apresenta diferenças significativas entre doses de nitrogênio aplicado e datas de avaliação. A eficiência de interceptação da RFA pelas estruturas reprodutivas da canola aumenta com o aumento das doses de N aplicado. A partir do final do florescimento, as siliques e hastes da canola interceptam mais de 50% da radiação fotossinteticamente ativa incidente sobre a cultura.

AGRADECIMENTO

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Rio Grande do Sul (FAPERGS), ao Conselho Nacional Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoas de Nível Superior (CAPES) pela concessão das bolsas de mestrado e de produtividade em pesquisa. À Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e à Embrapa Trigo pelo apoio.



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSEN, M. N, HEIDMANN, T. PLAUBORG, F. The Effects of Drought and Nitrogen on Light Interception, Growth and Yield of Winter Oilseed Rape, **Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Plant Soil Science**, v.46. p. 55-67, 1996.

Chartier, M., Fabre, B., Gosse, G., Rode, J.C. .Bilan radiatif d'un couvert de colza. In: *Le Colza* (p. 154-165). Presented at 6. Congres International, Paris, FRA 1983.

DIEPENBROCK, W. Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus*L.): a review **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 67, p. 35-49, 2000.

JACOB JÚNIOR, E. A. et al. Changes in canola plant architecture and seed physiological quality in response to different sowing densities. **Revista Brasileira de Sementes**, v.34, n. 1, p.14-20, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v34n1/a02v34n1.pdf>>. Acesso em: 10 abril. 2015. doi: 10.1590/S0101-31222012000100002.

Justes et al. Effect of crop nitrogen status and temperature on the radiation use efficiency of winter oilseed rape. **European Journal of Agronomy**. v. 13, p. 165-177, 2000.

Kaefer, J. E. Resposta da canola a fontes, doses e parcelamento de nitrogênio. 2012. 108 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação Doutorado em Agronomia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná Campus Marechal Candido Rondon, Marechal Candido Rondon, 2012.

KRÜGER, C.A.M.B. et al. Herdabilidade e correlação fenotípica de caracteres relacionados à produtividade de grãos e à morfologia da canola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n. 12, p.1625-1632, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v46n12/46n12a07.pdf>>. Acesso em: 08 abril 2012. doi: 10.1590/S0100-204X2011001200007.

Nied, A. H. et al. Eficiência de interceptação de radiação solar por estruturas vegetativas e reprodutivas da canola –In: 1º Simpósio Latino Americano de canola, 1, 2014, Passo Fundo, RS. **Anais**. Disponível em: www.cnpt.embrapa.br/slac/cd/pdf/Astor_NIED. acesso em: 10 de abril de 2015.

TOMM, G. O.; SMIDERLE, O.; RAPOSO, R. W. C. Which is the lowest latitude for canola production In: **INTERNATIONAL CROP SCIENCE CONGRESS**, 6., 2012, Bento Gonçalves. [Proceedings...]. [S. l.: International Crop Science Society, 2012]. 1 pen drive. Oral presentation, Resumo 3198.