



Alteração dos teores de clorofila em repolho submetido a fontes e doses de nitrogênio. ⁽¹⁾

Jadson Alves Brumatti⁽²⁾; Alex Campanharo⁽²⁾; Carla Effegem⁽²⁾ Adriano Alves Fernandes⁽³⁾; Antelmo Ralph Falqueto⁽³⁾; Marcela Campanharo⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do Centro Universitário Norte do Espírito Santo CEUNES/UFES.

⁽²⁾ Discente do curso de Agronomia; Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte do Espírito Santo; São Mateus, Espírito Santo; jadsonbrumatti@gmail.com; alexcampanharo@yahoo.com.br; carlaeffegem@hotmail.com; ⁽³⁾ Professor adjunto do Centro Universitário Norte do Espírito Santo, Universidade Federal do Espírito Santo; ⁽⁴⁾ Professora adjunta da Fundação Universidade Federal de Rondônia.

RESUMO: A determinação dos teores de clorofila auxilia no manejo do aumento do potencial fotossintético e conseqüentemente do rendimento da cultura. Objetivou-se determinar se há interação entre fontes e doses de nitrogênio (N) nos teores de clorofila do repolho. Para o experimento foi utilizado esquema fatorial 3 x 5, sendo 3 fontes de nitrogênio (100% sulfato de amônio, 50% de sulfato de amônio 50% de nitrato de cálcio e 100% de nitrato de cálcio) em cinco doses (0, 75, 150, 300 e 450 Kg ha⁻¹). As leituras do teor de clorofila foram realizadas com o medidor eletrônico de clorofila (ClorofiLOG®) e analisadas estatisticamente pelo software Assistat. Foram analisados os teores de clorofilas *a*, *b*, da relação (*a/b*) e do total (*a+b*). Os teores de clorofila *a* foram significativos a 5% no teste de Tukey para as fontes de nitrogênio. Os teores de clorofila *b* e clorofila total apresentaram regressão quadrática e as clorofilas *a* e a relação de clorofilas *a/b* apresentaram regressão linear. As fontes de 100% nitrato de cálcio e 50% sulfato de amônio 50% nitrato de cálcio apresentaram valores significativos no aumento do teor de clorofila *A*. correu aumento do teor de clorofila *b* com o aumento das doses de N, porém não houve significância estatística.

Termos de indexação: nitrato de cálcio, sulfato de amônio, *Brassica oleracea* var. *capitata*.

INTRODUÇÃO

O repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) é uma planta herbácea de ciclo bianual, cultivada comercialmente como anual. É caracterizada pela superposição das folhas centrais que formam um arranjo compacto (cabeça) sobre a gema apical (Carvalho & Ikuta, 2003). Das hortaliças produzidas no Brasil, o repolho figura como uma das mais importantes economicamente (Fontanetti et al., 2006; Pedó et al., 2012). Possui uma ótima composição nutricional e funcional, contando com altos teores de vitamina C, antioxidantes e substâncias anticarcinogênicas (Carvalho et al.,

2006).

O fornecimento de nutrientes em quantidade e no período correto também é importante para o desenvolvimento vegetal, com destaque ao nitrogênio (N), segundo nutriente mais absorvido pelo repolho. O excesso de N no solo pode resultar em acúmulo de nitrato nas folhas podendo comprometer a saúde dos consumidores pela formação de nitrosaminas e/ou causar a metahemoglobinemia (Aquino et al., 2005).

Dentre os pigmentos fotossintéticos de plantas, as clorofilas *a* e *b* e os carotenoides são mais importantes, sendo a clorofila *a* componente dos centros de reação do aparato fotossintético. Os demais pigmentos são responsáveis por auxiliar a absorção de luz e transferir de elétrons aos centros de reação. As clorofilas *a* e *b* estão em uma proporção de 3:1 (Streit et al., 2005).

O N é um elemento essencial na biossíntese das clorofilas (Wolff & Floss, 2008, Taiz & Zeiger, 2010), que por sua vez são os componentes de maior representatividade para a fotossíntese (Amarante et al., 2008), processo responsável pela síntese de fotoassimilados e conseqüentemente, pela produção. O fornecimento deste elemento mineral deve ser observado com cautela para que o mesmo não seja o ponto limitante na produção desta cultura (Moreira & Vidigal, 2011).

A determinação dos teores de clorofila é uma ferramenta que auxilia no manejo do aumento do potencial fotossintético e rendimento da cultura (Silva et al., 2012). O uso de métodos não destrutivos para a determinação do teor de nitrogênio foliar através da correlação da clorofila com uso de medidores eletrônicos do teor de clorofila, são mais rápidos e simples, com resultados concisos para diversas culturas e também o repolho (Westerveld et al., 2004).

O objetivo deste trabalho foi determinar se o incremento de nitrogênio de fontes distintas pode causar influência nos teores de clorofilas foliares no repolho.



MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na fazenda experimental do Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES/UFES). Foi utilizada a cultivar Astro Plus, semeada em bandejas de poliestireno expandido com 128 células, em substrato comercial Bioplant® em estufa até que as mudas apresentassem de 4 a 6 folhas definitivas, o que ocorreu após 35 dias aproximadamente, período compreendido entre os estádios II e III (Carvalho et al., 2008).

As adubações foram realizadas de acordo com o Manual de Recomendação de Calagem e Adubação para o Estado do Espírito Santo - 5ª aproximação (Prezotti et al., 2007). Cinco dias antes do transplante a área foi adubada nas quantidades de 40 kg ha⁻¹ de N, 300 kg ha⁻¹ de P e 150 kg ha⁻¹ de K, com exceção do tratamento com 0 kg de N ha⁻¹, onde não houve a adição de N no plantio.

Adotou-se esquema fatorial 3 x 5, sendo 3 fontes nitrogenadas (100% sulfato de amônio - SA, 50% sulfato de amônio 50% nitrato de cálcio - SA+NC e 100% nitrato de cálcio NC) e cinco doses de nitrogênio (0, 75, 150, 300 e 450 Kg ha⁻¹). As ruas entre as parcelas experimentais foram espaçadas 0,5m entre si e 1,0m entre blocos. Com exceção do tratamento com 0 kg de N ha⁻¹, foram realizadas as adubações de cobertura divididas em três vezes: 40% após 15 dias, 30% após 40 dias e 30% após 60 dias do transplante das mudas.

Utilizando o medidor eletrônico do teor de clorofila, ClorofiLOG® modelo CFL 1030, conforme orientações do fabricante (Falker, 2008), foram feitas leituras na terceira ou quarta folha expandida (contadas da base para o ápice), em 4 pontos por folha, 75 dias após transplante entre as 08:00 e 9:15 horas da manhã.

O ClorofiLOG® fornece valores em IC (Índice de Clorofila), variando de 0 a 100. Por meio do software fornecido pelo fabricante, este índice é convertido em valores de clorofila *a*, *b* e total.

Os dados de teores de clorofila *a*, *b*, relação *a/b* e clorofila total foram submetidos a análise de variância utilizando o programa estatístico ASSISTAT (Silva & Azevedo, 2002). As doses de N foram consideradas como fator quantitativo, e as fontes como fator qualitativo, e foram submetidas a análise de regressão e comparação de médias, respectivamente, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação às análises qualitativas, somente a variável clorofila *a* apresentou diferença estatística em relação às fontes de nitrogênio ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey (Tabela 1). A ausência de diferença estatística para as demais variáveis é coerente com outros estudos prévios (Nascimento et al. 2012). Como pode ser observado na Figura 1, houve um aumento linear dos teores de clorofila *a*.

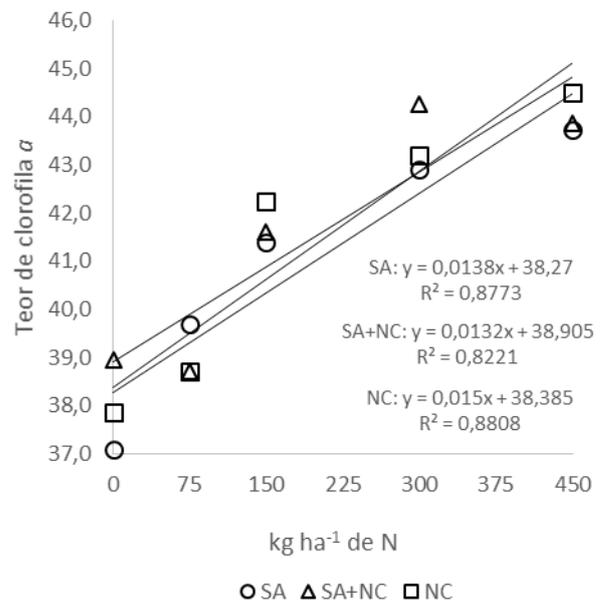


Figura 1: Teores de clorofila *a* em resposta às fontes e doses de nitrogênio.

O tratamento com sulfato de amônio resultou menores valores de clorofila *a* nas doses de 0, 150, 300 e 450 kg ha⁻¹ de N, em relação aos demais. Com exceção da dose de 75 kg ha⁻¹, os tratamentos SA+NC e NC apresentaram-se superiores e iguais estatisticamente em relação ao teor de clorofila *a*.

Conforme observado na Figura 3, os valores da relação de clorofila *a/b* reduziram-se linearmente em todos os tratamentos, de aproximadamente 3:1 para menos de 1,5:1 (SA+NC), e de aproximadamente 4:1 reduzido a menos de 1,5:1 (SA e NC). Isso ocorreu devido ao aumento da clorofila *b* (Figura 2), para o qual observou-se crescimento linear com a adição de N. Barbieri Junior (2009) obteve resultados semelhantes em capim-tifton 85.

A clorofila *b* como pigmento auxiliar, presente no complexo antena dos fotossistemas, potencializa a transferência de energia de excitação para os centros de reação. O aumento significativo no teor da clorofila *b* com o aumento das doses de N (superior a 365, 268 e 345% na maior dose em



comparação com a menor dose de N, sob as fontes de SA, SA+NC e NC respectivamente), pode aumentar a eficiência do processo fotossintético na captação e transferência de energia para os centros de reação.

O aumento dos teores de clorofila total (Figura 4) foram consistentes com o descrito em outros trabalhos (Barbieri Junior, 2009; Daughtry et al., 2000; Guimarães et al., 1999).

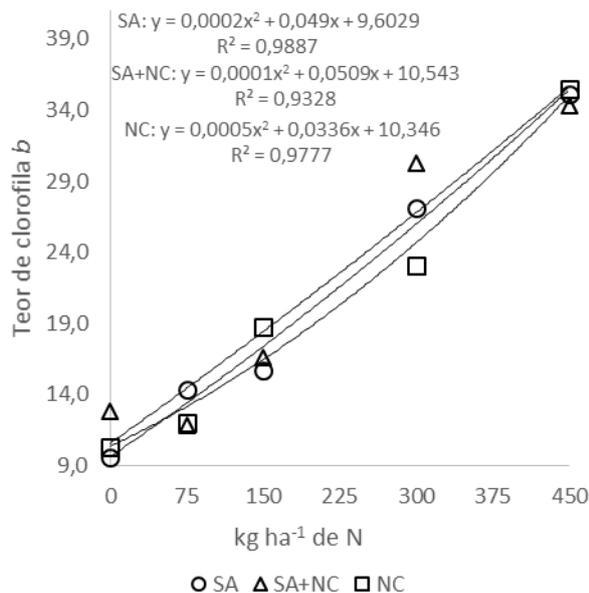


Figura 2: Teores de clorofila b em resposta às fontes e doses de nitrogênio.

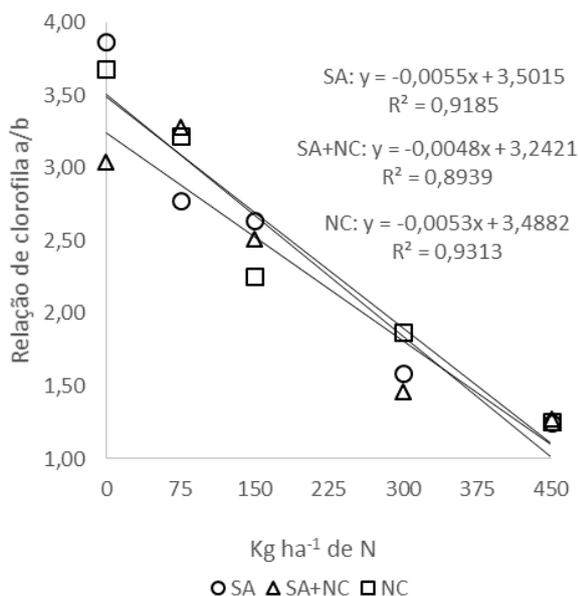


Figura 3: Relação de clorofila a/b em resposta às fontes e doses de nitrogênio.

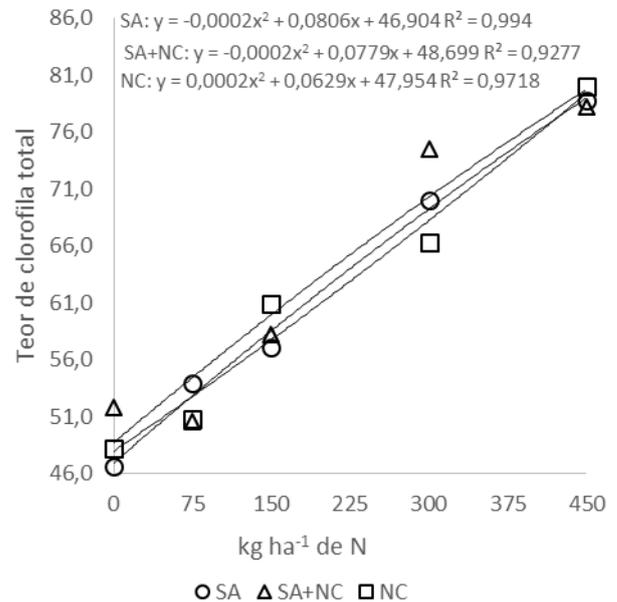


Figura 4: Teores de clorofila total em resposta às fontes e doses de nitrogênio.

CONCLUSÕES

Apenas os teores de clorofila a apresentaram diferença significativa em relação à fonte de nitrogênio, com os menores valores obtidos com o sulfato de amônio (SA).

Houve aumento dos teores de clorofila b com o acréscimo de N, porém não significativo entre as fontes ou doses de nitrogênio.

REFERÊNCIAS

AMARANTE, C. V. T., BISOGNIN, D. A. et al. Quantificação não destrutivas de clorofilas em folhas através de método colorimétrico. Horticultura Brasileira, 26:471-475, 2008.

AQUINO, L. A.; PUIATTI, M.; PEREIRA, P. R. G. et al. Características produtivas do repolho em função de espaçamentos e doses de nitrogênio. Horticultura Brasileira, 23:266-270, 2005.

BARBIERI JUNIOR, E. Características estruturais, teores de clorofila e suas relações com o nitrogênio foliar e a biomassa em capim-tifton 85. 2009. 49 f. Dissertação



Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Zootecnia. Seropédica, 2009.

CARVALHO, R. I. N.; IKUTA, A. R. Y. Competição entre cultivar e híbridos de repolho no município de Piraquara, PR. *Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais*, 1:33-36, 2003.

CARVALHO, C. A.; SILVA, M. B. et al. Estudo espectrométrico de diferentes estágios fenológicos da *Brassica oleracea* var. *capitata*. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 18(2):249-257, 2008.

CARVALHO, P. G. B.; MACHADO, C. M. M.; MORETTI, C. L. et al. Hortaliças como alimentos funcionais. *Horticultura Brasileira*, 24:397-404, 2006.

DAUGTRY, C. S. T.; WLATHALL, C. L.; KIM, M. S. et al. Estimating corn leaf chlorophyll concentration from leaf and canopy reflectance. *Remote Sensing of Environment*, 74:229-239, 2000.

FALKER AUTOMAÇÃO AGRÍCOLA Ltda. Manual do medidor eletrônico de teor clorofila (ClorofiLOG /CFL 1030). Falker Automação Agrícola. 2008. 33p.

FONTANÉTTI, A.; CARVALHO, G. J.; GOMES, L. A. A. et al. Adubação verde na produção orgânica de alface americana e repolho. *Horticultura Brasileira*, 24:146-150, 2006.

GUIMARÃES, T. G.; FONTES, P. C. R.; PEREIRA, P. R. G. et al. Teores de clorofila determinados por medidor portátil e sua relação com formas de nitrogênio em folhas de tomateiro cultivados em dois tipos de solo. *Bragantia*, 58:209-2016, 1999.

MOREIRA, M. A.; VIDIGAL, S. M. Evolução das características da planta associadas à nutrição nitrogenada do repolho. *Revista Ceres*, 58:243-248, 2011.

NASCIMENTO, R.; NASCIMENTO D. A. M.; SILVA, D. A. et al. Alterações nos teores de clorofilas em plantas de feijão-caupi cultivadas sob diferentes fontes de nitrogênio. *Revista Educação Agrícola Superior* – 27:94-96, 2012.

PEDÓ, T.; BORELLA, J.; AUMONDE, T. Z. et al. Crescimento de mudas de repolho e teores de pigmentos fotossintéticos sob influências de fontes de nitrogênio. *Tecnologia & Ciência Agropecuária*, 6:23-27, 2012.

PREZOTI, L. C.; GOMES, J. A.; DADALTO, G. et al. Manual de recomendação de calagem e adubação para o estado do Espírito Santo. 5ª aprox. Vitória, SEEA/INCAPER/CEDAGRO, 2007. 305 p.

SILVA, F. A.; AZEVEDO, C. A. V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows – ver. 7.7. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*. 4:71-78, 2002.

SILVA, R. T.; OLIVEIRA, F. A.; SOUZA NETA, M. L. et al. Índice de clorofila na cultura da rúcula submetida diferentes salinidades na solução nutritiva. *Agropecuária Científica no Semi-Árido*, 8:90-94, 2012.

STREIT, N. M.; CANTERLE, L. P.; CANTO, M. W. et al. As clorofilas. *Ciência Rural*. 35:748-755, 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Tópico 7.11: Chlorophyll Biosynthesis. *Plant Physiology*, 5.ed. 2010. Disponível em < <http://5e.plantphys.net/article.php?ch=t&id=76>> Acesso em 18 mai. 2015.

WESTERVELD, S. M.; MCKEOWN, A. W.; SCOTT-DUPREE, C. D., et al. Assessment of chlorophyll and nitrate meters as field tissue nitrogen tests for cabbage, onions and carrots. *HortTechnology*, 14:179-188, 2004.

WOLFF, W. M.; FLOSS, E. L. Correlação entre teores de nitrogênio e de clorofila na folha com o rendimento de grãos de aveia branca. *Ciência Rural*, 38:1510-1515, 2008.

Tabela 1 – Teores de clorofilas a, b, total e relação clorofila a/b em *Brassica oleracea* var. *capitata* cultivada sob diferentes fontes de nitrogênio.

	Clorofila A		Clorofila B		Relação Clorofila A/B		Clorofila Total	
SA	409,6	b	203,5	a	2,45	a	613,1	a
SA + NC	414,73	a	211,53	a	2,34	a	626,27	a
NC	413,03	a	199,17	a	2,56	a	612,2	a
	DMS=3,33 CV= 0,63%		DMS= 54,56 CV= 20,64%		DMS= 0,31 CV= 9,93%		DMS= 52,65 CV= 6,61%	

SA = Sulfato de amônio; SA + NC= sulfato de amônio mais nitrato de cálcio; NC= Nitrato de cálcio. Tratamentos seguidos da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.