

Adubação nitrogenada para a cultura do cártamo cultivado em sistema plantio direto na safrinha⁽¹⁾.

Fernando Vieira Costa Guidorizzi⁽²⁾; Rogério Peres Soratto⁽³⁾; Mariana Mantovani da Silva⁽⁴⁾; Fernanda Pacheco de Almeida Prado Bortolheiro⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Proc. 2014/20301-8). ⁽²⁾ Estudante de Mestrado em Agronomia; Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”; Botucatu, São Paulo; fernando_guidorizzi@hotmail.com; ⁽³⁾ Professor Doutor; Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”; ⁽⁴⁾ Estudante de Graduação em Agronomia; Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”; ⁽⁵⁾ Estudante de Mestrado em Agronomia; Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

RESUMO: O cártamo é uma cultura oleaginosa de ciclo anual pouco estudada nas condições brasileiras, o que evidencia a necessidade de se realizar estudos abordando seu cultivo em diferentes sistemas de manejo do solo, em conjunto com a adubação nitrogenada. Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar o acúmulo de matéria seca da parte aérea, índice relativo de clorofila e produtividade de grãos de cártamo cultivado sob sistema plantio direto recém-implantado e consolidado e adubação nitrogenada. O experimento foi conduzido no município de Botucatu-SP, em um Nitossolo Vermelho distrófico. Foi adotado o delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram: T1 (sistema plantio direto recém-implantado (SPDRI) sem adubação nitrogenada), T2 (SPDRI com aplicação de 50 kg ha⁻¹ de N), T3 (SPDRI com aplicação de 100 kg ha⁻¹ de N), T4 (sistema plantio direto consolidado (SPDC) sem adubação nitrogenada), T5 (SPDC com aplicação de 50 kg ha⁻¹ de N), T6 (SPDC com aplicação de 100 kg ha⁻¹ de N). As variáveis avaliadas foram: acúmulo de matéria seca da parte aérea, teor de clorofila e produtividade de grãos. A massa seca da parte aérea, índice relativo de clorofila e produtividade de grãos de cártamo não foram influenciados significativamente ($p < 0,05$) pelo tempo de implantação do sistema plantio direto e adubação nitrogenada.

Termos de indexação: *Carthamus tinctorius* L., rendimento de biomassa, produtividade de grãos.

INTRODUÇÃO

O cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) é uma cultura oleaginosa de ciclo anual pertencente à família das *Asteraceae*. No mundo foram colhidos aproximadamente 782.641 ha, totalizando uma produção de 647.374 kg de grãos de cártamo, sendo que os principais países produtores foram Cazaquistão, Índia e Estados Unidos da América (FAOSTAT, 2013).

No Brasil o cultivo de cártamo se restringe a áreas de pesquisa, porém em função das características apresentadas pela cultura como ciclo de desenvolvimento curto, tolerância à deficiência hídrica e pequena ou nula resposta ao fotoperíodo, o cultivo de cártamo se torna uma importante alternativa para o cultivo no período de safrinha em sucessão a culturas tradicionais como soja, milho e algodão.

O nitrogênio (N), quando absorvido pelas plantas, atua como constituinte de muitos componentes das células vegetais, como aminoácidos, proteínas e ácidos nucléicos conferindo maior vigor no seu desenvolvimento vegetativo (Taiz & Zeiger, 2009). Na cultura do cártamo, Dordas & Sioulas (2008), observaram que a adubação nitrogenada foi responsável por aumentar o número de capítulos por planta, peso das sementes e a produtividade de grãos. Soleimani (2008) relatou que a produtividade de grãos de cártamo possui relação direta com as doses de N aplicadas, ou seja, com o aumento da aplicação de N, a produtividade de grãos se torna maior. Soleimani (2010) observou maior número de grãos por capítulo e rendimento de óleo no tratamento em que recebeu a aplicação de 100 kg ha⁻¹ de N. Entretanto Rastgou et al. (2013) estudando doses de N na cultura do cártamo relataram que 200 kg ha⁻¹ proporcionou maior número de capítulos por planta.

A discrepância encontrada na exigência de N para o cártamo pode estar relacionada, principalmente, aos sistemas de manejo do solo em que o cártamo está sendo cultivado, uma vez que o tempo de implantação desses sistemas e a cultura antecessora podem influenciar na disponibilidade de N e, conseqüentemente, no rendimento de biomassa.

Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar o acúmulo de matéria seca da parte aérea, índice relativo de clorofila e produtividade de grãos de cártamo cultivado em sucessão à cultura da soja, sob sistema plantio direto recém-implantado (SPDRI) e consolidado (SPDC) e adubação nitrogenada de cobertura.



MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano de 2014 na fazenda experimental Lageado, UNESP, Botucatu (SP), a 48°23'W, 22°51'S e 740 m de altitude, em Nitossolo Vermelho Distrófico (EMBRAPA, 2013). O clima da região, segundo a classificação de Koppen, se caracteriza como tropical, com inverno seco, e verão chuvoso e quente. Os dados climatológicos estão apresentados na **tabela 1**.

Tabela 1 - Dados climatológicos entre os meses de abril a setembro de 2015, Botucatu-SP.

Meses	Temp. Média	Precipitação Pluvial
	°C	Mm
Abril	22,0	99,1
Maio	19,0	71,8
Junho	19,0	0,9
Julho	17,7	25,5
Agosto	19,1	19,4
Setembro	20,3	95,5

Temperatura média (Temp. Média.).

A análise química solo foi determinada seguindo a metodologia proposta por Raij et al. (2001) e os resultados estão apresentados na **tabela 2**.

Tabela 2 - Resultados da análise química dos solos.

Características do solo	Sistemas	
	SPDRI	SPDC
pH (CaCl ₂)	5,9	5,5
M.O (g dm ⁻³)	35,6	41,22
P (Resina) (mg dm ⁻³)	54,9	79,9
H+Al (mmol _c dm ⁻³)	41	42
Ca (mmol _c dm ⁻³)	55	51
Mg (mmol _c dm ⁻³)	17	19
K (mmol _c dm ⁻³)	2,1	2,7
SB (mmol _c dm ⁻³)	74,3	72,3
CTC (mmol _c dm ⁻³)	115,3	114,3
V (%)	64	63

Sistema Plantio Direto Recém-Implantado SPDRI.

Sistema Plantio Direto Consolidado SPDC.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram: T1 (SPDRI sem adubação nitrogenada), T2 (SPDRI com aplicação de 50 kg ha⁻¹ de N), T3 (SPDRI com aplicação de 100 kg ha⁻¹ de N), T4 (sistema plantio direto consolidado (SPDC) sem adubação nitrogenada), T5 (SPDC

com aplicação de 50 kg ha⁻¹ de N), T6 (SPDC com aplicação de 100 kg ha⁻¹ de N). Cada unidade experimental foi constituída por 10 fileiras de 10 m de comprimento, utilizando as seis fileiras centrais como área útil.

As parcelas sob SPDRI foram preparadas com aração e gradagem em setembro de 2013 para posterior cultivo da soja na safra de verão. O cártamo foi semeado na safrinha (03/04/2014) em sucessão à soja. Para a semeadura do cártamo ambas as parcelas não passaram por preparo de solo, o que por sua vez caracterizou o SPDRI e SPDC, ou seja, 6 meses e 29 anos de implantação, respectivamente.

Antes da semeadura as sementes de cártamo foram tratadas com o fungicida sistêmico (carboxin e thiram 200 g do i.a. L⁻¹). A semeadura foi realizada mecanicamente, utilizando-se o espaçamento de 0,45 m entre linhas e 13 sementes por metro de sulco. A adubação de base foi calculada de acordo com os resultados obtidos na análise química de solo, aplicando-se 200 kg ha⁻¹ do adubo formulado (N-P₂O₅-K₂O) 08-28-16.

A adubação nitrogenada foi realizada quando o cártamo atingiu o estágio de desenvolvimento de alongação da haste (30 dias após a emergência (DAE)), uma vez que este se caracteriza por apresentar início acentuado de desenvolvimento vegetativo da parte aérea da cultura. A aplicação se fez manualmente sobre as linhas de semeadura, utilizando como fonte o nitrato de amônio (31% N).

As amostras para a obtenção do acúmulo de matéria seca da parte aérea foram coletadas quando a cultura atingiu o estágio de desenvolvimento de pleno florescimento (84 DAE). Foram coletadas oito plantas por unidade experimental, em seguida essas amostras foram identificadas e colocadas em estufa de circulação de ar forçada a 60°C durante 72 horas. Após a secagem foi determinado o acúmulo de matéria seca por planta (g).

Nesse mesmo estágio foi avaliado índice relativo de clorofila, com o auxílio de um medidor portátil (SPAD-502, Minolta Corp, Ramsey, NJ, EUA). Foram avaliadas aleatoriamente seis plantas (dossel médio) por unidade experimental, de modo que em cada planta se fez a amostragem de três folhas.

A produtividade de grãos foi determinada aos 146 DAE, mediante a colheita manual de duas fileiras com 2 m, totalizando 4 m dentro da área útil de cada unidade experimental. Após a colheita foi realizada a debulha e o trilhamento mecânico dos grãos com posterior pesagem,



transformando-se a massa de grãos para kg ha^{-1} a 13% de umidade.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade com auxílio do programa SISVAR versão 5.3.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O acúmulo de matéria seca da parte aérea, o índice relativo de clorofila e a produtividade de grãos de cártamo não foram influenciados significativamente ($p < 0,05$) pelos tratamentos impostos (**Tabela 3**). Os maiores resultados tanto para o acúmulo de matéria seca da parte aérea do cártamo ($88,1 \text{ g planta}^{-1}$), quanto para a clorofila ($65,5$) foram obtidos com no tratamento 4 (SPDC sem adubação nitrogenada). Com o aumento do teor de clorofila a capacidade fotossintética das plantas se torna mais eficiente, o que por sua vez resulta em maior produção de fotoassimilados e acúmulo de biomassa. Alguns trabalhos demonstram a importância do N no acúmulo de matéria seca da parte aérea e teor de clorofila no cártamo. Yau & Ryan (2010), avaliando doses de N na cultura do cártamo, obtiveram maior acúmulo de matéria seca da parte aérea (32 g) com o maior teor de clorofila (67), ambos obtidos com a aplicação de $80 \text{ kg de N ha}^{-1}$. Em contraste com esses resultados, Dordas & Sioulas (2008) observaram aumento no teor de clorofila do cártamo até a aplicação de 200 kg N ha^{-1} .

A maior produtividade de grãos de cártamo (2442 kg ha^{-1}) foi obtida no tratamento 1 (SPDRI sem adubação nitrogenada) (**Tabela 3**). Essa resposta pode ser explicada em função do cultivo da soja como cultura antecessora a semeadura do cártamo. De acordo com Stute & Posner (1995), culturas leguminosas caracterizam-se por apresentar baixa relação carbono/nitrogênio (C/N), o que lhes conferem maior taxa de mineralização e conseqüentemente fornecimento de N para as plantas. Apesar da maior produtividade ter sido obtida com a ausência da aplicação de N (0 kg ha^{-1}), o cártamo é uma cultura responsiva a adubação nitrogenada. Golzarfar et al. (2012) demonstraram maior resposta da cultura do cártamo com a aplicação de 150 kg N ha^{-1} . Para recomendação da adubação na cultura do cártamo deve se levar em consideração os genótipos utilizados, sistemas de plantio, teor de N na solução do solo e condições climáticas.

É importante ressaltar que os valores obtidos para produtividade de grãos de cártamo nesse experimento foram satisfatórios e estão acima da média mundial que é de aproximadamente 827 kg ha^{-1} (FAOSTAT, 2013). Assim o cultivo de cártamo no Brasil no período de safrinha em sucessão a culturas tradicionais como soja, milho e algodão se torna uma importante alternativa para agricultura, principalmente para aqueles produtores que possuem como principal objetivo a sustentabilidade produtiva em seus respectivos sistemas de produção.

Tabela 3 - Valores médios de matéria seca, clorofila e produtividade de cártamo cultivado sob sistema plantio direto recém-implantado e consolidado e adubação nitrogenada.

Tratamentos	Matéria Seca g planta^{-1}	Clorofila SPAD	Produtividade kg ha^{-1}
1	75,9	61,7	2442
2	83,5	59,4	2365
3	84,6	60,3	2259
4	88,1	65,5	2038
5	78,5	61,6	2232
6	69,2	62,4	2196
F	2,372 ^{NS}	0,698 ^{NS}	0,1324 ^{NS}
CV %	11,14	8,29	10,82

T1 (sistema plantio direto recém-implantado sem adubação nitrogenada), T2 (sistema plantio direto recém-implantado com aplicação de 50 kg ha^{-1} de N), T3 (sistema plantio direto recém-implantado com aplicação de 100 kg ha^{-1} de N), T4 (sistema plantio direto consolidado sem adubação nitrogenada), T5 (sistema plantio direto consolidado com aplicação de 50 kg ha^{-1} de N), T6 (sistema plantio direto consolidado com aplicação de 100 kg ha^{-1} de N).

CONCLUSÕES

A massa seca da parte aérea, o índice relativo de clorofila e produtividade de grãos de cártamo não foram influenciados significativamente ($p < 0,05$) pelo do tempo de implantação do sistema plantio direto e pela adubação nitrogenada.

AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pelo financiamento do mesmo.

REFERÊNCIAS

DORDAS, C. A. & SIOULAS, C. Safflower yield, chlorophyll content, photosynthesis, and water use efficiency response to nitrogen fertilization under rainfed



conditions. *Industrial Crops and Products*, 27:75–85, 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA: Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, 2013. 239 p.

FAOSTAT. Crops. Safflower 2013. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>. Acesso em: 18 abril. 2015.

GOLZARFAR, M. et al. Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) response to different nitrogen and phosphorus fertilizer rates in two planting seasons. *Zemdirbyste Agriculture*, 99:159-166, 2012.

SOLEIMANI, R. Effect of rate and time of nitrogen application on grain yield and yield components in spring safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Journal of Crop Sciences*, 10:47-59, 2008.

SOLEIMANI, R. Variability of grain and oil yield in spring safflower as affected by nitrogen application. *Journal of Plant Nutrition*, 33:1744-1750, 2010.

RAIJ, B. V. et al. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 285 p.

RASTGOU, B. et al. The effects of nitrogen fertilizer on nutrient uptake, physiological traits and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *International Journal of Agronomy and Plant Production*, v: 355-364, 2013.

TAIZ, L. & ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 4.ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2009. 848 p.

YAU, S.-K. & RYAN, J. Response of rainfed safflower to nitrogen fertilization under Mediterranean conditions. *Industrial Crops and Products*, 32:318-323, 2010.