

Alfredo Richart¹

**DIFERENTES PERÍODOS DE
APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO NA
CULTURA DO CRAMBE**

RESUMO: O trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da adubação nitrogenada, ajustada de acordo com os diferentes períodos de aplicação na cultura do crambe, cultivada em Latossolo Vermelho Distroférico de Toledo, Paraná. A pesquisa foi conduzida na área experimental da Escola de Ciências da Vida da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, campus Toledo. O delineamento experimental adotado foi de blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo que os tratamentos foram divididos ao período de aplicação das doses de nitrogênio (N em kg ha⁻¹) na semeadura e aos 15, 30 e 45 dias após a emergência (DAE) das plantas (T1 = testemunha; T2 = 30 + 90 + 0 + 0; T3 = 30 + 0 + 90 + 0; T4 = 30 + 0 + 0 + 90; T5 = 30 + 45 + 45 + 0; T6 = 30 + 0 + 45 + 45 e T7 = 30 + 30 + 30 + 30). A cultivar de crambe utilizada foi a 'FMS Brilhante', na qual foram determinados os componentes biométricos (altura de planta, número de racemos por planta e comprimento médio dos racemos por planta) e de rendimento (número de frutos por planta e produtividade). Os resultados obtidos sugerem que a aplicação do fertilizante nitrogenado aos 15 e 30 DAE foi o período que apresentou os melhores resultados para os componentes biométricos (altura de planta, número de racemos por planta, comprimento médio dos racemos por planta) e de rendimento (número de frutos por planta e produtividade).

PALAVRAS-CHAVE: *Crambe abyssinica* Hochst, sulfato de amônio, componentes biométricos e de rendimento.

DIFERENTES PERÍODOS DE APLICAÇÃO DE
NITROGÊNIO NA CULTURA DO CRAMBE

SUMMARY: The study objective to evaluate the effect of nitrogen fertilization, adjusted according to the different periods of application in crambe crop, grown in

Data de submissão: 28/07/2016

Data de aceite: 26/09/2016

¹ Professor Doutor, Departamento de Agronomia, Campus de Toledo, Pontifícia Universidade Católica – PUC, Toledo, Paraná, (45) 3277-8600, CEP: 85902-516, email: alfredo_richart@yahoo.com.br

Reddish Distroferric Latossoil of Toledo, Paraná. The research was conducted in the experimental area of the School of Life Sciences of the Catholic University of Paraná, Toledo campus. The experimental design was a randomized block design with four replications, and the treatments were divided as application of nitrogen ($N \text{ kg ha}^{-1}$) at sowing and at 15, 30 and 45 days after emergence (DAE) of the plants (T1 = 0, T2 = 30 + 90 + 0 + 0, T3 = 30 + 0 + 90 + 0, T4 = 30 + 0 + 0 + 90; T5 = 30 + 45 + 45 + 0, T6 = 30 + 0 + 45 + 45 and T7 = 30 + 30 + 30 + 30). The cultivar of crambe used was 'FMS Brilliant', were determined in the biometric components (plant height, number of racemes per plant and average length of racemes per plant) and yield (number of fruits per plant and productivity). The results suggest that the application of nitrogen fertilizer at 15 and 30 DAE was the period that showed the best results for biometric components (plant height, number of racemes per plant, average length of racemes per plant) and yield (number of fruits per plant and productivity).

KEYWORDS: *Crambe abyssinica* Hochst, ammonium sulfate, biometric and production components.

INTRODUÇÃO

No Brasil, a pesquisa sobre a cultura do crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) teve início em meados dos anos 90, mais precisamente em 1995, no município de Maracaju, Mato Grosso do Sul. Inicialmente, foi avaliado o comportamento das plantas de crambe como forrageira para ser utilizada na rotação de culturas e cobertura do solo para o Sistema Plantio Direto (PITOL et al., 2010).

Como o crambe é uma espécie de inverno, sua indicação de semeada no Brasil seria após a colheita da soja, de março a maio, pois ela se adaptou muito bem ao clima da região Centro-Oeste em virtude de sua rusticidade, precocidade, tolerância ao déficit hídrico e, a sua principal particularidade, apresentar ciclo de produção reduzido, aproximadamente de 90 a 100 dias. Em virtude destas características, à área cultivada com crambe tem aumentado, principalmente no período de outono/inverno, pois apresenta-se como uma excelente alternativa para a rotação de culturas, não competindo com as culturas principais e as destinadas a produção de alimentos (PITOL, 2008; ROSCOE & DELMONTES, 2008).

No entanto, no Paraná, esta cultura é pouco conhecida pelos agricultores, com especial atenção para o município de Toledo, região oeste do Estado, o qual, caracteriza-se por ser um polo de produção de soja, milho, frango, suínos e leite. Apesar deste impressionante nível de produção, há preocupações sobre a sustentabilidade dos sistemas de cultivo nesta região, pois os mesmos estão baseados principalmente

na sucessão soja (primavera/verão) e milho safrinha (outono/inverno). Nos últimos 10 anos, este monocultivo associado a fenômenos climáticos (estiagem e geadas) tem causado perdas de produção e endividamento dos agricultores.

Uma alternativa interessante para os produtores rurais desta região, seria a introdução do crambe no sistema de rotação de culturas em substituição parcial do milho safrinha, o qual, poderia trazer inúmeros benefícios ao agricultor, tais como: baixo custo de produção, pois o seu cultivo pode ser totalmente mecanizado, com equipamentos utilizados em outros cultivos, como na soja, utilizando as mesmas estruturas (semeadoras, colhedoras, armazéns), tolerância ao frio, produtividade de grãos entre 1.000 a 1.500 kg ha⁻¹, teor de óleo nos grãos entre 26 e 38%, tornando-se uma excelente fonte de matéria-prima para produção industrial de biocombustíveis (PITOL, 2008; TOEBE et al., 2010).

Um dos principais aspectos que devem ser estabelecidas na produção de crambe é a demanda nutricional, porque não há nenhuma recomendação de adubação específica para esta cultura. Assim, as investigações são necessárias para avaliar as doses corretas de nutrientes necessários para o metabolismo do crambe, a fim de evitar situações de deficiência e, conseqüentemente, diminuir impactos sobre a produtividade e sobre o ambiente (BRITO et al., 2013).

O nitrogênio (N) é um dos nutrientes mais importantes no desenvolvimento da cultura. Isso se justifica devido à sua exigência no metabolismo vegetal e por representar custos elevados no processo produtivo (ABROL et al., 2007). As informações sobre o comportamento metabólico das plantas de crambe sob variação do suprimento de N é necessário para otimizar a produção. Esta informação é uma base para a produção comercial, independente do destino final (BRITO et al., 2013).

O crambe é uma planta que absorve grandes quantidades de N, pois, apresenta elevado teor de proteína nos grãos (38 – 41%), ocorrendo melhor desenvolvimento da cultura em solos de boa fertilidade, ausência ou baixo teores de alumínio (Al³⁺) e pH acima de 5,0 (PITOL, 2010). Portanto, a adubação desempenha importante papel na obtenção de elevadas produtividades, por isto, a definição de doses adequadas de N reflete na conservação dos componentes minerais primários utilizados para este propósito.

Quanto a época de aplicação de N na cultura do crambe, em sua grande maioria, parte do N é adicionado no momento da semeadura e o restante da dose, deve ser aplicado em cobertura. Broch & Roscoe (2010) constataram que à aplicação de N em cobertura na cultura do

crambe, proporcionou aumentos da ordem de 28% na produtividade. Todavia, à aplicação antecipada do fertilizante nitrogenado pode favorecer as perdas do N por lixiviação, devido ao menor desenvolvimento radicular e a sua baixa capacidade de absorção do N nas fases iniciais da cultura (SANGOI et al., 1999). Desse modo, o ajuste das doses de N e a época correta de aplicação, podem propiciar boa nutrição da planta, desde que seja realizada até o início do florescimento (CARVALHO et al., 2001). Neste caso, Freitas et al. (2010) relatam que a principal dificuldade para a recomendação de adubação nitrogenada para o crambe se deve a falta de conhecimento dessa cultura.

Neste sentido, conduziu-se esta pesquisa com objetivo de avaliar o efeito da adubação nitrogenada, ajustada de acordo com os diferentes períodos de aplicação na cultura do crambe, cultivada em Latossolo Vermelho Distroférico de Toledo, região oeste do Paraná.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na unidade experimental do curso de Agronomia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, campus Toledo, região Oeste do Paraná, localizada a 24° 43' 11" S e 53° 46' 43" O, com altitude de aproximadamente 570 m. Com base na classificação climática de Köppen, o clima da região é do tipo subtropical úmido mesotérmico, com verões quentes, sem estações secas e com poucas geadas. A média de temperatura do mês mais quente é superior a 22°C e a do mês mais frio é inferior a 18°C (CAVIGLIONE et al., 2000). Durante o período de condução do experimento, foram coletados os dados climáticos de soma térmica e precipitação pluviométrica ocorridas no período, conforme apresentado na Tabela 1.

O solo da unidade experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférico típico, textura muito argilosa e relevo suave ondulado (EMBRAPA, 2006). Previamente a implantação do experimento, foi realizada a coleta de amostras de solo na camada de 0 – 20 cm para avaliação da fertilidade, apresentando pH = 4,80; carbono orgânico = 19,09 g dm⁻³; P = 11,90 mg dm⁻³; S = 2,58 mg dm⁻³; Ca, Mg, K, Al³⁺ e H + Al, respectivamente, 6,66; 2,06; 0,54; 0,08 e 5,76 cmol_c dm⁻³. Para as características físicas, o solo apresentou 675, 200 e 125 g kg⁻¹ de argila, silte e areia, respectivamente.

O delineamento experimental adotado foi de blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo que os tratamentos foram divididos quanto ao parcelamento da dose de 120 kg ha⁻¹ de N, aplicando-se parte na

semeadura e o restante em cobertura (15, 30 e 45 dias após a emergência das plantas, DAE), conforme segue descrição dos tratamentos: T1 = testemunha; T2 = 30 + 90 + 0 + 0; T3 = 30 + 0 + 90 + 0; T4 = 30 + 0 + 0 + 90; T5 = 30 + 45 + 45 + 0; T6 = 30 + 0 + 45 + 45 e T7 = 30 + 30 + 30 + 30. Como fonte de N foi utilizado o sulfato de amônio (21% de N), o qual foi aplicado conforme descrição dos tratamentos.

Tabela 1 Dados climatológicos (soma térmica acumulada e pluviosidade) coletados durante os períodos de cultivo do crambe (abril a agosto de 2013) na estação meteorológica do curso de Agronomia, campus Toledo – PR.

Datas	Soma térmica acumulada em cada época	Pluviosidade total
	°C dia	mm
25/04 - 04/05	202,5	37,0
05/05 - 14/05	149,0	106,4
15/05 - 24/05	165,6	178,0
25/05 - 04/06	167,4	92,8
05/06 - 14/06	165,0	17,0
15/06 - 24/06	129,1	254,0
25/06 - 04/07	151,4	64,0
05/07 - 14/07	174,9	1,6
15/07 - 24/07	106,0	24,4
25/07 - 04/08	175,3	4,0
TOTAL	1.586,2	783

A semeadura foi realizada na última semana de abril de 2013, utilizando-se a cultivar de crambe ‘FMS Brilhante’, com densidade de 100 plantas m², no espaçamento de entre linhas de 0,17m, dentro de parcelas de 24 m² (4 x 6 m). No momento da semeadura, realizou-se adubação de base com 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de superfosfato simples (18% de P₂O₅) e 100 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de cloreto de potássio (60% de K₂O).

Quanto aos tratamentos culturais, após a semeadura, realizou-se irrigação das parcelas para uniformizar a emergência, não sendo necessário após este período. Realizou-se o controle de plantas daninhas por meio de capina manual e o controle de pragas e doenças não foi necessário.

No momento da colheita das plantas, foram selecionadas 10 plantas aleatoriamente para mensurar os caracteres morfológicos: altura de planta em cm (AP), a qual foi obtida em cada parcela, com o auxílio de uma régua, foram selecionadas ao acaso, medindo do nível do solo até o último nó vegetativo; o número de racemos por planta (NRP) foi obtido por meio da coleta e contagem do número de racemos na área útil da parcela tendo enchido completamente o fruto e,

comprimento médio dos racemos por planta (CMRP), em cm, foi obtido pela medição do comprimento longitudinal dos racemos por planta de cada tratamento. Também foram avaliados os componentes de rendimento: número de frutos por planta (NFP), o qual foi obtido entre a estimativa média do NRP e o número de grãos por racemos. A produtividade de grãos foi obtida colhendo-se a área útil da parcela (7,48 m²). Estas plantas foram debulhadas e posteriormente, por extrapolação foi obtida a produtividade em kg ha⁻¹.

Os dados obtidos foram tabulados e submetidos a análise de variância e quando significativos, foram comparados entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o software SISVAR (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O manejo de adubação nitrogenada na cultura do crambe revelou diferenças significativas ($p < 0,05$) para as características morfológicas altura de planta (AP), comprimento médio de racemo por planta (CMRP), número de racemos por planta (NRP), bem como, para os componentes de rendimento número de fruto por planta (NFP) e produtividade (Tabela 2 e 3).

Tabela 2 Resumo da análise de variância para altura de planta (AP), número de racemos por planta (NRP), comprimento médio de racemo por planta (CMRP), número de fruto por planta (NFP) e produtividade em função do manejo de aplicação de N na cultura do crambe cultivado no município de Toledo, região oeste do estado do Paraná

Fontes de variação	G.L.	Quadrado médio				
		AP	NRP	CMRP	NFP	Produtividade
Bloco	3	116,32 ^{NS}	0,15 ^{NS}	16,38 ^{NS}	17.307,2 ^{NS}	1345,40 ^{NS}
Tratamentos	6	1068,17 ^{**}	48,70 ^{**}	85,78 [*]	146.179,5 ^{**}	6596,29 [*]
Erro	18	63,51	3,61	28,15	12.724,8	680,34
C.V. (%)		8,26	12,40	13,72	17,47	10,21
Média		96,5	15,3	38,7	645,8	255,5

NS, *, ** Respectivamente, não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F.

Para AP, observa-se que os maiores valores foram obtidos com os tratamentos 5, 2, 7 e 3, respectivamente, 114,7 cm, 111,4 cm, 108,5 cm e 96,2 cm (Tabela 3). Comparando-se à AP máxima obtida neste estudo com os resultados obtidos por Toebe et al. (2010), encontraram

variações de 72,2 – 90 cm, com a dose de 120 kg ha⁻¹. Observa-se que com a mesma dose de N utilizada em ambos os estudos, a planta de crambe apresentou maior crescimento nas condições edafoclimáticas de Toledo, região oeste do estado do Paraná.

O melhor desenvolvimento da planta de crambe foi obtido quando realizou-se o parcelamento das doses de N, correspondendo a aplicação de 30 kg ha⁻¹ de N na semeadura e 90 kg ha⁻¹ de N em cobertura, parcelado aos 15, 30 e 45 DAE. Estes resultados evidenciam a maior demanda do crambe pelo N no início do desenvolvimento vegetativo. Resultados obtidos por Soares Sobrinho (1999) apontam que o fornecimento de N em cobertura, depois da fase de florescimento, não interfere na estatura das plantas. Estes resultados sugerem que o N deve ser aplicado entre 15 e 30 DAE, favorecendo desta maneira o crescimento vegetativo da planta. Outro fator que pode ter contribuído foi à aplicação do N ter sido realizada na fase de desenvolvimento e estabelecimento do sistema radicular, com favorecimento das condições climáticas, impulsionando um arranque inicial vigoroso, pois o N possui papel fundamental no metabolismo vegetal por participar diretamente na biossíntese de proteínas, sendo responsável pelo alongamento celular (ANDRADE et al., 2003). Além disso, o N incrementa a taxa de conversão de carboidratos em proteínas, incrementando o tamanho da célula, favorecendo o crescimento da cultura, mesmo o crambe apresentando menor exigência comparada com outras culturas na fase inicial de desenvolvimento (YASARI et al., 2008).

Tabela 3 Resultados médios para altura de planta (AP), comprimento médio de racemo por planta (CMRP), número de racemos por planta (NRP) em função do manejo de aplicação de N na cultura do crambe cultivado no município de Toledo, região oeste do estado do Paraná

Tratamentos	Aplicação do N				Características morfológicas da planta de crambe		
	Base	Cobertura (DAE)			AP	CMRP	NRP
		15	30	45			
	— kg ha ⁻¹ de N —				— cm —		
T1	0	0	0	0	69,6 d (±18,59)	30,4 b (±6,81)	10,9 c (±2,23)
T2	30	90	0	0	111,4 a (±2,66)	36,8 ab (±3,64)	18,2 ab (±1,03)
T3	30	0	90	0	96,2 abc (±4,35)	39,2 ab (±6,01)	14,8 bc (±2,99)
T4	30	0	0	90	84,3 cd (±8,51)	41,8 ab (±7,75)	11,7 c (±1,70)
T5	30	45	45	0	114,7 a (±2,39)	37,4 ab (±3,12)	19,7 a (±1,16)
T6	30	0	45	45	90,8 bc (±5,26)	40,0 ab (±3,25)	13,7 c (±0,96)
T7	30	30	30	30	108,5 ab (±4,49)	45,2 a (±3,05)	18,4 ab (±1,30)

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

* Desvio padrão.

Quanto a testemunha (T1), observa-se que este foi o que proporcionou o menor crescimento das plantas de crambe (69,6 cm). Possivelmente, isto ocorreu por não ter sido efetuado a aplicação de sulfato de amônia na base e em cobertura, justificando assim, menor AP. Além disso, a carência de N foi responsável pelo menor crescimento vegetativo da planta de crambe, pela degradação da molécula de clorofila, interferindo diretamente na fotossíntese e síntese protéica (SILVA et al., 2012).

Com relação ao CMRP, observa-se que os melhores resultados foram obtidos com o tratamento 7, o qual foi de 45,2 cm (Tabela 3). Observa-se que quando foi adicionado 30 kg ha⁻¹ de N na base e a mesma quantidade parcelada aos 15, 30 e 45 DAE, ocorreu maior crescimento dos racemos da planta crambe. O comportamento do crescimento vegetativo revela a importância do parcelamento, pois está positivamente correlacionado ao manejo adequado do N (DIEPENBROCK, 2000). Todavia, altas doses de N aplicadas em dose única podem estar sujeitas a maiores perdas por volatilização (dependendo da fonte empregada na adubação) e lixiviação, desfavorecendo a absorção desse nutriente pela planta (RATHKE et al., 2006).

Constata-se que o menor CMRP foi verificado na testemunha (T1), possivelmente, isto ocorreu pela falta de aplicação de N na base e em cobertura na fase do desenvolvimento vegetativo, justificando assim, menores CMRP. Resultados semelhantes foram verificados por Rodrigues et al. (2011), relataram que a falta do suprimento com macronutrientes primários em plantas de crambe, observando baixo desenvolvimento de racemos em função da falta de adubação principalmente com N, podendo assim ocorrer em diferentes tipos de solos.

Para o NRP, observa-se que os tratamentos 5, 7 e 2 apresentaram maior quantidade, sendo de 19,7, 18,4 e 18,2 racemos, respectivamente. Já os tratamentos 6, 4, e 1 obtiveram menores quantidades de racemos por planta, devido a baixa dose de sulfato de amônio aplicado no período de formação de racemos e pelo déficit hídrico nesse período de 30 DAE. Resultados obtidos por Haag et al. (1983) sugerem que o NRP é um bom referencial para sinalizar deficiência de N. Além disso, Grant & Bailey (1990) verificaram resultados semelhantes onde a deficiência do N interferiu negativamente no crescimento e no NRP. Isto ocorre, pois, o N estimula o maior crescimento vegetativo das plantas de crambe (DIEPENBROCK, 2000).

Com relação aos componentes de rendimento do crambe, para o

NFP, os tratamentos 3, 5 e 6 foram os que proporcionaram os melhores resultados, devido ao maior NRP e uma dose balanceada no início de formação do grão (Tabela 4). No entanto, os piores resultados foram obtidos com os tratamentos 4, 2 e 1, por não ter realizado adubação nitrogenada no período dos 30 DAE (Tabela 4). Portanto, quando foi adicionado N aos 15 e 30 DAE (tratamento 5), ocorreu maior quantidade de grãos na planta crambe. Estudos desenvolvido por Cargnelutti Filho et al. (2010), buscando estabelecer uma relação entre os componentes morfológicos e a produtividade da planta de crambe, constataram que o NFP indicou relação linear positiva com a produtividade de grãos e pode ser utilizado para seleção indireta. No entanto, neste estudo, observa-se que não ocorreu essa proporcionalidade, uma vez que plantas com um número maior de frutos para os tratamentos 3, 5 e 6 (802,0; 905,3 e 817,3 NFP, respectivamente), não resultaram em uma maior resposta em produtividade (273,6; 228,5 e 291,3 kg ha⁻¹, respectivamente), como consta na Tabela 4. No entanto, o tratamento 2 indicou menor NFP (410,5) porém atingiu uma boa resposta em produtividade (248,7 kg ha⁻¹) quando comparado como o tratamento 5.

Com relação a produtividade, observa-se que os tratamentos 4 e 6 proporcionaram as maiores respostas, respectivamente, 293 kg ha⁻¹ e 291,3 kg ha⁻¹, enquanto que nos tratamentos 1 e 5, foram constatadas as menores respostas em produtividade, sendo de 179,5 e 228,5 kg ha⁻¹, respectivamente. Observa-se que mesmo nos tratamentos com maior produtividade estes resultados estão aquém do potencial da cultura o qual é de 1.000 a 1.500 kg ha⁻¹ (PITOL, 2008).

Tabela 4 Resultado médio para e número de fruto por planta (NFP) e produtividade em função do manejo de aplicação de N na cultura do crambe cultivado no município de Toledo, região oeste do estado do Paraná

Tratamentos	Aplicação do N				Características morfológicas da planta de crambe		
	Base	Cobertura (DAE)			AP	CMRP	NRP
		15	30	45			
	— kg ha ⁻¹ de N —				— cm —		
T1	0	0	0	0	69,6 d (±18,59)	30,4 b (±6,81)	10,9 c (±2,23)
T2	30	90	0	0	111,4 a (±2,66)	36,8 ab (±3,64)	18,2 ab (±1,03)
T3	30	0	90	0	96,2 abc (±4,35)	39,2 ab (±6,01)	14,8 bc (±2,99)
T4	30	0	0	90	84,3 cd (±8,51)	41,8 ab (±7,75)	11,7 c (±1,70)
T5	30	45	45	0	114,7 a (±2,39)	37,4 ab (±3,12)	19,7 a (±1,16)
T6	30	0	45	45	90,8 bc (±5,26)	40,0 ab (±3,25)	13,7 c (±0,96)
T7	30	30	30	30	108,5 ab (±4,49)	45,2 a (±3,05)	18,4 ab (±1,30)

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

* Desvio padrão.

Observa-se que a aplicação de N no período de 15 e 30 DAE não influenciou diretamente na produtividade, pois a planta crambe não absorveu N na fase enchimento de grãos. Narits (2010) observou que a maior produtividade foi de 315 kg ha⁻¹ obtidas com a mesma quantidade de N fornecida nesse trabalho, ou seja, 120 kg ha⁻¹, porém, o N foi dividido em três parcelas, 40 kg ha⁻¹ na semeadura, 40 kg ha⁻¹ no início do florescimento e 40 kg ha⁻¹ na fase de enchimento de grãos, indicando que a qualidade conferida pelo parcelamento do N tem maior impacto sobre a produtividade quando comparado a aplicação em dose única. Jasper (2009) encontrou média de 1.507 kg ha⁻¹ de crambe produzidos em Sistema de Plantio Direto, porém foi realizado em condições edafoclimáticas de Rondonópolis, MT, e solos com alta fertilidade. Freitas et al. (2010) obteve média de apenas 601 kg ha⁻¹ na ausência de doses de P₂O₅ e K₂O, e 679 kg ha⁻¹ na ausência de doses de N, também realizada em Rondonópolis, MT. Esses resultados sugerem a grande importância do N na adubação de base e adubação em cobertura de N sobre o incremento na produtividade do crambe.

Percebe-se que no tratamento 4, teve-se maior resposta em produtividade, pois no período de enchimento de grãos foram aplicados 90 kg ha⁻¹ de N, obtendo-se maior peso de grãos, e pelo fato do crambe ter maior absorção de N na fase de desenvolvimento reprodutivo de seu ciclo. Portanto, a mobilidade do N dentro da planta de crambe permite que tenha uma variabilidade na sua concentração nos diferentes estádios fenológicos, com evidenciado por Rossato et al. (2001), verificaram que durante o estágio de enchimento de grãos, grande parte do N é translocado para os grãos, constituindo 55% do total de N dos mesmos, possibilitando maior peso e, conseqüentemente maior produtividade. Portanto, os resultados obtidos neste estudo sobre o manejo de adubação nitrogenada na cultura do crambe poderão auxiliar pesquisadores, profissionais e produtores rurais na definição do período adequado para aplicação do N, proporcionando maiores produtividades e melhor eficiência de uso deste nutriente pela planta de crambe.

CONCLUSÕES

O período de aplicação N aos 15 e 30 DAE, influenciou positivamente AP, CMRP, NRP, NFP das plantas de crambe, porém não promoveu acréscimos em produtividade.

O maior acréscimo em produtividade ocorreu quando realizou-se à aplicação de todo o N em cobertura aos 45 DAE.

REFERÊNCIAS

- ABROL, Y.P.; RAGHURAM, N.; SACHDEV, M.S. **Agricultural nitrogen use & its environmental implications**. New Delhi: I.K International publishing house Pvt. Ltd, 2007.
- ANDRADE, A. C.; FONSECA, D. M.; QUEIROZ, D. S.; SALGADO, L. T.; CECON, P. R. Adubação nitrogenada e potássica em capim-elefante (*Pennisetum purpureum* schum. cv. napier). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, p. 1643-1651, dez. 2003.
- BRITO, D.M.C.; SANTOS, C.D.; GONÇALVES, F.V.; CASTRO, R.N.; SOUZA, S.R. Effects of nitrate supply on plant growth, nitrogen, phosphorus and potassium accumulation, and nitrate reductase activity in crambe. **Journal of Plant Nutrition**, v. 36, n.2, p.275-283, 2013.
- BROCH, D. L.; ROSCOE, R. Fertilidade do solo, adubação e nutrição do crambe. In: FUNDAÇÃO MS. **Tecnologia e produção: crambe 2010**. Maracaju: FUNDAÇÃO MS, v. 1, p. 22-36, 2010.
- CARGNELUTTI FILHO, A. et al. Tamanho de amostra e relações lineares de caracteres morfológicos e produtivos de crambe. **Ciência Rural**, v.40, p.2262-2267, 2010.
- CARVALHO, M.A.C.; ARF, O.; SÁ, M.E.; BUZETTI, S.; SANTOS, N.C.B.; BASSAN, D.A. Produtividade e qualidade de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) sob influência de parcelamentos e fontes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, p.617-624, 2001.
- CAVIGLIONE, J. H.; KIIHL, L. R. B.; CARAMORI, P. H.; OLIVEIRA, D. de. **Cartas climáticas do Paraná**: edição ano 2000: versão 1.0. Londrina: IAPAR, [2000]. 1 CD-ROM
- DIEPENBROCK, W. **Yield analysis of winter oil seed rape (*Brassica napus* L.): a review**. Institute of Agronomy and crop Science, Martin-Luther University Halle, Germany, 2000.
- EMBRAPA, **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2006.
- FREITAS, E. M; SOUZA, F. C. L; CONUS, A. L; TORRES, D. L; PEDROTTI, C. M; TANAKA, SUEKO. K; MAKINO, A. P. **Teores foliares de N, P e K do crambe em função da adubação fosfatada e potássica em semeadura e nitrogênio em cobertura**. FERTBIO- XXIX Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas. Guarapari – ES, Brasil, 2010.
- GRANT, C.A.; BAILEY, L.D. **Fertility management in canola**

production. In: International Canola Conference. Atlanta: Potash & Phosphate Institute, p.1-303, 1990.

HAAG, H.P; CASARINI, M.A.G.S.; DECHEN, A.R. Nutrição mineral da colza (*Brassica napus* L) I. Carências nutricionais. **Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**, Piracicaba, v. 40, p. 87-94, 1983.

JASPER, S. P. **Cultura do crambe (*Crambe abyssinica* Hochst): Avaliação energética, de custo de produção e produtividade em sistema de plantio direto.** 103 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.

NARITS, L. Effect of nitrogen rate and application time to yield and quality of winter oil seed rape (*Brassica napus* L. var. oleifera subvar. biennis). **Agronomy Research**, v.8, p.671-686, 2010.

PITOL, C. **Tecnologia e Produção: Milho Safrinha e Culturas de Inverno.** Fundação MS, Maracajú, MS, p.85, 2008.

PITOL, C.; BROCH, D. L.; ROSCOE, R. **Tecnologia e produção: crambe 2010.** Maracaju: Fundação MS, 2010.

RATHKE, G.W.; BEHRENS, T.; DIEPENBROCK, W. Integrated Nitrogen Management Strategies to Improve Seed yield, Oil content and nitrogen efficiency of winter oil seed rape (*brassic napus* L.): A review. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Halle, Germany, 2006.

RODRIGUES, F. A.; OLIVEIRA, L. A.; KORNDÖRFER, A. P. et al. Silício: um elemento benéfico e importante para as plantas. **Informações Agrônômicas**, Piracicaba, n. 134, p. 14-20, 2011.

ROSCOE, R.; DELMONTES, A.M.A. **Crambe é nova opção para biodiesel.** Agrarianual 2009. São Paulo: Instituto FNP, 2008. p. 40-41.

ROSSATO, Nitrogen storage na remobilization in *Brassica napus* L. During de Growthcycle: Nitrogen fluxes with in the plant and changes and soluble proteins patterns. **Journal fo Experimental Botany**, vol. 52, n.361, p.1655-1663, Université de Caen, France, 2001.

SANGOI, L.; ENDER, M.; ALMEIDA, M. L. de; et al. Manejo da adubação nitrogenada para milho em diferentes sistemas de preparo de solo. In: REUNIÃO TÉCNICA CATARINENSE DE MILHO E FEIJÃO, 2, 1999, Lages. **Resumos...** Lages: UDESC/EPAGRI, 1999. p.208-12.

SILVA, T.R.B.; REIS, A.C.S.; MACIEL, C.D.G. Relationship between chlorophyll meter reading sand total N in crambe leaves as affected by nitrogen top dressing. **Industrial Crops and Products**, v. 39, p. 135-138, 2012.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez., 2011.

SOARES SOBRINHO, J. **Efeito de doses de nitrogênio e de lâminas de água sobre as características agrônômicas e industriais em duas cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.)**. 102f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1999.

TOEBE, M.; BRUM, B.; LOPES, S. J.; CARGNELUTTI FILHO, A.; SILVEIRA, T. R. DA. Estimativa da área foliar de Crambe abyssinica por discos foliares e por fotos digitais. **Ciência Rural**, Santa Maria v. 40, n. 2, p. 475-478, fev, 2010.

YASARI, E.; AZADGOLEH, A.M.E.; PIRDASHTI, H.; MOZAFARI, S. Azotobacter and Azospirillum inoculants as biofertilizers in canola (*Brassica napus* L.) cultivation. **Asian Journal of Plant Science**, v.7, n. 5, p.490-494, 2008.