

Épocas de aplicação de nitrogênio para híbridos de mamona no sistema plantio direto em safrinha

Times of nitrogen fertilization for castor bean hybrids under no-till system in off-season

Edemar Moro^{1*}; Carlos Alexandre Costa Crusciol²; Larissa Lozano Teixeira de Carvalho³

Resumo

A cultura da mamoneira apresenta alta demanda por nitrogênio, além disso, eficiência da adubação nitrogenada, na maioria das vezes, é baixa, portanto é imprescindível que este nutriente seja fornecido na época adequada. O objetivo deste trabalho foi estudar a época de aplicação de nitrogênio para híbridos de mamona de porte baixo, cultivados em safrinha no sistema plantio direto. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Lageado da FCA/UNESP - Botucatu-SP, em dois cultivos de safrinha (2006 e 2007). O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema parcela subdividida, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por dois híbridos de mamona (híbrido Lyra/Savana em 2006 e Lyra/Sara em 2007) e as subparcelas, por seis formas de parcelamento da adubação nitrogenada (0-0, 0-100, 100-0, 30-70, 70-30, 50-50 kg ha⁻¹ de N) aplicados em duas épocas (20 DAE e aos 40 DAE). A fonte de nitrogênio utilizada foi o nitrato de amônio. As determinações realizadas foram: produção de matéria seca da parte aérea, teor de nitrato e amônio foliar, diagnose foliar, componentes da produção e fator de utilização do nitrogênio. A adubação nitrogenada proporcionou maiores acréscimos de produtividade ao híbrido Lyra. Na safrinha 2006 o maior fator de utilização do nitrogênio para o híbrido Lyra foi obtido com a forma de parcelamento 70-30 e na safrinha 2007 com 50-50.

Palavras-chave: *Ricinus comunis* L. Adubação nitrogenada e componentes da produção.

Abstract

The castor bean cultivation has a high demand for nitrogen, in addition, the efficiency of nitrogen fertilization in most cases is low, so that this essential nutrient is provided at the appropriate time. The objective was to study the time nitrogen application in castor bean hybrids under no-till system in off-season. The experiment was carried out in an experimental area located in Botucatu, São Paulo State, Brazil, for two growing off-seasons (2006 and 2007). The experimental design was a randomized block in split plot design, with four replications. The plots were constituted by two castor bean hybrids (Lyra/Savana in 2006 and Lyra/Sara in 2007). Six combination of times out rates (0-0, 0-100, 100-0, 30-70, 70-30, 50-50 kg ha⁻¹ of N) side dressing nitrogen fertilization constituted the subplots. The N source used was ammonium nitrate, applied 20 days after emergence and 40 days after emergence. Measurements were carried out: dry matter production of shoots, nitrate and ammonium leaf, leaf analysis, yield components and nitrogen factor utilization. The highest grain yield was obtained to the hybrid Lyra with nitrogen fertilization. In 2006 the highest nitrogen utilization factor to the hybrid Lyra was obtained with the form 70-30 and in the 2007 with 50-50.

Key words: *Ricinus comunis* L. Nitrogen fertilization and yield components.

¹ Prof. da Universidade do Oeste Paulista, UNOESTE, Ciências Agrárias. Rodovia Raposo Tavares, Km 572, CEP 19067-175, Presidente Prudente-SP. E-mail: edemar@unoeste.br

² Prof. Titular do Departamento de Produção Vegetal, DPV, Faculdade de Ciências Agronômicas, FCA. Universidade Estadual Paulista, UNESP. Fazenda Experimental Lageado, Caixa Postal 237, CEP 18603-970, Botucatu-SP. Bolsista CNPq. E-mail: crusciol@fca.unesp.br

³ Eng^a Agr^a, Faculdade de Ciências Agronômicas, FCA, Universidade Estadual Paulista, UNESP. E-mail: larissalozano7@hotmail.com

* Autor para correspondência

Introdução

A mamoneira é uma cultura de fácil manejo e alto rendimento energético (BELTRÃO et al., 2006), apresenta em média 48% de óleo nos grãos (MELHORANÇA; STAUT, 2005). O Brasil alcançou destaque como produtor de mamona em 1940, representando 60% da produção mundial. O clima tropical predominante no Brasil facilitou a disseminação da cultura (BELTRÃO et al., 2006). Posteriormente, a cultura foi esquecida, principalmente pelos órgãos de pesquisas.

No final da década de noventa, o aumento da demanda de grãos de mamona possibilitou o cultivo em grandes áreas nas regiões de Minas Gerais e Mato Grosso. A cultura também ganhou espaço nos estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul e Goiás (BELTRÃO, 2003).

Para viabilizar essa nova modalidade de cultivo foram desenvolvidos híbridos de porte baixo, com amadurecimento uniforme dos frutos e adequados para colheita mecanizada, facilitando a adoção da cultura, principalmente, por produtores de médio e grande porte (AZEVEDO et al., 2001). Como é recente o cultivo da mamona em grandes áreas, tem-se uma carência muito grande de práticas de cultivo, principalmente com referência a adubação nitrogenada para híbridos de mamona em cultivo de safrinha. A produção nacional ainda é muito baixa. De acordo com estimativas da Conab (2011) a área cultivada com mamona na safra 2010/2011 foi de 194.500 ha e a produtividade 160.200 toneladas (823 kg ha).

A cultura da mamona pode ser uma importante opção para cultivo em safrinha. Muitas regiões com zoneamento agrícola favorável cultivo de safrinha se tornou monocultura (milho). Nestas áreas a introdução da mamona nos programas de rotação de culturas pode resultar em aumento de fertilidade do solo. A mamona extrai 156 kg ha⁻¹ de nitrogênio e 172 kg ha⁻¹ de potássio (NAKAGAWA, 1971). Além dos benefícios ao solo, é possível retorno econômico, tendo em vista, a crescente demanda da

oleaginosa para produção de biodiesel.

A mamona tem elevada demanda por nitrogênio e, quando cultivada sob deficiência, observa-se redução no crescimento e conseqüentemente plantas de baixa estatura. A frutificação, quando ocorre, é fraca com poucos racemos e frutos com peso abaixo do esperado (SANTOS et al., 2004).

Segundo Fageria, Stone e Santos (1999) a eficiência de utilização das fontes de N mais empregadas no Brasil é ao redor de 50%, além disso, a eficiência da adubação nitrogenada, na maioria das vezes, é baixa (CRUSCIOL et al., 2007). Por estas razões, o manejo da adubação nitrogenada é tido como um dos mais difíceis (SANTOS et al., 2003). Na prática, é difícil determinar a quantidade de nitrogênio a ser aplicada (CAMPOS, 2004) e a época de aplicação, principalmente em cultivo de safrinha, condição em que o volume de chuvas é menor. No sistema plantio direto essa dificuldade é maior tendo em vista que a cultura antecessora pode imobilizar parte do nitrogênio do solo. Ressalta-se ainda que não existe método oficial para determinação da quantidade de nitrogênio no solo.

Em vista da alta demanda de nitrogênio pela mamoneira, é imprescindível que este nutriente seja fornecido na época adequada. Diante do exposto, o objetivo desse projeto foi estudar a influência de épocas de aplicação de N em híbridos de mamona de porte baixo no sistema plantio direto em cultivo de safrinha.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em dois cultivos de safrinha (2006 e 2007) na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônomicas - UNESP, localizada no município de Botucatu (SP), a 48° 23'W, 22° 51'S e 740 metros de altitude. Os dados diários de temperatura e precipitação durante os dois anos de condução do experimento podem ser visualizados na (Figura 1).

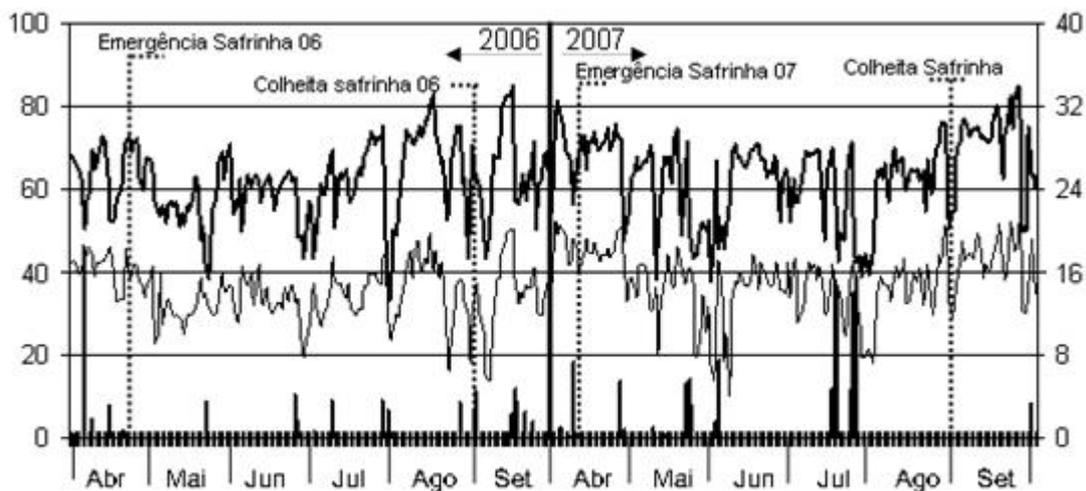


Figura 1. Precipitação (■), temperaturas máxima (—) e mínima (—), registradas durante a condução do experimento, em 2006 e 2007.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distroférrico (EMBRAPA, 1999). Na safrinha 2006 os atributos químicos da camada de 0–20 cm de profundidade, foram: pH (CaCl_2), 5,1; matéria orgânica (MO), 36 g dm^{-3} ; P (resina), 28 mg dm^{-3} ; H+Al, $51 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; K, Ca e Mg trocáveis, 1,3, 26 e $13 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, respectivamente; soma de bases (SB) = $41 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; capacidade de troca catiônica (CTC), $92 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; e saturação por bases (V), 45%. Na safrinha 2006 os atributos químicos foram: pH (CaCl_2), 5,0; matéria orgânica (MO), 36 g dm^{-3} ; P (resina), 27 mg dm^{-3} ; H+Al, $51 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; K, Ca e Mg trocáveis, 0,8, 28 e $14 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, respectivamente; soma de bases (SB) = $43 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; capacidade de troca catiônica (CTC), $95 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; e saturação por bases (V), 45%.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em esquema parcela subdividida, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por dois híbridos de mamona (híbridos Lyra e Savana em 2006 e Lyra e Sara em 2007) e as subparcelas, por seis formas de parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura, conforme Tabela 1.

A fonte de nitrogênio foi o nitrato de amônio (32% de N). As doses foram definidas com base nas informações de Nakagawa (1971) as quais relata que o nitrogênio é o nutriente mais exportado pela mamona

($37 \text{ kg de N por } 1000 \text{ kg de bagas}$). De acordo com a análise de solo foi determinada a utilização do adubo NPK com formulação 08-28-16 + 4,5% de S + 0,5% de Zn, totalizando 250 kg ha^{-1} do fertilizante na semeadura, seguindo as recomendações de Savy Filho et al. (1999).

O híbrido Lyra é precoce (ciclo 140), floração com 36 dias após a emergência, 60% de plantas femininas, rusticidade, altura média de 1,40 m, fruto indeiscente, boa debulha, produção média de 1.400 kg ha^{-1} . O híbrido Savana é semi-precoce, floração com 42 dias após a emergência, 75% de plantas femininas, rusticidade, altura média de 1,60 m, fruto indeiscente, boa debulha, maior número de ramificações laterais (maior número de racemos por planta), produção média de 1.600 kg ha^{-1} . O híbrido Sara apresenta alta porcentagem de flores femininas, precocidade, fruto indeiscente e porte baixo, e destaca-se em relação aos demais híbridos pela tolerância a mofo-cinza (*Botrytis ricini*).

As subparcelas tinham 5 m de largura com 5 metros de comprimento, perfazendo uma área total de 25 m^2 . Para o híbrido Lyra o espaçamento foi 0,45 m entre linhas e a densidade e $45.000 \text{ plantas ha}^{-1}$, cada unidade experimental continha 10 linhas de plantas. Para o híbrido Savana (safrinha 2006) e Sara (safrinha 2007) o espaçamento foi 0,9 m entre linhas

e a densidade e 25.000 plantas ha⁻¹, cada unidade experimental continha seis linhas de plantas. A área útil foi constituída pelas duas linhas centrais, desprezando-se 0,50 m em ambas as extremidades de cada linha.

A semeadura da safrinha 2006 foi realizada no dia 03/04/06 e da safrinha 2007 no dia 26/03/07. A

semeadura foi realizada sobre palhada de milho, com semeadora adubadora modelo Personalle Drill 13 Semeato para plantio direto. A emergência ocorreu em 23/04/06 e 10/04/2007 para safrinha 2006 e 2007, respectivamente.

Tabela 1. Manejo da adubação nitrogenada em cobertura em híbridos de mamona.

Tratamentos	Época de Aplicação de N*		Total
	1ª Época (20 DAE)	2ª Época (40 DAE)	
-----kg ha ⁻¹ -----			
1	0	100	100
2	100	0	100
3	30	70	100
4	70	30	100
5	50	50	100
6	0	0	0

* 20 DAE corresponde ao estágio em que os híbridos apresentavam 4 a 5 folhas e 40 DAE ao estágio de 9 a 10 folhas expandidas.

O nitrogênio foi aplicado manualmente sobre a palhada com o uso de copos dosadores previamente calibrados para cada dose. O adubo foi colocado ao lado das plantas, à aproximadamente 10 cm.

Por ocasião do florescimento (45 DAE) determinou-se a produção de massa seca da parte aérea das plantas, coletando-se 10 plantas por parcela. Também foram coletados 10 limbos da quarta folha totalmente aberta a partir do ápice para diagnose foliar e teores de N-NO₃⁻ e N-NH₄⁺. Os limbos foliares foram coletados em 10 plantas por parcela. O material vegetal foi seco em estufa com circulação forçada de ar a 60-70°C, até atingir massa constante.

O nitrogênio total foi extraído por digestão sulfúrica e determinado pelo método micro-Kjeldahl (NELSON; SOMMERS, 1972). O P, K, Ca, Mg e S foram extraídos por digestão nitroperclórica, sendo que o P e o S foram determinados por espectrofotométrica com o método azul de

molibdênio e turbidimetria, respectivamente (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997). Os demais nutrientes (K, Ca, Mg) foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica de acordo com as metodologias descritas por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997). O NH₄⁺ e NO₃⁻ foram extraídos com KCl e determinados pelo método micro-Kjeldahl (TEDESCO; VOLKWEISS; BOHNEN, 1985).

Os componentes da produção foram determinados na véspera da colheita da seguinte forma: a) população final de plantas - contagem das duas linhas centrais com comprimento de quatro metros em cada unidade experimental, sendo os resultados convertidos em plantas ha⁻¹; b) número de racemos/planta - média dos racemos de 10 plantas por parcela; c) número de frutos/racemo - média dos frutos de 10 racemos; d) número de grãos/fruto - média dos grãos determinados em 30 frutos; e) peso de 100 grãos - valor médio da pesagem de quatro amostras (100 grãos) por unidade

experimental, após correção da umidade para 8%.

A colheita da safrinha 2006 foi realizada no dia 01/09/06 aos 130 DAE e da safrinha 2007 no dia 30/08/07 aos 140 DAE. Foram colhidas em cada parcela, as plantas de duas linhas centrais. Os racemos foram trilhados e os grãos pesados para determinação da produtividade que foi calculada em kg ha⁻¹ com umidade corrigida para 8%.

Foi determinado o fator de utilização do N aplicado, mediante a relação; kg ha⁻¹ da produtividade incrementada em relação à testemunha/kg ha⁻¹ de N aplicado. Portanto, este fator foi apresentado quando houve incremento da produtividade em relação a testemunha e quando os tratamentos que proporcionaram incrementos diferiram entre si (SORATTO et al., 2005).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. As fontes de variação testadas foram

épocas de aplicação e híbridos e a interação época x híbridos. Os efeitos entre as épocas de aplicação, dentro de cada híbrido, foram analisados pelo teste t (LSD) a 5%.

Resultados e Discussão

Safrinha 2006

A produção de matéria seca do híbrido Lyra foi influenciada pelo manejo da adubação nitrogenada (Tabela 2). A forma de parcelamento que proporcionou o maior valor foi a 50-50 kg ha⁻¹ de N. As demais formas de parcelamento não diferiram da testemunha (Tabela 3). Para o híbrido Savana o manejo da adubação não influenciou os resultados. Com exceção das formas de parcelamento em que o foi fornecido em uma única época (0-100 e 100-0 kg ha⁻¹ de N) a produção de matéria seca foi maior para o híbrido Lyra.

Tabela 2. Análise da variância e coeficiente de variação para matéria seca, nitrato, amônio e diagnose foliar dos híbridos de mamona Lyra e Savana em função do manejo da adubação nitrogenada na safrinha 2006.

Variáveis	MS	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	NT	P	K	Ca	Mg	S
	g planta	g kg ⁻¹							
Híbridos	*	ns	ns	ns	ns	Ns	Ns	**	ns
Manejo N	ns	*	ns	ns	ns	Ns	Ns	ns	*
H x M	*	**	ns	ns	ns	Ns	Ns	*	*
CV 1	9,30	13,1	5,76	8,76	24,3	17,2	16,5	7,20	12,0
CV 2	9,64	11,0	4,72	5,09	9,72	11,4	13,6	7,13	8,19

*, **, ns = significativo a 5% e 1% de probabilidade e não significativo, respectivamente. CV 1-Parcela

Os teores de N-NO₃⁻ foram influenciados pelo manejo da adubação nitrogenada em ambos os híbridos (Tabela 3) entretanto, não se observou tendência regular de aumento nos teores a medida que a doses de N no parcelamento foram elevadas na primeira época de aplicação. Essa irregularidade pode ter ocorrido em função da baixa demanda de N, comprovada pelos dados de produção de

matéria seca. A falta de umidade também pode ter interferido no processo de nitrificação. De acordo com Novais e Smith (1999) a disponibilidade de água é a principal razão ao bloqueio dos fatores predisponentes à nitrificação (atividade microbiana), e conseqüentemente a predominância da forma amoniacal sobre a nítrica nos solos tropicais.

Para o híbrido Lyra o menor teor de nitrato ($0,44 \text{ g kg}^{-1}$) foi com o parcelamento 30-70 e o maior ($0,61 \text{ g kg}^{-1}$) com o parcelamento 0-100. Quanto ao híbrido Savana o maior teor ($0,62 \text{ g kg}^{-1}$) foi constatado na testemunha e diferiu de todas as formas de parcelamento. O teor de N-NO_3^- no híbrido Savana foi maior do que no Lyra apenas na testemunha, nas formas de parcelamento foi igual ou inferior.

Quanto aos teores de N-NH_4^+ , não foi observado efeito significativo da época de aplicação da adubação nitrogenada nem dos híbridos (Tabela 3). Os teores também não diferiram entre os híbridos. Os teores de amônio são menos influenciados em relação ao nitrato, principalmente em sistema plantio direto, no qual a nitrificação é favorecida (D'ANDRÉA et al., 2004).

Tabela 3. Produção de matéria seca, e teor de N-NO_3^- e NH_4^+ para os híbridos de mamona Lyra e Savana em função do manejo da adubação nitrogenada em cobertura na safrinha 2006.

Híbrido	Manejo da Adubação Nitrogenada*					
	----- kg ha ⁻¹ de N -----					
	0 - 0	30 - 70	50 - 50	70 - 30	0 - 100	100 - 0
	Matéria seca					
	----- g planta ⁻¹ -----					
Lyra	18,7 aB	18,6 aB	21,3 aA	17,6 aB	17,0 aB	17,1 aB
Savana	15,9 bA	16,0 bA	15,3 bA	14,8 bA	16,7 aA	15,6 aA
	Teor de N-NO_3^-					
	----- g kg ⁻¹ -----					
Lyra	0,48 bBC	0,44 aC	0,54 aAB	0,53 aAB	0,61 aA	0,49 aBC
Savana	0,62 aA	0,49 aB	0,44 bB	0,44 bB	0,43 bB	0,47 aB
	Teor de N-NH_4^+					
	----- g kg ⁻¹ -----					
Lyra	1,50 aA	1,61 aA	1,62 aA	1,37 aA	1,55 aA	1,60 aA
Savana	1,32 aA	1,40 aA	1,39 aA	1,43 aA	1,40 aA	1,34 aA

* kg ha⁻¹ de N aplicados aos 20 DAE e aos 40 DAE - Fonte Nitrato de amônio. Médias com a mesma letra, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem pelo teste de t – DMS (P=0,05).

Os teores de N-total, P e K não foram influenciados pelo parcelamento da adubação nitrogenada e também não houve diferença no teor destes nutrientes entre os híbridos (Tabelas 2 e 4). De acordo com Malavolta, Vitti e Oliveira (1997) os teores de N-total estiveram dentro da faixa adequada ($40\text{-}50 \text{ g kg}^{-1}$) e os teores de P e ao K abaixo da faixa adequada ($3\text{-}4 \text{ g kg}^{-1}$ e $30\text{-}40 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente).

Os teores de Ca e Mg não foram influenciados pelo parcelamento da adubação nitrogenada e também não diferiram entre os híbridos, com exceção da testemunha (Tabelas 2 e 4). De acordo com Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), os teores de Ca estavam dentro da faixa adequada ($15\text{-}25 \text{ g kg}^{-1}$), enquanto que os teores de Mg estavam acima ($2,5\text{-}3,5 \text{ g kg}^{-1}$), com exceção dos obtidos para a testemunha e 0-100.

Os teores de S foram influenciados pelo parcelamento da adubação nitrogenada (Tabela 2). Para o híbrido Lyra o maior valor de S foi obtido na testemunha, no entanto, diferiu apenas do parcelamento 30-70. Quanto ao híbrido Savana a forma de parcelamento 0-100 diferiu das demais e com a exceção da testemunha (Tabela 4). Estes

resultados são coerentes, pois, adubações nitrogenadas causam redução nos teores de S (BÜLL, 1993). Entre os híbridos houve diferença no teor de S apenas na forma de parcelamento 0-100. As aplicações de N na segunda época pouco influenciaram nos teores de S, visto o curto espaço de tempo entre a aplicação e a coleta das folhas para diagnose foliar.

Tabela 4. Teores de N, P, K, Ca, Mg e S para os híbridos de mamona Lyra e Savana em função do manejo da adubação nitrogenada em cobertura na safrinha 2006.

Híbrido	Manejo da Adubação Nitrogenada*					
	kg ha ⁻¹ de N					
	0 - 0	30 - 70	50 - 50	70 - 30	0 -100	100 - 0
Teor de N-Total						
g kg ⁻¹						
Lyra	40,0 aA	43,4 aA	42,4 aA	40,0 aA	43,2 aA	42,8 aA
Savana	41,0 aA	42,6 aA	44,1 aA	43,7 aA	41,5 aA	44,6 aA
Teor de Fósforo						
g kg ⁻¹						
Lyra	2,5 aA	2,4 aA	2,5 aA	2,4 aA	2,6 aA	2,6 aA
Savana	2,5 aA	2,5 aA	2,4 aA	2,5 aA	2,6 aA	2,4 aA
Teor de Potássio						
g kg ⁻¹						
Lyra	17,1 aA	16,8 aA	17,7 aA	17,3 aA	17,7 aA	18,5 aA
Savana	17,6 aA	16,4 aA	15,0 aA	15,7 aA	15,8 aA	16,3 aA
Teor de Cálcio						
g kg ⁻¹						
Lyra	19,4 aA	20,9 aA	21,1 aA	21,1 aA	21,7 aA	21,0 aA
Savana	22,8 aA	23,0 aA	21,3 aA	21,1 aA	22,6 aA	20,3 aA
Teor de Magnésio						
g kg ⁻¹						
Lyra	3,4 bA	3,8 aA	3,8 aA	3,9 aA	3,5 aA	4,0 aA
Savana	4,6 aA	4,6 aA	4,2 aA	4,4 aA	4,3 aA	4,2 aA
Teor de Enxofre						
g kg ⁻¹						
Lyra	5,8 aA	5,1 aB	5,2 aAB	5,5 aAB	5,2 bAB	5,3 aAB
Savana	5,5 aAB	5,2 aB	5,2 aB	5,4 aB	6,2 aA	4,9 aB

* kg ha⁻¹ de N aplicados aos 20 DAE e aos 40 DAE - Fonte Nitrato de amônio. Médias com a mesma letra, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem pelo teste de t – DMS (P=0,05).

O estande final de plantas não foi influenciado pelo parcelamento da adubação nitrogenada em ambos os híbridos (Tabelas 5 e 6). A diferença na

população entre os híbridos é decorrente da maior densidade de plantas recomenda para o híbrido Lyra.

Tabela 5. Análise da variância e coeficiente de variação para componentes de produção e produtividade dos híbridos de mamona Lyra e Savana em função do manejo da adubação nitrogenada na safrinha 2006.

Variáveis	E. Final Plantas ha⁻¹	Racemos N. planta⁻¹	Frutos N. Racemo⁻¹	Peso 100 grãos	Produtividade kg ha⁻¹
Híbridos	**	ns	ns	**	**
Manejo N	ns	ns	ns	*	*
H x M	ns	ns	ns	Ns	**
CV 1	2,97	-	13,3	1,28	14,1
CV 2	9,12	-	11,6	5,47	10,6

*, **, ns = significativo a 5% e 1% de probabilidade e não significativo, respectivamente. CV 1-Parcela. - não houve variação deste componente, cada planta produziu apenas um racemo.

O número de racemo por planta não foi influenciado pelo parcelamento da adubação nitrogenada (Tabela 5 e 6) os híbridos emitiram apenas um racemo por planta. Este resultado ocorreu em razão do baixo desenvolvimento das plantas decorrente do déficit hídrico nos meses de abril e maio (Figura 1). Este período de falta de água coincidiu com a definição do número de racemos por planta.

Quanto ao número de frutos por racemo, os dados foram influenciados pelo parcelamento da adubação nitrogenada (Tabela 5). Para o híbrido Lyra o maior valor foi observado na forma de parcelamento 100-0, porém diferiu apenas das formas 50-50 e 0-100. Para o híbrido Savana o maior valor foi obtido com a forma de parcelamento 0-100, que diferiu apenas da forma 30-70 (Tabela 6).

O número de grãos por fruto não foi afetado pela adubação nitrogenada. Nenhuma variação foi observada em ambos os híbridos (Tabela 5 e 6). Este componente de produção é pouco afetado por ser uma característica de alta herdabilidade na cultura da mamona.

O peso de 100 grãos foi influenciado pelo parcelamento da adubação nitrogenada (Tabela 5) apenas no híbrido Savana, sendo que o maior peso ocorreu no parcelamento 100-0, o qual diferiu apenas dos parcelamentos 70-30 e 0-100. O híbrido Savana apresentou maior peso de 100 grãos com exceção do parcelamento 0-100 (Tabela 6). Diniz Neto et al. (2009a) constataram que a aplicação de NPK não influenciou a massa de 100 sementes da cultivar de mamona Mirante 10.

Tabela 6. Estande final de plantas, racemos por planta, frutos por racemos, grãos por fruto, peso de 100 grãos e produtividade para os híbridos de mamona Lyra e Savana em função do manejo da adubação nitrogenada em cobertura na safrinha 2006.

Híbrido	Manejo da Adubação Nitrogenada*					
	----- kg ha ⁻¹ de N -----					
	0 - 0	30 - 70	50 - 50	70 - 30	0 - 100	100 - 0
Estande Final						
	----- plantas ha ⁻¹ -----					
Lyra	45.000 aA	42.340 aA	43.250 aA	43.357 aA	42.718 aA	43.142 aA
Savana	22.500 bA	22.492 bA	22.494 bA	22.500 bA	22.506 bA	22.490 bA
Racemos						
	----- n.º planta ⁻¹ -----					
Lyra	1,0 aA	1,0 aA	1,0 aA	1,0 aA	1,0 aA	1,0 aA
Savana	1,0 aA	1,0 aA	1,0 aA	1,0 aA	1,0 aA	1,0 aA
Frutos						
	----- n.º racemo ⁻¹ -----					
Lyra	24,6 aAB	24,7 aAB	23,3 aB	25,8 aAB	22,4 aB	27,4 aA
Savana	23,0 aAB	19,6 bB	22,0 aAB	22,6 aAB	23,7 aA	20,7 bAB
Grãos						
	----- n.º fruto ⁻¹ -----					
Lyra	3,0 aA	3,0 aA	3,0 aA	3,0 aA	3,0 aA	3,0 aA
Savana	3,0 aA	3,0 aA	3,0 aA	3,0 aA	3,0 aA	3,0 aA
Peso						
	----- 100 grãos -----					
Lyra	31,5 bA	32,9 bA	33,7 bA	33,0 bA	33,0 aA	34,9 bA
Savana	37,4 aAB	36,3 aAB	36,8 aAB	36,0 aB	35,2 aB	38,9 aA
Produtividade						
	----- kg ha ⁻¹ -----					
Lyra	905 aBC	952 aB	897 aBC	1097 aA	851 aBC	816 aC
Savana	528 bA	444 bA	493 bA	492 bA	509 bA	513 bA

* kg ha⁻¹ de N aplicados aos 20 DAE e aos 40 DAE - Fonte Nitrato de amônio. Médias com a mesma letra, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem pelo teste de t – DMS (P=0,05).

A produtividade de grãos foi influenciada pelo parcelamento da adubação nitrogenada (Tabela 5), apenas para o híbrido Lyra (Tabela 6). Para este híbrido a forma de parcelamento que proporcionou maior produtividade de grãos e diferiu das demais e da testemunha foi a 70-30 (1097 kg ha⁻¹). Entre os híbridos constatou-se que o Lyra foi mais produtivo em todas as formas de parcelamento e também na testemunha. A principal vantagem do híbrido Savana em relação ao Lyra é seu maior número de racemos.

Nesta safrinha o número de racemos por planta foi igual em ambos os híbridos e como a população de plantas do Lyra foi muito superior, justificam-se os resultados.

Safrinha 2007

A matéria seca na safrinha 2007 foi influenciada pelo parcelamento da adubação nitrogenada em ambos os híbridos (Tabela 7). Para o híbrido Lyra as formas de parcelamento em que o N foi fornecido todo aos 20 DAE proporcionaram os maiores valores e diferiram do parcelamento 0-100 e da testemunha. Para o híbrido Sara observou-se incremento na produção de MS com a elevação das doses de N na primeira época do parcelamento, sendo que todas diferiram da testemunha (Tabela 8). Diniz Neto et al. (2009b) observaram que a adubação com NPK conjugada ao plantio antecipado da mamoneira influenciou de forma linear o crescimento das plantas da cv. Mirante 10.

Tabela 7. Análise da variância e coeficiente de variação para matéria seca, nitrato, amônio e diagnose foliar dos híbridos de mamona Lyra e Sara em função do manejo da adubação nitrogenada na safrinha 2007.

Variáveis	MS	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	NT	P	K	Ca	Mg	S
	g planta	g kg ⁻¹							
Híbridos	*	*	ns	ns	ns	**	**	*	*
Manejo N	**	**	ns	**	ns	Ns	Ns	ns	**
H x M	**	**	ns	ns	ns	Ns	Ns	ns	**
CV 1	7,82	15,4	35,2	2,71	10,4	7,15	14,7	31,0	8,14
CV 2	6,57	10,3	25,7	4,41	7,57	5,93	7,87	11,8	5,28

*, **, ns = significativo a 5% e 1% de probabilidade e não significativo, respectivamente. CV 1-Parcela.

O híbrido Lyra superou a produção de matéria seca do Sara com as formas de parcelamento 30-70 e 50-50. A diferença ocorreu devido aos baixos incrementos de matéria seca pelo híbrido Sara com estas formas de parcelamento.

Os dados de N-NO₃⁻ foram influenciados pelo parcelamento da adubação nitrogenada em ambos os híbridos (Tabela 7). Para o híbrido Lyra o menor teor de nitrato foi observado na testemunha, a qual diferiu de todas as formas de parcelamento. As formas de parcelamento que apresentaram os maiores valores e não diferiram entre si, foram aquelas em que a dose de N aplicada na primeira

época foi igual ou superior a 50 kg ha⁻¹. Quanto ao híbrido Sara o menor teor de nitrato (0,61 g kg⁻¹) foi observado na forma de parcelamento 30-70, o qual não diferiu da testemunha. As demais formas de parcelamento superaram o menor valor e não diferiram entre si. Quanto as diferenças entre os híbridos, o Lyra superou o Sara nas formas de parcelamento 30-70, 50-50 (diferença também constatada para matéria seca) e 100-0 (Tabela 8). A elevação dos teores de N-NO₃⁻ com o aumento das doses de N aos 20 DAE, provavelmente são decorrentes das condições favoráveis a nitrificação no sistema plantio direto, visto que a fonte utilizada

apresenta a mesma proporção de nitrato e amônio.

Os teores de $N-NH_4^+$ não diferiram entre os híbridos (Tabelas 7 e 8) e a exemplo da safrinha

2006, os dados não foram influenciados pelo parcelamento da adubação nitrogenada.

Tabela 8. Produção de matéria seca, e teor de $N-NO_3^-$ e NH_4^+ para os híbridos de mamona Lyra e Sara em função do manejo da adubação nitrogenada em cobertura na safrinha 2007.

Híbrido	Manejo da Adubação Nitrogenada*					
	----- kg ha ⁻¹ de N -----					
	0 - 0	30 - 70	50 - 50	70 - 30	0 - 100	100 - 0
	Matéria seca					
	----- g planta ⁻¹ -----					
Lyra	23,3 aB	30,6 aA	32,6 aA	30,9 aA	23,7 aB	30,2 aA
Sara	22,0 aD	25,0 bC	29,1 bB	32,9 aA	23,4aCD	31,6 aAB
	Teor de $N-NO_3^-$					
	----- g kg ⁻¹ -----					
Lyra	0,57 aD	0,83 aBC	1,01 aA	0,90 aAB	0,77 aC	0,99 aA
Sara	0,69 aBC	0,61 bC	0,71 bABC	0,83 aA	0,82 aA	0,79 bAB
	Teor de $N-NH_4^+$					
	----- g kg ⁻¹ -----					
Lyra	0,65 aA	0,57 aA	0,61 aA	0,59 aA	0,66 aA	0,70 aA
Sara	0,74 aA	0,78 aA	0,81 aA	0,78 aA	0,80 aA	0,74 aA

* kg ha⁻¹ de N aplicados aos 20 DAE e aos 40 DAE - Fonte Nitrato de amônio. Médias com a mesma letra, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem pelo teste de t – DMS (P=0,05).

Os teores de N foram influenciados pelo manejo da adubação nitrogenada (Tabela 7). Para o híbrido Lyra as formas de parcelamento proporcionaram aumento do teor de N-total em relação a testemunha, com exceção da forma 0-100. Quanto ao Sara, as formas de parcelamento em que o fornecimento de N aos 20 DAE foi igual ou superior a 50 kg ha⁻¹ incrementaram o teor de N-total e diferiram da testemunha (Tabela 9). Os teores de N estiveram dentro da faixa adequada (40-50 g kg⁻¹) para ambos os híbridos.

O teor de P não foi alterado pelo manejo da adubação nitrogenada (Tabelas 7 e 9), a exemplo da

safrinha 2006. Os valores estiveram dentro da faixa adequada prescrita por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), com exceção aos parcelamentos 70-30 e 0-100 para o híbrido Sara. Segundo Adams (1981) a absorção de ânion, estimulada pela adubação nitrogenada somente ocorrerá se houver desbalanço entre amônio e nitrato, ou seja, maiores proporções de amônio.

Quanto ao K os teores não foram influenciados pelo manejo do N (Tabelas 7 e 9), porém houve diferença entre os híbridos e os valores para o Lyra foram maiores. Os menores valores de K para o híbrido Sara provavelmente ocorreram por

competição com o Ca e Mg, visto que os teores foliares de ambos os nutrientes foram superiores aos observados para o híbrido Lyra e que os teores no solo para estes nutrientes estavam altos. Segundo Marschner (1995), altas concentrações de K na rizosfera inibem a absorção de Ca e Mg.

Os teores de Ca não foram influenciados pelo manejo da adubação nitrogenada a exemplo do ocorrido na safrinha 2006, porém, houve diferença entre os híbridos (Tabela 7). Os teores de Ca para o híbrido Sara foram superiores na testemunha e também em todas as formas de parcelamento (Tabela 9). Para o híbrido Lyra estiveram abaixo da faixa adequada enquanto para o Sara os valores estiveram dentro da faixa (15-25 g kg⁻¹), segundo Malavolta, Vitti e Oliveira (1997).

Quanto ao Mg, os teores não foram influenciados pelo manejo da adubação nitrogenada para ambos os híbridos (Tabela 7). Entre os híbridos os maiores valores de Mg foram para o Sara (Tabela 9) e, na

média estiveram acima da faixa adequada (2,5-3,5 g kg⁻¹), enquanto que para o Lyra os valores estiveram abaixo (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

Os teores de S foram influenciados pelo manejo da adubação nitrogenada em ambos os híbridos (Tabela 7). Para o híbrido Lyra os maiores teores de S foram observados na testemunha e para o parcelamento 0-100, que somente não diferiram do 30-70 (Tabela 9). Como já discutido na safrinha 2006 o N interfere na absorção do S. Essa informação foi confirmada, pois, na testemunha e nas formas de parcelamento em que o teor de S foi maior, o teor de N foi menor, justificando os resultados obtidos. Quanto ao híbrido Sara o menor teor de S foi observado no parcelamento 100-0 que diferiu das demais formas de parcelamento e da testemunha. A razão para este comportamento é a mesma para o híbrido Lyra, ou seja, no tratamento 100-0 foi o observado o maior teor de N.

Tabela 9. Teores de N, P, K, Ca, Mg e S para os híbridos de mamona Lyra e Sara em função do manejo da adubação nitrogenada em cobertura na safrinha 2007.

Híbrido	Manejo da Adubação Nitrogenada*					
	----- kg ha ⁻¹ de N -----					
	0 - 0	30 - 70	50 - 50	70 - 30	0 -100	100 - 0
Teor de N-Total						
----- g kg ⁻¹ -----						
Lyra	40,7 aC	42,8 aAB	46,3 aA	46,3 aA	42,3 aBC	46,4 aA
Sara	42,4 aB	43,0 aB	45,5 aA	45,4 aA	44,0 aAB	46,0 aA
Teor de Fósforo						
----- g kg ⁻¹ -----						
Lyra	3,0 aA	3,1 aA	3,1 aA	2,8 aA	2,8 aA	3,0 aA
Sara	3,0 aA	3,1 aA	3,0 aA	3,0 aA	3,0 aA	3,0 aA
Teor de Potássio						
----- g kg ⁻¹ -----						
Lyra	14,5 aA	15,8 aA	14,2 aA	14,8 aA	14,7 aA	14,2 aA
Sara	11,4 bA	11,7 bA	11,8 bA	11,8 bA	11,0 bA	11,3 aA
Teor de Cálcio						
----- g kg ⁻¹ -----						
Lyra	15,0 bA	13,7 bA	14,8 bA	14,0 bA	13,7 bA	14,2 bA
Sara	18,0 aA	18,8 aA	20,0 aA	18,2 aA	19,8 aA	17,9 aA
Teor de Magnésio						
----- g kg ⁻¹ -----						
Lyra	2,8 bA	2,8 bA	2,8 bA	2,7 bA	2,6 bA	2,7 bA
Sara	3,9 aB	4,3 aAB	4,6 aA	3,9 aB	4,6 aAB	4,0 aB
Teor de Enxofre						
----- g kg ⁻¹ -----						
Lyra	5,4 aA	5,1 bAB	4,8 bB	4,8 bB	5,3 aA	4,8 aB
Sara	5,6 aA	5,8 aA	5,8 aA	5,7 aA	5,6 aA	5,0 aB

* kg ha⁻¹ de N aplicados aos 20 DAE e aos 40 DAE - Fonte Nitrato de amônio. Médias com a mesma letra, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem pelo teste de t – DMS (P=0,05).

Segundo Büll (1993) o fornecimento inadequado de um desses nutrientes, acarretara no desbalanceamento entre ambos. De forma geral, o desbalanço se dá em relação ao suprimento de S, pois, em culturas exigentes em N, são comuns aplicações elevadas deste nutriente sem acompanhamento da fertilização proporcional de S. Os teores de S, mesmo aqueles influenciados pela adubação nitrogenada foram superiores aos valores (3-4 g kg⁻¹) preconizados por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997) como adequados.

O estande final de plantas na safrinha 2007 não

foi influenciado pelo parcelamento da adubação nitrogenada em ambos os híbridos (Tabelas 10 e 11).

O número de racemos por planta foi afetado pelo manejo da adubação nitrogenada apenas para o híbrido Sara (Tabela 10). O maior número foi observado para o parcelamento 30-70 e 100-0, no entanto, diferiram apenas da testemunha. Entre os híbridos o Sara foi superior. Este híbrido apresenta maior capacidade de engalhamento, razão pela qual o número de racemos foi maior (Tabela 11).

Tabela 10. Análise da variância e coeficiente de variação para componentes de produção e produtividade dos híbridos de mamona Lyra e Sara em função do manejo da adubação nitrogenada na safrinha 2007.

Variáveis	E. Final Plantas ha ⁻¹	Racemos N. planta ⁻¹	Frutos N. Racemo ⁻¹	Peso 100 grãos	Produtividade kg ha ⁻¹
Híbridos	**	**	**	*	*
Manejo N	ns	*	ns	ns	**
H x M	ns	ns	ns	ns	**
CV 1	12,3	15,4	3,65	7,82	7,12
CV 2	5,85	5,51	8,15	3,94	5,51

*, **, ns = significativo a 5% e 1% de probabilidade e não significativo, respectivamente. CV 1-Parcela.

Quanto ao número de frutos por racemo, os dados não foram influenciados pelo parcelamento da adubação nitrogenada (Tabelas 10 e 11). Conforme discutido na safrinha 2006 o número de frutos por planta é uma característica variável e nem sempre as alterações são decorrentes da adubação, principalmente em solos férteis. No entanto, Silva et al. (2007) constataram que o número de frutos do híbrido de mamona Sara teve seus dados influenciados de forma quadrática pelas doses de N.

O número de grãos por fruto não foi afetado pela adubação nitrogenada (Tabela 10). Nenhuma variação foi observada em ambos os híbridos (Tabela 11). Diniz Neto et al. (2009a) também não observaram alterações neste componente de produção com a aplicação de diferentes doses de NPK na cultivar de mamona Mirante 10.

O peso de 100 grãos não foi influenciado pelos fatores (Tabelas 10 e 11). Nesta safrinha as condições ambientais foram boas, porém como no inverno o desenvolvimento das plantas é menor a adubação nitrogenada não propiciou incrementos neste componente. A alternância de ciclos com maior e menor umidade no solo, é responsável pelo aumento na taxa de mineralização do N (KEENEY; SAHRAWAT, 1986). Além disso, o transporte até as raízes é essencialmente efetuado por fluxo de massa (TAIZ; ZEIGER, 2004), o que ocorre quando há água disponível no solo. Condições adequadas para a disponibilidade do N às raízes foram observadas na safrinha 2007. Ocorreram oscilações de umidade e na fase de enchimento de grãos (mês de julho) ocorreram significativas chuvas (Figura 1) o que garantiu umidade suficiente para o fluxo do N no solo. Desta forma, o nitrogênio que já havia no solo

foi suficiente para suprir as plantas, razão pela qual os tratamentos não diferiram da testemunha.

A produtividade de grãos foi influenciada pelo manejo da adubação nitrogenada em ambos os híbridos (Tabela 10). Para o Lyra a maior produtividade foi com o parcelamento 50-50 e 0-100 que diferiram do parcelamento 70-30 e da testemunha. Quanto ao híbrido Sara a maior produção foi obtida com o parcelamento

30-70 e 100-0 que diferiram apenas do parcelamento 0-100. Entre os híbridos constatou-se que o Lyra foi mais produtivo nas formas de parcelamento 30-70, 50-50 e 0-100. Nas demais formas de parcelamento e na testemunha não houve diferença (Tabela 11). Aumento de produtividade na cultura da mamona em função da adubação nitrogenada, também foi verificado por Severino et al. (2006).

Tabela 11. Estande final de plantas, racemos por planta, frutos por racemos, grãos por fruto, peso de 100 grãos e produtividade para os híbridos de mamona Lyra e Sara em função do manejo da adubação nitrogenada em cobertura na safrinha 2007.

Híbrido	Manejo da Adubação Nitrogenada*					
	----- kg ha ⁻¹ de N -----					
	0 - 0	30 - 70	50 - 50	70 - 30	0 -100	100 - 0
Estande Final						
----- plantas ha ⁻¹ -----						
Lyra	34.750 aA	34.492 aA	34.444 aA	34.130 aA	34.444 aA	34.356 aA
Sara	23.890 bA	23.888 bA	23.888 bA	23.820 bA	23.882 bA	23.333 bA
Racemos						
----- n.º planta ⁻¹ -----						
Lyra	1,3 bA	1,4 bA	1,4 bA	1,3 bA	1,4 bA	1,4 bA
Sara	2,3 bB	2,5 aA	2,4 aA	2,4 aAB	2,4 aAB	2,5 aA
Frutos						
----- n.º racemo ⁻¹ -----						
Lyra	26,7 aB	29,2 aAB	29,1 aAB	29,6 aAB	30,0 aA	29,0 aAB
Sara	21,0 bA	20,3 bA	19,7 bA	19,8 bA	19,6 bA	20,7 bA
Grãos						
----- n.º fruto ⁻¹ -----						
Lyra	3,0 aA	3,0 aA	3,0 aA	3,0 aA	3,0 aA	3,0 aA
Sara	3,0 aA	3,0 aA	3,0 aA	3,0 aA	3,0 aA	3,0 aA
Peso						
----- 100 grãos -----						
Lyra	37,2 bA	38,6 bA	38,9 aA	38,6 bA	37,3 aA	38,5 bA
Sara	40,7 aA	40,9 aA	41,0 aA	41,3 aA	39,4 aA	41,0 aA
Produtividade						
----- kg ha ⁻¹ -----						
Lyra	1.241 aC	1.441 aAB	1.470 aA	1.340 aBC	1.459 aA	1.415 aAB
Sara	1.259 aAB	1.330 bA	1.274 bAB	1.238 aAB	1.168 bB	1.342 aA

* kg ha⁻¹ de N aplicados aos 20 DAE e aos 40 DAE - Fonte Nitrato de amônio. Médias com a mesma letra, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem pelo teste de t – DMS (P=0,05).

Fator de utilização do nitrogênio safrinha 2006 e 2007

O fator de utilização do N na safrinha 2006 foi determinado apenas para o híbrido Lyra para a forma de parcelamento 70-30, pois as demais formas de parcelamento não proporcionaram incrementos na produtividade de grãos em relação a testemunha (Tabela 12). A forma de parcelamento 70-30 foi a que apresentou maior fator de utilização do N e, proporcionou maior acréscimo na produtividade. Na safrinha 2007 todas as formas de parcelamento proporcionaram incrementos para o híbrido Lyra, no entanto a maior eficiência na utilização do N foi

constatada quando foi aplicado 50 kg ha⁻¹ de N aos 20 DAE e aos 40 DAE (50-50). Para o híbrido Sara a maior eficiência na utilização do N foi observada quando todo o N foi aplicado aos 20 DAE (100 kg ha⁻¹). Para este híbrido as formas 70-30 e 0-100 não proporcionaram incrementos na produtividade. Soratto et al. (2005) utilizaram este fator para determinar a eficiência do feijoeiro. Os autores aplicaram a mesma quantidade de N (90 kg ha⁻¹) em épocas diferentes (em V4 e no início do R7) e constataram que, mediante o índice, o N foi melhor utilizado quando aplicado no estágio V4.

Tabela 12. Incremento de produtividade de grãos e fator de utilização do nitrogênio em função do manejo da adubação nitrogenada de cobertura em híbridos de mamona cultivados em safrinha, no sistema plantio direto.

Manejo do N ⁽¹⁾	Safrinha 2006		
	Híbrido	Aumento prod. ⁽²⁾ kg ha ⁻¹	Fator N ⁽³⁾
30-70	Lyra	*	-
50-50	Lyra	*	-
70-30	Lyra	192	1,9
0-100	Lyra	*	-
100-0	Lyra	*	-
30-70	Savana	*	-
50-50	Savana	*	-
70-30	Savana	*	-
0-100	Savana	*	-
100-0	Savana	*	-

Manejo do N ⁽¹⁾	Safrinha 2007		
	Híbrido	Aumento prod. kg ha ⁻¹	Fator N
30-70	Lyra	200	2,0
50-50	Lyra	229	2,3
70-30	Lyra	99	1,0
0-100	Lyra	218	2,2
100-0	Lyra	174	1,7
30-70	Sara	71	0,7
50-50	Sara	15	0,2
70-30	Sara	*	-
0-100	Sara	*	-
100-0	Sara	83	0,8

⁽¹⁾ Aplicação de N aos 20 DAE e aos 40 DAE (fonte nitrato de amônio). ⁽²⁾ Obtido em relação à média de produtividade na testemunha (safrinha 2006 Lyra = 905 kg ha⁻¹ e Savana = 528 kg ha⁻¹ – safrinha 2007 Lyra = 1241 kg ha⁻¹ e Sara = 1259 kg ha⁻¹). ⁽³⁾ Fator de utilização do N: kg ha⁻¹ de produtividade incrementada/kg ha⁻¹ de N. * Não houve incremento de produtividade e, portanto, não foi determinado o fator N (-).

Conclusões

A adubação nitrogenada proporcionou maiores acréscimos de produtividade ao híbrido Lyra.

Na safrinha 2006 o maior fator de utilização do nitrogênio para o híbrido Lyra foi obtido com a forma de parcelamento 70-30 e na safrinha 2007 com 50-50.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP, pela concessão de bolsa de mestrado ao primeiro autor. Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela bolsa de produtividade em pesquisa ao segundo autor.

Referências

- ADAMS, F. Nutritional imbalances and constraints to plant growth on acid soils. *Journal of Plant Nutrition*, Philadelphia, v. 4, n. 2, p. 81-87, 1981.
- AZEVEDO, D. M. P.; NÓBREGA, L. B.; LIMA, E. F.; BATISTA, F. A. S.; BELTRÃO, N. E. M. Manejo Cultural. In: AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F. (Ed.). *O agronegócio da mamona no Brasil*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p. 121-160.
- BELTRÃO, N. E. de M.; CARTAXO, W. V.; PEREIRA, S. R. de P.; SOARES, J. J.; SILVA, O. R. R. *O cultivo sustentável da mamona no semiárido brasileiro*. Cartilha 1. Campina Grande: EMBRAPA Algodão, 2006. 62 p.
- BELTRÃO, N. E. M. *Informações sobre o Biodiesel, em especial feito com óleo de mamona*. Campina Grande: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Embrapa, 2003. 3 p. (EMBRAPA-CNPA. Comunicado técnico).
- BÜLL, L. T. Nutrição mineral do milho. In: BULL, L. T.; CANTARELLA, H. (Ed.). *Cultura do milho*: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Potafos, 1993, p. 63-122.
- CAMPOS, A. X. *Fertilização com sulfato de amônio na cultura de milho em um solo do cerrado de Brasília sob pastagem de B. decumbens*. 2004. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura-CENA/USP, Piracicaba.
- CONAB. *Acompanhamento de safra brasileira*: grãos,

quarto levantamento, janeiro 2011. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 30 abr. 2011.

CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P.; SILVA, L. M.; LEMOS, L. B. Fontes e doses de nitrogênio para o feijoeiro em sucessão a gramíneas no sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 31, n. 6, p. 1545-1552, 2007.

D'ANDRÉA, A. F.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; GUILHERME, L. R. G. Estoque de carbono e nitrogênio e formas de nitrogênio mineral em um solo submetido a diferentes sistemas de manejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 39, n. 2, p. 179-186, 2004.

DINIZ NETO, M. A.; TÁVORA, F. J. A. F.; CRISÓSTOMO, L. A.; DINIZ, B. L. M. T. Adubação NPK e épocas de plantio para mamoneira. I - Componentes da produção e produtividade. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 40, n. 4, p. 578-587, 2009a.

_____. Adubação NPK e épocas de plantio para mamoneira. II - componentes das fases vegetativas e reprodutivas. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 40, n. 3, p. 417-426, 2009b.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. *Sistema brasileiro de classificação dos solos*. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPQ, 1999. 41 p.

FAGERIA, N. K.; STONE, L. F.; SANTOS, A. B. *Maximização da eficiência de produção das culturas*. Brasília: Embrapa-SCT/Embrapa-CNPAP, 1999, 294 p.

KEENEY, D.R.; SAHRAWAT, K.L. Nitrogen transformations in flooded rice soils. In: DE DATTA, S. K.; PATRICK JUNIOR, W. R. (Ed.). *Nitrogen economy of flooded rice soils*. Martinus Nijhoff Publ., Dordrecht the Netherlands, 1986, p. 15-38.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. *Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações*. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.

MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. London: Academic Press, 1995. 889 p.

MELHORANÇA, A. L.; STAUT, L. A. *Indicações técnicas para a cultura da mamona no Mato Grosso do Sul*. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. 65 p.

NAKAGAWA, J. *Marcha de absorção de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio e efeitos da adubação NPK na mamoneira (Ricinus communis L.), cultivada em Latossolo Vermelho Amarelo fase arenosa*. Botucatu, 1971. Tese (Doutorado em Ciências Agrotecnia e Geologia) - Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu. Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu.

NELSON, D. W.; SOMMERS, L. E. Determination of total nitrogen in plant material. *Agronomy Journal, Madison*, v. 65, n. 1, p. 109-112, 1972.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. Aplicação localizada de fertilizante fosfatado. In: NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. (Ed.). *Fósforo em solo e planta em condições tropicais*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. p. 272-285.

SANTOS, A. B.; FAGERIA, N. K.; SILVA, O. F.; MELO, M. L. B. Resposta do feijoeiro ao manejo de nitrogênio em várzeas tropicais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 38, n. 11, p. 1265-1271, 2003.

SANTOS, A. C. M.; FERREIRA, G. B.; XAVIER, R. M.; FERREIRA, M. M. M.; SEVERINO, L. V.; BELTRÃO, N. E. M.; DANTAS, J. P.; MORAES, C. R. A. Deficiência de nitrogênio na mamona (*Ricinus communis* L.): descrição e efeito sobre o crescimento e a produção da cultura. In: I CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. *Anais...* Campina Grande: Embrapa, 2004. 1 CD-ROM.

SAVY FILHO, A. Mamona. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. Campinas: IAC, 1997. p. 201.

SEVERINO, L. S.; FERREIRA, G. B.; MORAES, C. R. A.; GONDIM, T. M. S.; FREIRE, W. S. A.; CASTRO, D. A.; CARDOSO, G. D.; BELTRÃO, N. E. M. Crescimento e produtividade da mamoneira adubada com macronutrientes e micronutrientes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 41, n. 4, p. 563-568, 2006.

SILVA, T. R. B.; LEITE, V. E.; SILVA, A. R. B.; VIANA, L. H. Adubação nitrogenada em cobertura na cultura da mamona em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 42, n. 9, p. 1357-1359, set. 2007. (Nota Científica).

SORATTO, R. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; SILVA, L. M.; LEMOS, L. B. *Aplicação tardia de nitrogênio no feijoeiro em sistema plantio direto*. Bragantia, Campinas, v. 64, n. 2, p. 211-218, 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TEDESCO, M. J.; VOLKWEISS, S. J.; BOHNEN, H. *Análises de solo, plantas e outros materiais*. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1985. 188 p. (Boletim técnico, 5).

