

EFEITO DO NITROGÊNIO NA NUTRIÇÃO DO GIRASSOL

EFFECT OF NITROGEN NUTRITION IN SUNFLOWER

Thomaz Figueiredo LOBO¹ ; Helio GRASSI FILHO²; Iere Caindre Andrade BRITO³

1. Engenheiro Agrônomo, Doutor, Faculdade de Ciências Agrônômicas – FCA, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Botucatu, SP, Brasil. thomaz.lobo@superig.com.br; 2. Professor, Doutor, FCA - UNESP, Botucatu, SP, Brasil; 3 Engenheiro Agrônomo, Mestre, Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Patos, PB, Brasil.

RESUMO: O nitrogênio (N), além de ser um dos macronutrientes mais absorvidos pelas plantas, é o que mais limita a produção de girassol. O objetivo deste trabalho foi avaliar os teores de nutrientes nas folhas, nos grãos e a exportação de nutrientes em função de níveis de N na cultura do girassol. Foi adotado o delineamento experimental em blocos casualizados constituído por cinco tratamentos e quatro repetições: T1 - 50 kg ha⁻¹ de N dividido em 10, 20 e 20 kg ha⁻¹; T2 - 70 kg ha⁻¹ de N dividido em 10, 30 e 30 kg ha⁻¹; T3 - 90 kg ha⁻¹ de N dividido em 10, 40 e 40 kg ha⁻¹; T4 - 110 kg ha⁻¹ de N dividido em 10, 50 e 50 kg ha⁻¹; T5 - 130 kg ha⁻¹ de N dividido em 10, 60 e 60 kg ha⁻¹. Essas aplicações parceladas foram efetuadas quando na semeadura e em cobertura aos 34 e 48 dias após a semeadura. Os parâmetros avaliados foram teores de nutrientes nas folhas, teores de nutrientes nos grãos e a exportação de nutrientes. Nas condições experimentais verificou-se que os teores foliares adequados de N foram adquiridos na dose acima de 110 kg ha⁻¹ de N. Com o aumento da quantidade de N fornecido na cultura do girassol foi exportado mais este elemento, porém não na mesma proporção de aumento da dose. A menor dose de N promoveu os menores índices de exportação de P, K, Mg, S, B, Cu, Mn e Zn, enquanto que o aumento da dose deste nutriente diminuiu a exportação de Ca.

PALAVRAS - CHAVE: Adubação nitrogenada. Exportação de nutrientes. *Helianthus annuus*.

INTRODUÇÃO

O Nitrogenio (N) é um dos elementos minerais requeridos em maior quantidade pelas plantas e o que mais limita o crescimento. Ele faz parte de proteínas, ácidos nucléicos e muitos outros importantes constituintes celulares, incluindo membrana e diversos hormônios vegetais. O N representa 78% dos gases da atmosfera na forma de N₂, porém esta forma é inerte. Apesar dessa abundância, as plantas só conseguem usufruir deste elemento através de forma que o torna disponível como a fixação biológica, através de bactérias fixadoras de N, ou industrial (SOUZA; FERNANDES, 2006).

O N está disponível no solo em diversas formas incluindo amônio, nitrato, aminoácidos, peptídeos e formas complexas insolúveis. As espécies vegetais diferem na sua preferência por fontes de N, mas absorvem principalmente sob formas inorgânicas, como nitrato ou amônio (WILLIAMS; MILLER, 2001).

O N é transformado em composto orgânico acumulando inicialmente nas folhas e caules para depois ser transportado aos grãos e, por conseguinte, às sementes. Uma adequada nutrição nitrogenada promove um bom desenvolvimento foliar antes da floração (ORDONEZ; COMPANY, 1990).

Durante o período vegetativo o ritmo de absorção de N é mais rápido do que no período

reprodutivo, sendo de grande importância para o girassol encontrá-lo em uma forma facilmente assimilável, para que possa acumular nos tecidos jovens (VRANCEANU, 1977; SFREDO et al., 1984). O período onde ocorre maior taxa de absorção de nutrientes e crescimento mais acelerado do girassol é o da fase imediatamente após a formação do botão floral (R5) nesta fase ainda esta ocorrendo o desenvolvimento vegetativo até o final do florescimento (CASTRO; OLIVEIRA, 2005).

As recomendações de adubação nitrogenada em cobertura no girassol variam de 40 a 80 kg ha⁻¹. Como esse nutriente é extraído pela cultura em grandes quantidades e não apresenta efeito residual direto no solo, a produtividade esperada é um componente importante para a definição de suas doses. O histórico da área e a cultura anterior também devem ser considerados para a definição de adubação nitrogenada (CANTARELA, 1985).

Avaliações experimentais indicam que a produção máxima de girassol é alcançada com 80 a 90 kg ha⁻¹ de N, contudo, com aplicação de 40 a 50 kg ha⁻¹ de N se obtém 90% da produção relativa máxima, correspondendo à quantidade do nutriente economicamente mais eficiente (SMIDERLE et al., 2002). Quagio e Ungaro (1997) indicaram para o Estado de São Paulo, a aplicação de 50 kg ha⁻¹ de N, sendo 10 kg ha⁻¹ no plantio e 40 kg ha⁻¹ em cobertura aos 30 dias após a emergência.

O objetivo deste trabalho foi avaliar teor de nutrientes foliares, o teor de nutrientes nos grãos e a exportação de nutrientes em função do aumento de níveis de N na cultura do girassol.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental São Manuel pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP campus de Botucatu, localizada no município de São Manuel (22° 25' S; 48° 34' W), com altitude de 750 m do nível do mar. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo mesotérmico, Cwa, ou seja, subtropical úmido com estiagem no

período de inverno, e com chuvas de novembro a abril sendo a precipitação média anual do município de 1.433 mm. A umidade relativa do ar é de 71%, com temperatura média anual de 23°C. A classificação e os dados meteorológicos foram fornecidos pelo Departamento de Recursos Naturais / FCA/ UNESP – Botucatu. O solo onde se instalou o experimento é classificado pela Embrapa (1999) como Latossolo Vermelho Escuro.

Antecedendo a instalação do experimento, realizaram-se análises químicas de solo a 0-20 e a 20-40 cm de profundidade, segundo Rajj et al. (2001), estando os resultados apresentados nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Características químicas do solo da área experimental.

Prof.	pH	M.O.	P (res.)	H+Al	Al ⁺³	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	SB	T	V
cm	CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	----- mmolc			dm ⁻³	-----		%	
0 – 20	6,9	8	21	9	0	1,6	22	11	35	45	79
20 – 40	6,5	11	9	10	0	1,5	17	10	29	39	74

Tabela 2. Características químicas do solo da área experimental quanto aos micronutrientes

Prof.	Boro	Cobre	Ferro	Manganês	Zinco
Cm	mg dm ⁻³				
0-20	0,21	1,2	5	2,6	1,7
20-40	0,14	1,1	6	2,4	1,3

Adotou-se o delineamento experimental em blocos casualizados constituído por 5 tratamentos e 4 repetições assim definidos: T1 Adubação química nitrogenada de acordo com o Boletim Técnico 100 (QUAGGIO; UNGARO, 1997) (10 kg ha⁻¹ na sementeira, 20 kg ha⁻¹ aos 34 dias após a sementeira (DAS) e 20 kg ha⁻¹ aos 48 DAS); T2 10 kg ha⁻¹ na sementeira, 30 kg ha⁻¹ aos 34 DAS e 30 kg ha⁻¹ aos 48 DAS; T3 10 kg ha⁻¹ na sementeira, 40 kg ha⁻¹ aos 34 DAS e 40 kg ha⁻¹ aos 48 DAS; T4 10 kg ha⁻¹ na sementeira, 50 kg ha⁻¹ aos 34 DAS e 50 kg ha⁻¹ aos 48 DAS; T5 10 kg ha⁻¹ na sementeira, 60 kg ha⁻¹ aos 34 DAS e 60 kg ha⁻¹ aos 48 DAS.

Cada parcela constituiu-se por uma área de 57,60 m² (8,0 x 7,2m) com uma área útil de 37,8 m² (7,0 x 5,4m) utilizando desta forma 7 linhas de área útil e o total da parcela foram 9 linhas com uma distância de 2 m de uma parcela a outra do mesmo bloco. O girassol foi semeado a uma profundidade de 3-4 cm em um espaçamento de 0,9 m entre linhas e 4 sementes por metro linear, totalizando 44.444 sementes ha⁻¹.

A cultivar utilizada foi a HELIO 251, fornecida pela empresa Helianthus do Brasil. Este híbrido caracteriza-se por ser altamente produtivo e resistente às principais doenças.

Para o preparo do solo da área experimental foram adotadas as seguintes operações agrícolas em área total: uma aração seguida de duas gradagens; aplicação da trifluralina e ácido bórico com a finalidade herbicida e fornecimento de B na dosagem de 1,2 L ha⁻¹ e 6 kg ha⁻¹, respectivamente. A adubação de plantio para todas as parcelas foi constituída de 10 kg ha⁻¹ de N na forma de uréia (450 g kg⁻¹ N), foi utilizado a uréia por ser uma forma mais usual pelo produtor devido ao seu preço po percentual de N, 30 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de superfosfato simples (180 g kg⁻¹ P₂O₅) e 30 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de cloreto de potássio (600 g kg⁻¹ K₂O). As adubações de cobertura de N foi realizada aos 34 e 48 DAS na forma de uréia (450 g kg⁻¹ de N) que foi incorporada na aplicação com um cultivador na primeira aplicação e com a enxada na segunda aplicação com a finalidade de evitar perdas de NH₄. O tratamento T1 recebeu 40 kg ha⁻¹ de N em cobertura, dividido em duas aplicações, que é o recomendado para o Estado de São Paulo, de acordo com o Boletim 100 (QUAGGIO; UNGARO, 1997); o T2 recebeu 60 kg ha⁻¹ de N em cobertura com duas aplicações, o T3 recebeu 80 kg ha⁻¹ de N em duas aplicações na cobertura; o T4 recebeu 100 kg ha⁻¹ de N em duas aplicações em cobertura; o T5 recebeu

120 kg ha⁻¹ em duas aplicações em cobertura. A forma utilizada para o fornecimento de N foi a uréia incorporada na primeira aplicação com um cultivador e na segunda aplicação com uma enxada. Esta operação foi efetuada aos 34 e 48 dias após a semeadura respectivamente.

A coleta de folhas para a análise de macro e micro-nutrientes foi feita na fase de início de florescimento (MALAVOLTA et al., 1997), coletando a 4ª folha contando da parte superior da planta. As folhas diagnóstico-coletadas foram analisadas para os teores de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn conforme a metodologia descrita por Malavolta et al. (1997).

A colheita das sementes foi realizada em dez plantas na fase "R9" na área útil de cada parcela, quando os capítulos se encontravam voltados para baixo. As sementes coletadas foram

previamente secas em estufa a temperatura de 60 °C ± 5°C, com circulação forçada de ar, durante sete dias, sendo posteriormente moídas em moinho tipo Willey. O material moído foi acondicionado em sacos de papel e encaminhado para análise de macro e micronutrientes no Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas do Departamento de Recursos Naturais/Ciência do Solo da FCA/UNESP. Os resultados dos teores foram utilizados para estimar as quantidades de nutrientes exportadas pelas sementes, da seguinte forma: multiplicou-se o teor de cada elemento pela produtividade de cada parcela em 1 ha.

Os dados de precipitações pluviométricas, verificados durante o ensaio, estão apresentados na Figura 1. Também foi realizada uma regressão para as doses de N.

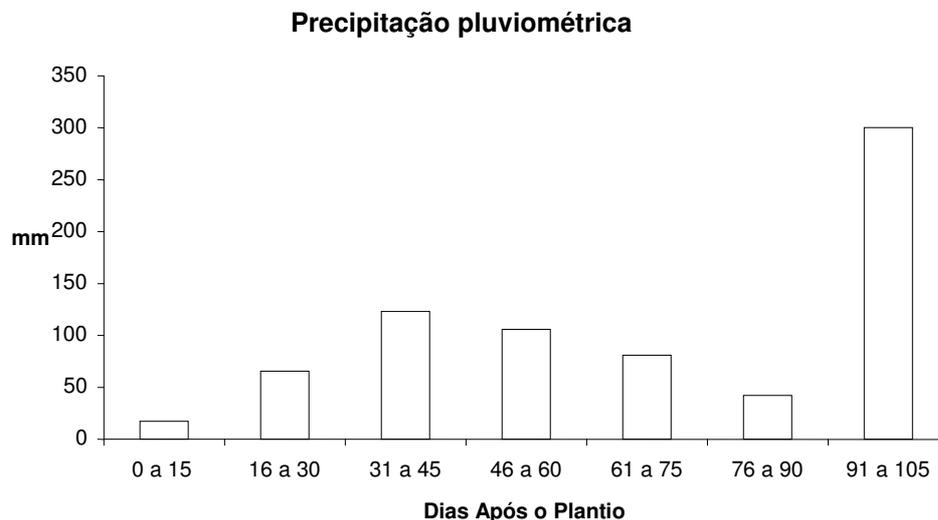


Figura 1. Dados de precipitação pluviométrica coletadas no local do ensaio entre dezembro e março.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precipitação pluviométrica desde os 30 dias da emergência até o florescimento pleno (R5.5) acumulou um total de 200 mm (Figura 1). Castro e Oliveira (2005) verificaram que a maior absorção de nutrientes e água e, conseqüentemente, o maior desenvolvimento do girassol ocorre justamente neste período fenológico. Segundo Hocking e Steer (1983) este período é bastante importante na definição do potencial produtivo das plantas e coincide com o período de maior exigência nutricional pelo girassol que é dos 28 até os 56 dias após a emergência (DAE). Nas fases de florescimento e início do enchimento de grão (R5, R6 e R7) entre os 56 e 84 DAE ocorre uma

diminuição gradativa na velocidade de absorção de nutrientes quando se alcança o nível máximo de acúmulo em quantidades variáveis de cada nutriente. Os teores foliares de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn, considerados adequados para a cultura do girassol são respectivamente 35 – 50 g kg⁻¹; 2,9 – 4,5 g kg⁻¹; 31 – 45 g kg⁻¹; 19 – 32 g kg⁻¹; 5,1 – 9,4 g kg⁻¹; 3 – 6,4 g kg⁻¹; 35 – 80 mg kg⁻¹; 24 – 42 mg kg⁻¹; 120 – 235 mg kg⁻¹; 55 – 180 mg kg⁻¹ e 29 – 43 mg kg⁻¹, respectivamente (CASTRO; OLIVEIRA, 2005).

Os teores foliares de N nas parcelas que receberam 110 e 130 kg de N ha⁻¹, apresentaram-se adequados, substituindo a equação linear de regressão da Figura 2 verifica-se que para atingir o valor adequado de N de 35 g kg⁻¹ precisaria de 103

kg ha⁻¹ de N. Abaixo desta dosagem os teores apresentaram-se aquém do ideal, o que pode ser justificado pelo baixo nível de MO do solo, além das doses não serem suficientes para suprir este

nutriente. A quantidade de N aumentou com o acréscimo das doses, porém nenhum dos tratamentos apresentou sintomas de deficiência de N..

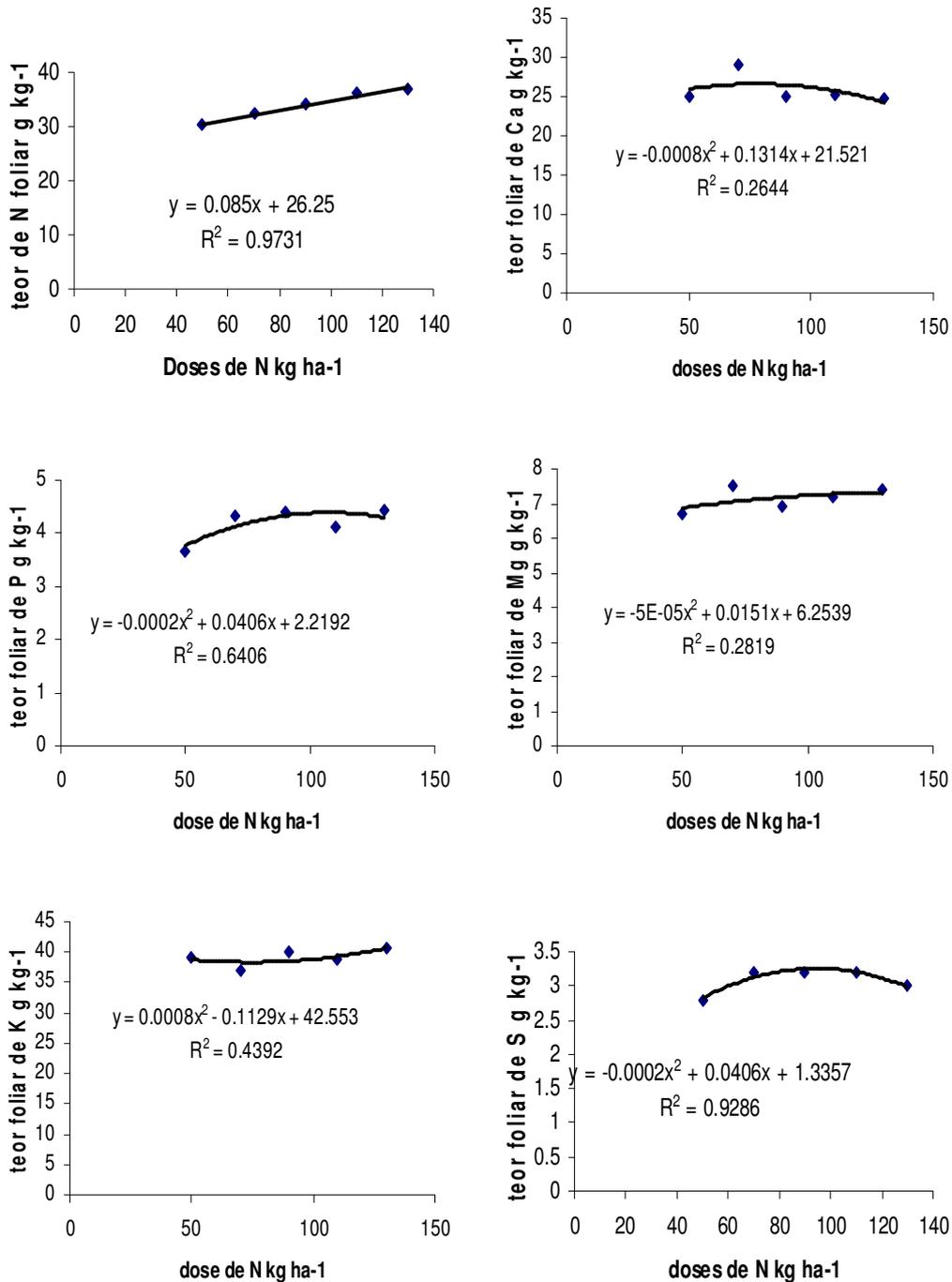


Figura 2. Teores foliares médios de macronutrientes foliar em função do aumento da dose de N

Todos os tratamentos apresentaram teores adequados de P, K, Ca e Mg, enquanto que para o S a aplicação de 50 kg ha⁻¹ de N apresentou uma quantidade inadequado. Marschner (1993), Mengel e Kirkby (1987) afirmam que o excesso de N pode

induzir a deficiência de outros nutrientes como o P e K, porém neste ensaio com o aumento da dose de N os teores de P e K apresentaram-se adequados.

Os níveis de B, Cu e Mn em todos os tratamentos apresentaram-se adequados.

Originalmente o solo da área experimental já apresentava quantidades suficientes de B e Mn e elevados níveis de Cu. Entretanto como o B é um importante micronutriente na cultura do girassol foi realizada uma aplicação com ácido bórico, embora inicialmente no solo apresentava um teor adequado de B. Os níveis de Fe de todos os tratamentos apresentaram teores acima do adequado. Isto pode

ser explicado devido às altas precipitações, havendo a redução do Fe no solo e favorecendo sua absorção. Sfredo e Saruge (1990) afirmam que o Fe é o micronutriente mais absorvido pelo girassol. Para o Zn todos os tratamentos apresentaram quantidades acima do adequado, o solo, porém, já apresentava um teor alto deste elemento (Figura 3).

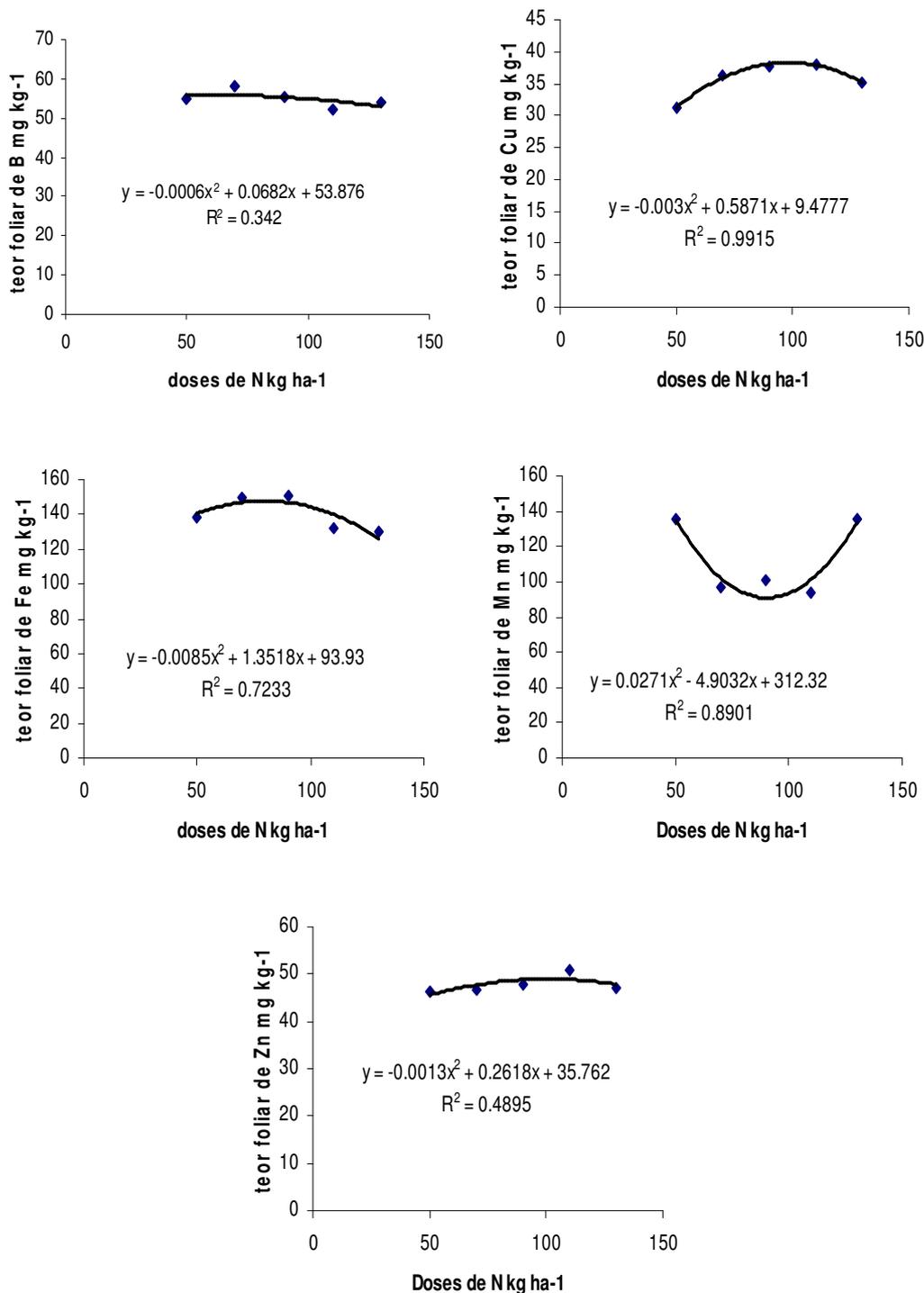


Figura 3. Teores foliares médios de micronutrientes foliar em função do aumento da dose de N.

Carvalho e Pissaia (2004) em trabalho com doses de N em girassol verificaram que com o aumento da dose de N houve um aumento no teor de N na folha, porém não foram alterado os teores foliares de P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu e Zn.

O teor de N nas sementes foi aumentado linearmente de acordo com o aumento da dose de N (Figura 4). Para a exportação, com aumento da dose de N houve maior exportação deste elemento para semente como pode ser verificado na Figura 4 de uma forma quadrática. Nos tratamentos onde foram aplicados 50, 110 e 130 kg ha⁻¹ de N foi adicionado mais N do que exportado apresentando um balanço de N positivo de 5,36, 27,01 e 23,92, respectivamente. Entretanto, nos tratamentos cujas aplicações foram de 70 e 90 kg ha⁻¹ de N foram exportados mais N do que fornecido apresentando um balanço final de N negativo de 13,84 e 3,38 respectivamente. Deve-se considerar também que ocorrem muitas perdas de N no sistema através de lixiviação de NO⁻³, volatilização de NH₃ e desnitrificação, com isso não se pode afirmar que todo o N fornecido no sistema foi aproveitado pelo girassol, apesar do parcelamento das aplicações evitar grande parte das perdas.

Segundo Castro e Oliveira (2005) o teor de N ideal nas sementes seria de 23 g kg⁻¹ e para atingir este valor na dosagem de 77 kg ha⁻¹ atingiria este valor.

Os teores de P nas sementes onde foram aplicados 130 e 50 kg de N ha⁻¹ apresentaram-se iguais, porém ao ser analisada a Figura 4 a exportação de P foi inferior na dose de 50 kg de N ha⁻¹ este fato pode ser explicado pelo efeito diluição, ou seja, o tratamento que recebeu 130 kg ha⁻¹ produziu bem mais do que onde foi aplicado apenas 50 kg ha⁻¹. Considerando que foi aplicado 13,10 kg ha⁻¹ de P, somente o tratamento que recebeu 50 kg ha⁻¹ de N exportou menos do que foi fornecido. Os demais tratamentos exportaram bem mais do que foi fornecido de P e, inicialmente, o solo apresentava um teor médio de P. Na Figura 4 observa-se também o comportamento do P na sua exportação em função da dose de N houve um aumento quadrático em função do aumento da dose de N.

O tratamento que recebeu 110 kg ha⁻¹ de N apresentou teor de K inferior a todos os outros (Figura 4), porém quando se verifica a exportação de K o tratamento que recebeu 50 kg ha⁻¹ foi inferior aos demais devido a sua menor produtividade. Considerando que foram aplicados 25 kg ha⁻¹ de K, ou seja, 30 kg ha⁻¹ de K₂O, somente o tratamento que recebeu 50 kg ha⁻¹ de N exportou menos do que foi fornecido. Os demais tratamentos exportaram

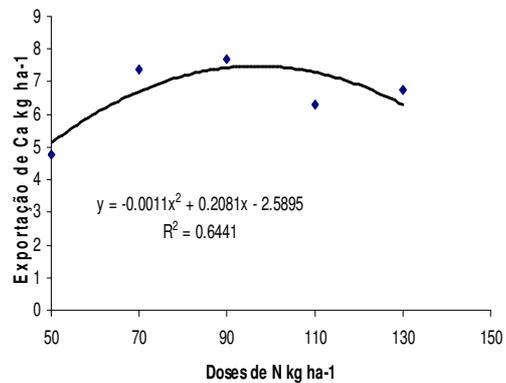
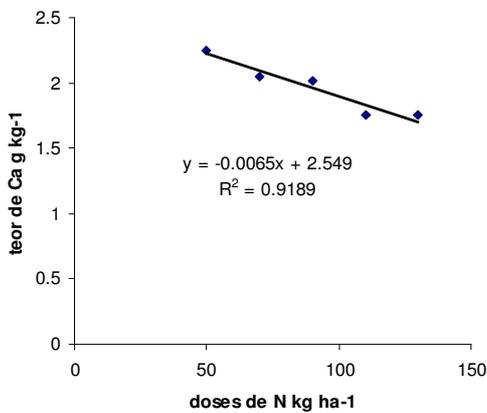
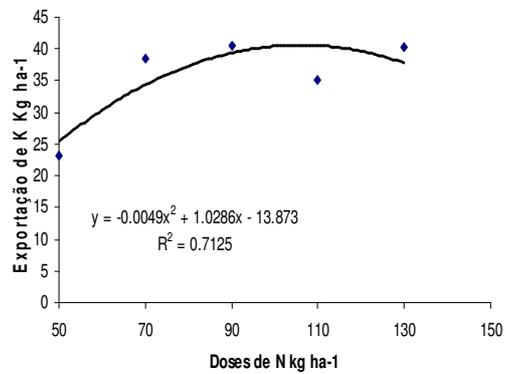
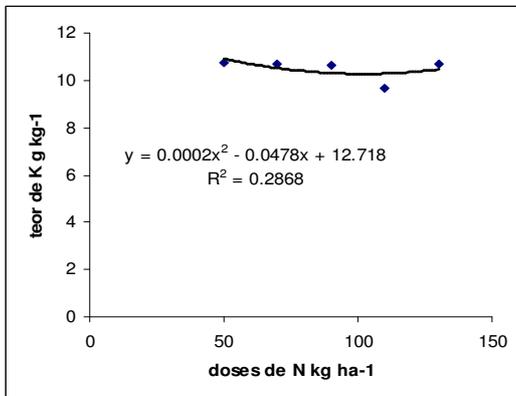
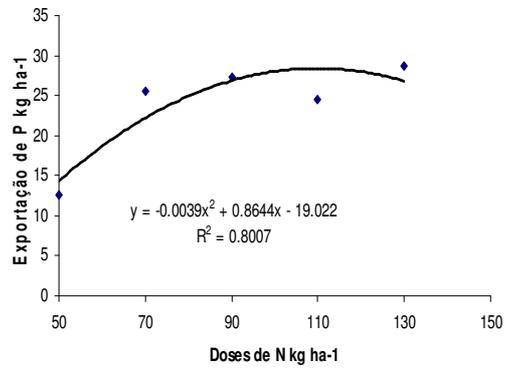
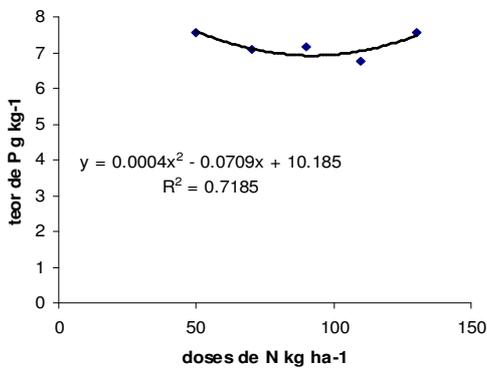
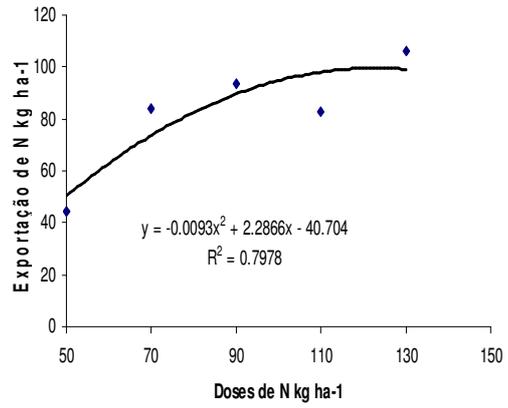
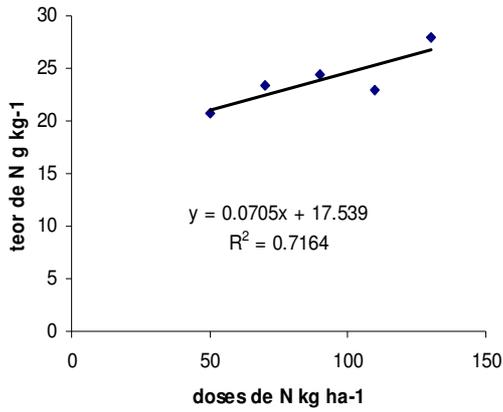
bem mais do que foi fornecido de K. Na Figura 4 pode-se observar o comportamento do K em função do N.

Como foi aplicado no plantio o superfosfato simples, com 19% de Ca, foram fornecidos 31,73 kg ha⁻¹ de Ca. Verifica-se que para todos os tratamentos foi exportado menos Ca do que foi fornecido (Figura 4). Entre os tratamentos, observa-se que onde foram aplicados 110 e 130 kg de N ha⁻¹ houve um teor inferior em relação onde foram aplicados 50 kg ha⁻¹ de N. Quanto à exportação de Ca onde foram aplicados 70 e 90 kg ha⁻¹ de N houve maior exportação de Ca em relação onde foram aplicados 110 e 130 kg ha⁻¹ de N. Esta atribuição é devido ao antagonismo existente entre o N e o Ca. Este elemento é praticamente imóvel na planta, é essencial na estrutura das células, na forma de pectatos de cálcio, integrantes da lamela média da parede celular, mantém a estrutura da membrana celular (SALISBURY; ROSS, 1992). Marschner (1993) considera que o excesso de N pode induzir sintomas de deficiência de Ca. O tratamento que exportou menos Ca foi aquele que recebeu 50 kg ha⁻¹ em função da sua menor produtividade.

Na Figura 4 observa-se o comportamento do Ca em função do aumento do N. A quantidade de Ca para o girassol completar o seu ciclo é muito pequena, 9 kg ha⁻¹ (CASTRO; OLIVEIRA, 2005), observa-se que para nenhum dos tratamentos chegou a exportar mais 9 kg ha⁻¹ de Ca, isto pode ser explicado pelo elevado índice pluviométrico que prejudicou a sua absorção. A exportação de Ca no girassol é baixa, pois a sua mobilidade dentro da planta é extremamente pequena. Na Figura 4 observa-se o comportamento do Ca em função do aumento da dose de N.

Em relação ao Mg observa-se que os tratamentos que receberam 90 e 130 kg ha⁻¹ de N foram superiores aos que receberam 50 e 110 kg ha⁻¹. Já o tratamento que recebeu 50 kg ha⁻¹ de N apresentou um teor inferior aos que foram aplicados 70, 90 e 130 kg ha⁻¹ de N. Na exportação pode-se verificar que o tratamento que recebeu 50 kg ha⁻¹ de N foi inferior aos demais (Figura 4).

Embora o S apresentasse um baixo teor no solo, foram adicionados, através do superfosfato simples, 20 kg ha⁻¹ deste elemento e para nenhum dos tratamentos foi exportado mais do que o fornecido. O aumento no nível de N fez com que a quantidade de S exportado fosse maior (Figura 4). Segundo Castro & Oliveira (2005) o teor de S ideal nas sementes é de 2,2 g kg⁻¹. Observa-se que todos os tratamentos apresentaram teores abaixo deste valor.



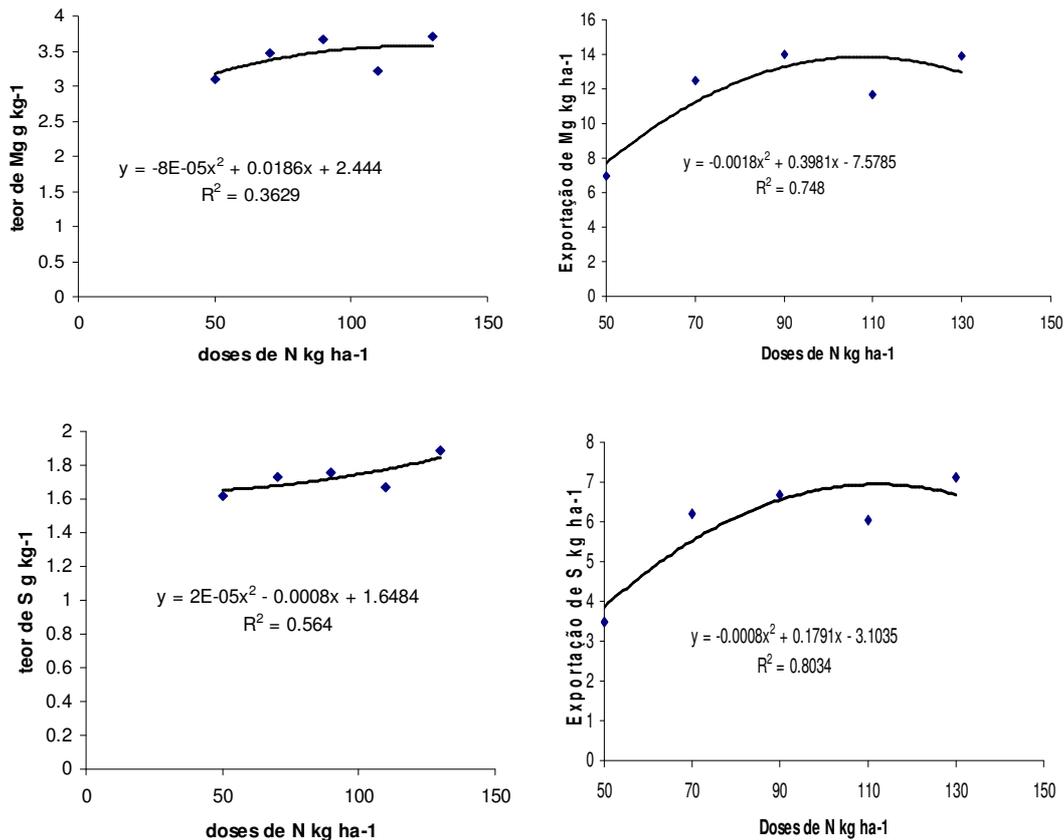


Figura 4. Teor e exportação de macronutrientes pelas sementes em função da dose de N na Fazenda Experimental de São Manuel

A dose de 110 kg ha⁻¹ de N apresentou-se um teor de B inferior às demais dosagens (Figura 5). Com o fornecimento de 500 g ha⁻¹ de B sua exportação não chegou a 100 g ha⁻¹ de B. Embora a cultura do girassol ser responsiva ao B, este nutriente apresenta uma taxa de exportação reduzida, ou seja, grande parte do B não é transportado para os grãos e retorna ao solo através dos restos culturais (CASTRO; OLIVEIRA, 2005). O tratamento onde foi aplicado mais N exportou maior quantidade de B do que onde foi aplicada menor dose N. Não houve uma interação entre o aumento da dose de N com o B (Figura 5)..

A aplicação de 130 kg ha⁻¹ de N apresentou um teor de Cu superior àqueles onde foram aplicados 110 e 50 kg ha⁻¹ de N (Figura 5). Com 50 kg ha⁻¹ de N exportou-se menos Cu em relação aos demais tratamentos.

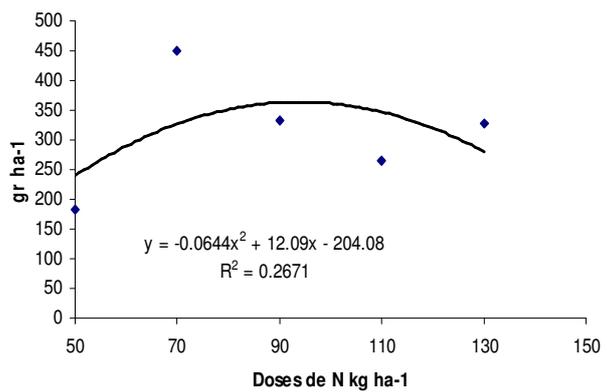
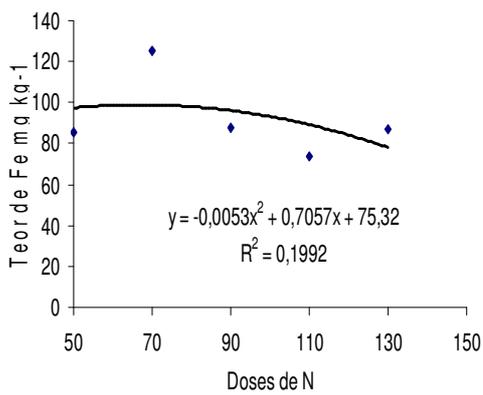
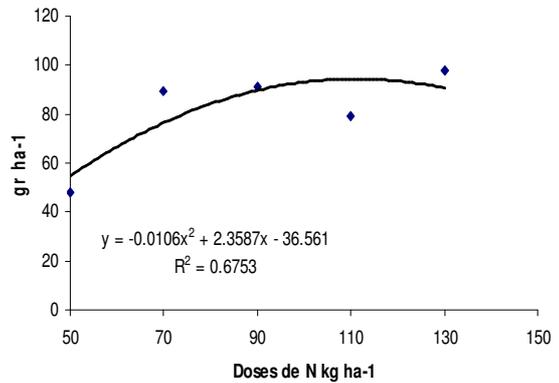
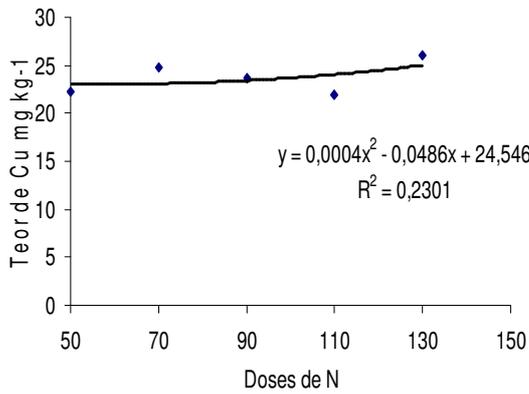
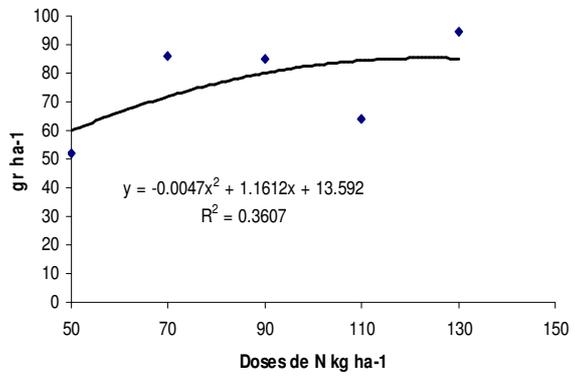
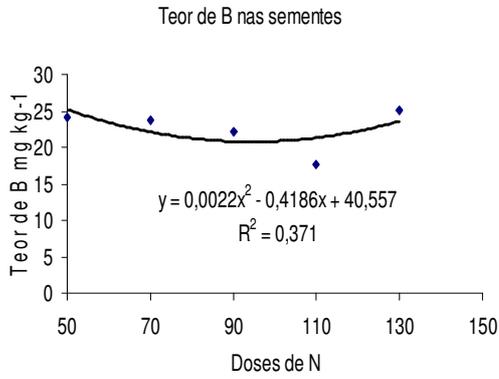
Os teores de Fe nas sementes não foram alterados em função da dose de N (Figura 5). Pode ser verificado, quanto à exportação de Fe, que a aplicação de 70 kg ha⁻¹ de N exportou mais Fe do que a aplicação de 50 kg ha⁻¹ de N.

A aplicação de 130 kg ha⁻¹ de N proporcionou um maior teor de Mn nas sementes do

que quando aplicados 70 e 110 kg ha⁻¹ de N. No tratamento onde foram aplicados 50 kg ha⁻¹ de N houve menor exportação de Mn em relação aos demais (Figura 5).

Não foi observado aumento no teor de Zn nas sementes em função do aumento da quantidade de N. Houve um aumento na exportação de Zn, sendo este valor mais baixo na dose de 50 kg ha⁻¹ de N (Figura 5).

A exportação de nutrientes é extremamente importante para quantificar os nutrientes que estão sendo retirados pela cultura, objetivando-se a adequada reposição destes elementos ao solo por ocasião de uma próxima exploração agrícola. Embora a exigência de nutrientes pela cultura do girassol seja elevada, a sua exportação é pequena pelos grãos, ou seja, muitos nutrientes são devolvidos ao solo através de restos culturais (CASTRO et al., 2005). Devido a este fato obtém-se uma produtividade elevada nas culturas que sucedem o girassol.



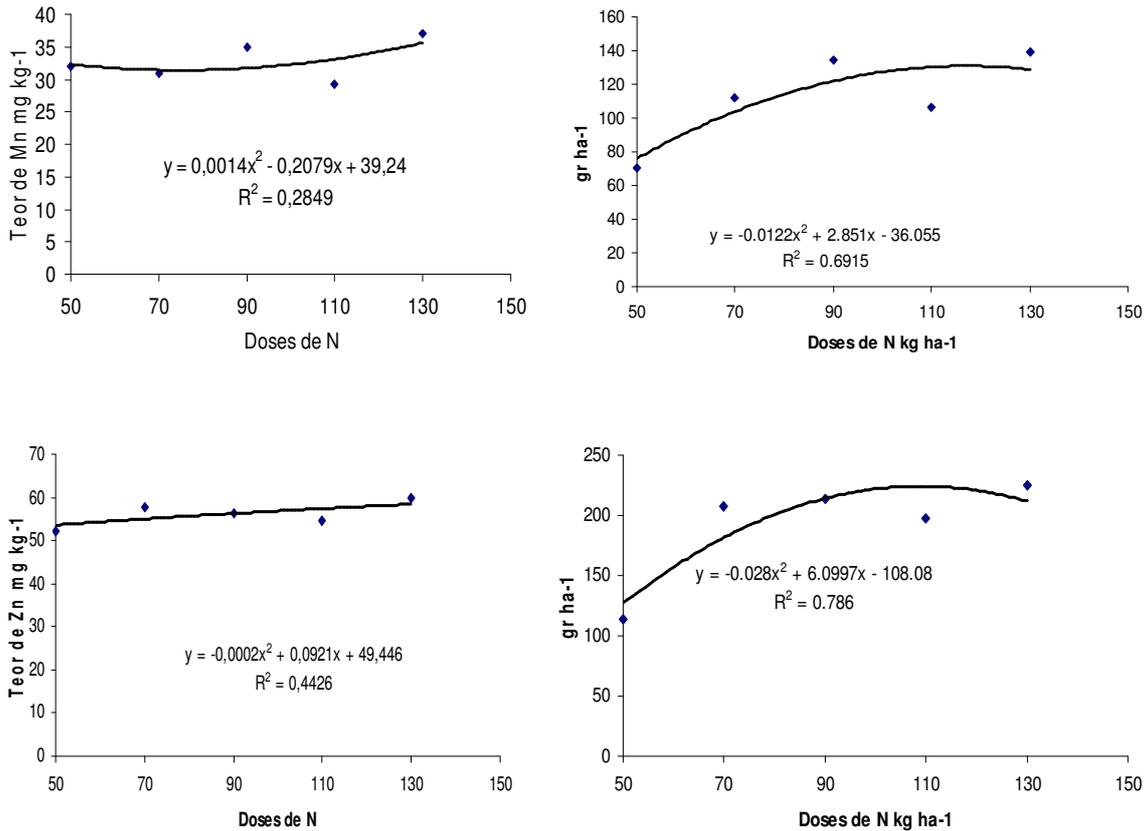


Figura 5. Teor e exportação de micronutrientes em função do aumento do N na Fazenda Experimental de São Manuel no período de dezembro a março

CONCLUSÕES

Os teores adequados foliares de N foram adquiridos na dosagem acima de 110 kg ha⁻¹ de N.

O aumento da dose de N favoreceu o aumento da exportação deste nutriente, porém não na mesma proporção.

A exportação de P, K, Mg, S, B, Cu, Mn e Zn foi inferior quando aplicada a menor dose de N. A exportação de Ca foi diminuída pelo aumento da dose de N.

ABSTRACT: Nitrogen (N), besides being one of the macro more absorbed by plants, is the that most limits the production of sunflower. The aim of this study was to evaluate the nutrient content in leaves, grains and nutrient export due to nitrogen levels in sunflower cultivation. A randomized experimental block design consisting of five treatments and four replications: T1 - 50 kg N ha⁻¹ divided by 10, 20 and 20 kg ha⁻¹, T2 - 70 kg N ha⁻¹ divided by 10, 30 and 30 kg ha⁻¹; T3 - 90 kg N ha⁻¹ divided by 10, 40 and 40 kg ha⁻¹, T4 - 110 kg N ha⁻¹ divided by 10, 50 and 50 kg ha⁻¹, T5 - 130 kg N ha⁻¹ divided by 10, 60 and 60 kg ha⁻¹. These applications were made in installments when sowing and 34 and 48 days after sowing. The parameters were evaluated in leaf nutrient content, nutrient content in grains and nutrient export. Under the experimental conditions it was found that the optimum foliar N were purchased at a dosage above 110 kg ha⁻¹ N. With the increasing amount of N supplied in the sunflower crop was exported over this element, but not at the same rate of increase in dosage. The lowest dose of N the lowest rates of export of P, K, Mg, S, B, Cu, Mn and Zn, while increasing the dose of this nutrient decreased the export of Ca.

KEYWORDS: N fertilization. Nutrient export. *Helianthus annuus*.

REFERÊNCIAS

- CANTARELLA, H.; RAIJ, B.; CAMARGO, C. E. O. Cereais. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. A. M. C. (Eds.). **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**, 2 ed. Campinas: Instituto Agrônomico; Fundação IAC, 1996. p. 45-47.
- CANTARELLA H. Adubação e calagem do girassol. Sunflower response to lime and boron. In: INTERNATIONAL SUNFLOWER ASSOCIATION, 11, 1985. p. 209 – 215.
- CARVALHO, D. B. de; PISSAIA, A. Cobertura nitrogenada em girassol sob plantio direto na palha: teores de nutrientes nas folhas. **Revista acadêmica: ciências agrárias e ambientais**, Curitiba, v. 2, n. 1 p. 65-72, jan/mar 2004.
- CASTRO C. de, OLIVEIRA, F. A. de **Nutrição e Adubação do Girassol**. In: LEITE, R. M. V. B. de C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. de. Girassol no Brasil. Londrina, Editora EMBRAPA – SOJA, 2005. p. 317- 374.
- CASTRO C. de, OLIVEIRA F. A. de, VERONESI, C.O; SALINET, L. H. Acúmulo de matéria seca, exportação e ciclagem de nutrientes pelo girassol. In: **XVI REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL**, 16., 2005, Londrina. Anais Londrina: EMBRAPA, CNPSo, 2005. P. 29-31.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPSo, 1999. 412 p.
- HOCKING, P. J.; STEER, B. T. Uptake and partitioning of selected mineral elements in sunflower (*Helianthus annuus L.*) during growth, **Field crops Research**. v. 6, p. 93-107, 1983.
- MALAVOLTA, E., VITTI, G., OLIVEIRA, S.A.. **Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios, métodos e técnicas de avaliação do estado nutricional**. 2ª edição. Piracicaba. Editora Potafos, 1997. 319p.
- MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of Higher plants**. 5th. San Diego: Academic, 1993.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 4th. Bern: International potash institute, 1987. p. 687.
- ORDONEZ A. A; COMPANY, M. L. **El cultivo del girasol**, Ediciones Mundi – Prensas – Madrid, 1990.152 p.
- QUAGGIO, J. A.; UNGARO, M. R. G. Girassol In: RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, 1997, 198p. (IAC. Boletim Técnico, 100).
- RAIJ B. VAN; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. - **Análise Química para fertilidade de solos tropicais** 1ª Edição, INSTITUTO AGRONOMICO – FUNDAÇÃO IAC, 2001. 285p.
- SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Plant Physiology**. 4th ed. California: Wadsworth, 1992. p. 682.
- SFREDO, G. J.; CAMPOS, R. J.; SARRUGE, J. R. **Girassol: nutrição mineral e adubação**. Circular técnica, 8. Londrina: EMBRAPA; CNPSo, 1984. p. 36.
- SMIDERLE, O. J.; GIANLUPPI, D.; GIANLUPPI, V. Adubação nitrogenada, espaçamento e época de semeadura de girassol nos Cerrados de Roraima. In: EMBRAPA. **Resultados de pesquisa da EMBRAPA Soja-2001: girassol e trigo**. Londrina: Embrapa Soja, 2002. p. 33-39 (Embrapa Soja. Documentos, 218).

Efeito do nitrogênio...

LOBO, T. F.; GRASSI FILHO, H.; BRITO, I. C. A.

SOUZA, S. R.; FERNANDES, M. S. **Nitrogenio**. In: FERNANDES, M. S. Nutrição Mineral de Plantas. Viçosa – MG. Editora Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. Cap. 9. p. 216-252.

WILLIAMS, L. E.; MILLER, A. J. Transporters responsible for the uptake and partitioning of nitrogenous solutes. **Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.**, v. 52, p. 659-688, 2001.