



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO

FÁBIO MARTINS DE QUEIROGA

**RESPOSTA DA CULTURA DO GIRASSOL A DOSES DE POTÁSSIO, MAGNÉSIO,
BORO, ZINCO, COBRE E A FONTES DE NITROGÊNIO**

MOSSORÓ – RN
FEVEREIRO DE 2011

FÁBIO MARTINS DE QUEIROGA

**RESPOSTA DA CULTURA DO GIRASSOL A DOSES DE POTÁSSIO, MAGNÉSIO,
BORO, ZINCO, COBRE E A FONTES DE NITROGÊNIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), como parte dos requisitos para obtenção do título de “Mestre em Ciência do Solo”.

Orientador: Prof. Fábio Henrique Tavares de Oliveira (UFERSA)

**MOSSORÓ – RN
FEVEREIRO DE 2011**

Ficha catalográfica preparada pelo setor de classificação e catalogação da Biblioteca “Orlando Teixeira” da UFRSA

Q3r Queiroga, Fábio Martins de.

Resposta da cultura do girassol a doses de potássio, magnésio, boro, zinco, cobre e a fontes de nitrogênio. / Fábio Martins de Queiroga. -- Mossoró, 2011.
69f.

Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo: Área de concentração em Química e Fertilidade do solo) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Henrique T. de Oliveira

1.*Helianthus annuus*. 2.Micronutrientes.3.Adubação.
4.Oleaginosa. I. Título.

CDD: 633.3

Bibliotecária: Vanessa Christiane Alves de Souza
CRB-15/452

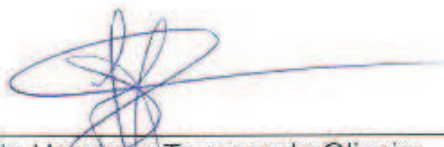
FÁBIO MARTINS DE QUEIROGA

**RESPOSTA DA CULTURA DO GIRASSOL A DOSES DE POTÁSSIO, MAGNÉSIO,
BORO, ZINCO, COBRE E A FONTES DE NITROGÊNIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Solo da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), como parte dos requisitos para obtenção do título de "Mestre em Ciências do solo".

Aprovada em: 25 / 02 / 2011.

Banca examinadora:



Prof. Dr. Fábio Henrique Tavares de Oliveira
UFERSA
Orientador



Dr. José Francismar de Medeiros
UFERSA



Profª. Drª. Hemmannuella Costa Santos
UFPB/CCHSA

Aos meus pais, Antonio Queiroga (*in memoriam*) e Creuza Lopes, pela incansável luta pela evolução moral, espiritual e profissional de seus filhos.

Ofereço

Aos meus amados filhos Lucas e Sofia, por serem meus sonhos realizados. A minha querida esposa Gerúzia Marques, pela inseparável companhia e persuasão, objetos imprescindíveis na busca do sucesso.

.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela maravilhosa criação da natureza, fonte inesgotável de ensinamentos para a superação do homem e os seres nela existente.

Aos meus pais, Antônio Queiroga de Oliveira e Creuza Lopes Martins Queiroga, que não me ofereceram o melhor de tudo, mas sim, o melhor.

A minha esposa Gerúzia Marques Teodoro Queiroga pelo amor e cumplicidade.

Ao Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do solo, pela acolhida e oportunidade para a realização do curso.

Aos irmãos Allan Jones Martins Queiroga e Thiago Martins Queiroga, pela amizade e companheirismo.

Ao professor Fábio Henrique Tavares de Oliveira, pela sua dedicação em tudo que crê, e por acreditar e apoiar incondicionalmente para o sucesso deste trabalho.

Ao CNPq pelo financiamento desta pesquisa.

Aos familiares que sempre me desejaram sucesso e que contribuíram direta ou indiretamente.

Aos amigos Francisco Hevilásio e Samuel Diógenes, que ensinaram o caminho por exemplos próprios.

Aos amigos da Del Monte no Brasil e América Central, que acreditaram e apoiaram meu projeto acadêmico.

Aos colegas que ofereceram sua ajuda durante a realização deste trabalho, Antônio Lisboa, Antonia Rosimeire, Márcio Matoso, Daniely Formiga, Talita Barbosa, Rodrigo Gomes e outros que colaboram nas mais diversas ocasiões.

Aos demais amigos que me apoiaram na realização deste trabalho.

*“Mãos que tocam, que roçam e acariciam,
Que tateiam, apalpam e sondam.
Mãos que amassam o trigo com fermento, água e sal,
Compondo o pão que sustenta.
Mãos que moldam, educam e orientam,
Que movem a batuta do maestro.
Mãos que digitam, clicam, deletam e teclam,
Que abrem e fecham.
Mãos que trabalham a terra,
Plantando, cultivando e colhendo.
Mãos que recolhem a fartura e
Que mendigam migalhas de pão.
Mãos que comunicam, mãos que trabalham,
Jogam e embaralham.
Mãos que furtam e doam, benzem e amaldiçoam.
Mãos que fazem, realizam e complementam.
Mãos que jazem, com os dedos entrelaçados,
Sobre o peito de um herói...”*

A. C. Ribeiro

BIOGRAFIA

FÁBIO MARTINS DE QUEIROGA, filho de Antônio Queiroga de Oliveira e Creusa Lopes Martins Queiroga, nasceu em Sousa - PB, em 23 de Maio de 1976.

Graduou-se em Técnico em Agropecuária pela Escola Agrotécnica Federal de Sousa, PB em Dezembro de 1994, Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido em Agosto de 2000 e Especialista em Gestão de Negócios pela Universidade Potiguar em Dezembro de 2008. Em Março de 2009 ingressou no Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal Rural do Semi-Árido. É Engenheiro Agrônomo e Gerente de Produção da unidade de melão da Del Monte Fresh Produce Brasil Ltda.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE QUADROS	X
LISTA DE FIGURAS	XI
LISTA DE QUADROS DO APÊNDICE	XII
RESUMO	XIII
ABSTRACT	XIV
1. INTRODUÇÃO	15
2. REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1. A cultura do girassol.....	18
2.1.1. Fases do desenvolvimento da planta do girassol.....	19
2.2. Importância da cultura do girassol.....	20
2.3. O Agropolo Mossoró-Assu.....	22
2.4. Nutrição e adubação da cultura do girassol.....	24
2.4.1. Exigência nutricional da cultura do girassol.....	24
2.4.2. Recomendação de adubação.....	29
3. MATERIAL E MÉTODOS	31
3.1. Descrição geral da área experimental.....	31
3.2. Instalação dos experimentos.....	31
3.3. Condução dos experimentos.....	33
3.4. Características avaliadas e análises estatísticas.....	35
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4.1. Efeito de doses de potássio e de boro.....	35
4.1.1. Potássio no solo e na planta.....	35
4.1.2. Altura da planta, diâmetro do caule, diâmetro do capítulo, massa de 1.000 grãos e produtividade em função de doses de potássio.....	38
4.1.3. Boro no solo e na planta.....	40
4.1.4. Altura da planta, diâmetro do caule, diâmetro do capítulo, massa de 1.000 grãos e produtividade, em função de doses de boro.....	43
4.2. Resposta do girassol a adubação com zinco, cobre e magnésio.....	46
4.2.1. Teores de zinco e de cobre no solo e na planta.....	46
4.2.2. Teores de magnésio e de cálcio no solo e na planta.....	47
4.2.3. Altura da planta, diâmetro do caule, diâmetro do capítulo, massa de 1.000 grãos e produtividade, em função de adubação com zinco, cobre e magnésio.....	50

4.3. Fontes de nitrogênio na adubação de plantio e de cobertura.....	52
4.3.1. Teores de nitrogênio, fósforo e enxofre na planta.....	52
4.3.2. Altura da planta, diâmetro do caule, diâmetro do capítulo, massa de 1.000 grãos e produtividade.....	54
5. CONCLUSÕES.....	56
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
APÊNDICE.....	66

LISTA DE QUADROS

	Página
Quadro 01 - Descrição esquemática das fases de desenvolvimento da planta do girassol.....	19
Quadro 02 - Área plantada, produtividade e produção da cultura do girassol no Brasil, regiões e unidades federativas, nas safras 2008/2009 e 2009/2010.....	22
Quadro 03 - Nível crítico em faixa de suficiência dos principais nutrientes na cultura do girassol.....	25
Quadro 04 - Exportação e quantidade de macronutrientes absorvidos pela cultura do girassol, para cada 1.000 kg de grãos produzidos.....	26
Quadro 05 - Doses de potássio, boro, zinco, cobre e magnésio recomendadas para a cultura do girassol em diferentes Estados e Regiões do Brasil.....	30
Quadro 06 - Composição química média da água de irrigação utilizada no experimento.....	31
Quadro 07 - Características químicas e físicas do solo da área experimental antes da instalação do experimento, avaliadas na camada de 0-20 cm.....	32
Quadro 08 - Doses de nutrientes aplicadas na cultura do girassol, de acordo com os tratamentos do Experimento 1.....	34
Quadro 09 - Doses de nutrientes aplicadas na cultura do girassol, de acordo com os tratamentos do Experimento 2.....	34
Quadro 10 - Médias dos teores de potássio no solo (KSO) e nas folhas (KFO) do girassol, em função de doses de potássio aplicadas no solo.....	37
Quadro 11 - Médias de altura da planta (APL), diâmetro do caule (DCAU), diâmetro do capítulo (DCAP), produtividade (PROD) e massa de 1.000 grãos (MMG), para a cultura do girassol, em função de doses de potássio aplicadas no solo.....	39
Quadro 12 - Médias dos teores de boro no solo (BSO) e nas folhas do girassol (BFO), em função de doses de boro aplicadas no solo	41
Quadro 13 - Médias de altura da planta (APL), diâmetro do caule (DCAU), diâmetro do capítulo (DCAP), produtividade (PROD) e massa de 1.000 grãos (MMG), para a cultura do girassol, em função de doses de boro aplicadas no solo.....	43
Quadro 14 - Médias dos teores de zinco e de cobre no solo e nas folhas do girassol, em função da adubação com presença e ausência de zinco, cobre e magnésio.....	47

Continuação da página anterior....

Quadro 15 - Médias dos teores de cálcio e de magnésio no solo e nas folhas do girassol, em função da adubação com presença e ausência de zinco, cobre e magnésio.....	48
Quadro 16 - Relações Ca:K, Ca:Mg e K:Mg no solo antes da instalação do experimento e 47 dias após a instalação do experimento para os tratamentos com presença e ausência de uma dose de magnésio	49
Quadro 17 - Médias de altura da planta (APL), diâmetro do caule (DCAU), diâmetro do capítulo (DCAP), massa de 1.000 grãos (MMG) e produtividade (PROD), para a cultura do girassol, em função da adubação com presença e ausência de zinco, cobre e magnésio.....	51
Quadro 18 - Médias dos teores de nitrogênio (NFO), fósforo (PFO) e enxofre (SFO) nas folhas do girassol submetido à adubação nitrogenada utilizando diferentes fontes de nitrogênio aplicadas no plantio e em cobertura.....	53
Quadro 19 - Médias de altura da planta (APL), diâmetro do caule (DCAU), diâmetro do capítulo (DCAP), massa de 1.000 grãos (MMG) e produtividade (PROD), para a cultura do girassol, em função da adubação nitrogenada utilizando diferentes fontes de nitrogênio aplicadas no plantio e em cobertura.....	55

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 01 - Municípios pertencentes ao Agropolo Mossoró-Assu.....	23
Figura 02 - Teor de potássio no solo aos 47 dias após a aplicação de doses de potássio aplicadas no solo.....	37
Figura 03 - Teor de boro no solo aos 47 dias após a aplicação de doses de boro no solo.....	41

LISTA DE QUADROS DO APÊNDICE

	Página
Quadro 01 A - Resumo da análise de variância para os teores de potássio e de boro no solo e nas folhas do girassol, em função de doses de potássio e de boro aplicadas no solo (Experimento 1)	67
Quadro 02 A - Resumo da análise de variância para a altura da planta (APL), diâmetro do caule (DCAU), diâmetro do capítulo (DCAP), produtividade (PROD) e massa de 1.000 grãos (MMG), para a cultura do girassol, em função de doses de potássio e de boro aplicadas no solo (Experimento 1).....	67
Quadro 03 A - Resumo da análise de variância para os teores de zinco, cobre, cálcio e magnésio no solo, em função da adubação com presença e ausência de zinco, cobre e magnésio e da adubação nitrogenada utilizando diferentes fontes de nitrogênio aplicadas no plantio e em cobertura (Experimento 2)	68
Quadro 04 A - Resumo da análise de variância para os teores de zinco, cobre, cálcio e magnésio nas folhas do girassol, em função da adubação com presença e ausência de zinco, cobre e magnésio e da adubação nitrogenada utilizando diferentes fontes de nitrogênio aplicadas no plantio e em cobertura (Experimento 2).....	68
Quadro 05 A - Resumo da análise de variância para a altura da planta (APL), diâmetro do caule (DCAU), diâmetro do capítulo (DCAP), produtividade (PROD) e massa de 1.000 grãos (MMG), para a cultura do girassol, em função da adubação com presença e ausência de zinco, cobre e magnésio e da adubação nitrogenada utilizando diferentes fontes de nitrogênio aplicadas no plantio e em cobertura (Experimento 2).....	69
Quadro 06 A - Resumo da análise de variância para os teores de nitrogênio, fósforo e enxofre nas folhas do girassol, em função da adubação com presença e ausência de zinco, cobre e magnésio e da adubação nitrogenada utilizando diferentes fontes de nitrogênio aplicadas no plantio e em cobertura (Experimento 2).....	69

RESUMO

FÁBIO MARTINS DE QUEIROGA. **Resposta da cultura do girassol a doses de potássio, magnésio, boro, zinco, cobre e a fontes de nitrogênio.** Mossoró - RN, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Fevereiro de 2011. 69 p.il. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Ciências do Solo. Orientador: Professor Dr. Fábio Henrique Tavares de Oliveira.

No semi-árido nordestino, a cultura do girassol pode ser cultivada sob regime de chuvas ou sob condições de irrigação no período da estiagem. No Agropolo Mossoró-Assú, região que se destaca na produção de melão e de melancia em condições de irrigação durante o período de estiagem, o girassol se apresenta com potencial elevado para rotação de cultura durante o período chuvoso. No entanto, o girassol só será economicamente viável se forem obtidas produtividades elevadas, o que depende muito de uma adubação adequada. Neste trabalho objetivou-se avaliar a resposta da cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.) a doses de potássio, magnésio, boro, zinco, cobre e a diferentes fontes de nitrogênio aplicadas no plantio e em cobertura em solo alcalino da Chapada do Apodi-RN. Dois experimentos de campo foram realizados no município de Baraúna-RN, em um Cambissolo Háplico e de textura argilosa. O girassol foi plantado no espaçamento de 0,90 x 0,30 m utilizando o híbrido H-251. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com quatro repetições. No experimento 1, foram comparados 10 tratamentos referentes à aplicação, no solo, de cinco doses de potássio (0; 25; 50; 75 e 100 kg ha⁻¹) e cinco doses de boro (0,0; 0,5; 1,0; 2,0 e 3,0 kg ha⁻¹). No experimento 2, compararam-se sete tratamentos com o objetivo de avaliar os efeitos da presença e ausência de adubação com Zn, Cu e Mg e os efeitos de diferentes formas de utilização (plantio e, ou, cobertura) de fontes de N (uréia e, ou, sulfato de amônio). Aos 47 dias após a emergência (DAE) foram coletadas amostras compostas de solo na profundidade de 0 a 20 cm da área útil de cada parcela, para determinação dos teores de K, Mg, B, Zn e Cu disponíveis. No início do florescimento do girassol foi avaliado o estado nutricional das plantas, determinando-se os teores de N, P, K, Ca, S, Mg, Zn, B e Cu nas folhas. Ao final do experimento, foram avaliadas a altura da planta, o diâmetro do caule, o diâmetro dos capítulos, a massa de 1.000 grãos e a produtividade de grãos. A aplicação de doses de potássio e de boro aumentou os teores desses nutrientes no solo, mas não aumentou os teores desses nutrientes na folha e nem influenciou as características da planta de girassol relacionadas ao crescimento e à produção. Os tratamentos de presença e ausência de uma dose de zinco, cobre e magnésio não influenciaram as características da planta de girassol relacionadas ao crescimento e à produção. A adubação nitrogenada da cultura do girassol, utilizando diferentes fontes de nitrogênio aplicadas no plantio e em cobertura, não influenciou o teor de nitrogênio na folha e as características da planta de girassol relacionadas ao crescimento e à produção.

Palavras Chaves: Girassol, oleaginosa, potássio, boro.

ABSTRACT

FÁBIO MARTINS DE QUEIROGA. **Answer of the sunflower growth to doses of potassium, magnesium, boron, zinc, copper and sources of nitrogen.** Mossoró - RN, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, February 2011. 69 p. Dissertation. Graduate Program in Soil Science. Advisor: Dr. Fábio Henrique Tavares de Oliveira.

In the northeast semi-arid, the culture of the sunflower can be cultivated under regime of rains or under irrigation conditions in the period of the drought. In Agropolo Mossoró-Assú, an important melon and watermelon production area in irrigation conditions during the drought period, the sunflower comes with high potential for culture rotation during the rainy period. However, the sunflower will only be economically viable if be obtained high productivities, what depends a lot on an appropriate fertilization. In this work it was aimed evaluating the answer of the sunflower culture (*Helianthus annuus* L.) to levels of K (potassium), Mg (magnesium), B (boron), Zn (zinc), Cu (copper) and to different sources of N (nitrogen) applied in the planting and in covering in alkaline soil of the Chapada do Apodi-RN. Two field trials were carried out in the municipal district of Baraúna-RN, in a clay eutrophic Haplic Cambisol. The sunflower was sowed in the spacing of 0,90 x 0,30 m using the hybrid H-251. The trial design had randomized blocks with four replications. In the trial 1, 10 treatments were compared with your respective nutrient applications to the soil, with five levels of K (0; 25; 50; 75 and 100 kg ha⁻¹) and five levels of B (0,0; 0,5; 1,0; 2,0 and 3,0 kg ha⁻¹). In the trial 2, seven treatments were compared with the objective of evaluating the effects of the presence and absence of the fertilization with Zn, Cu and Mg and the effects in different use forms (planting and, or, covering) of sources of N (urea and, or, ammonium sulfur). 47 days after emergency (DAE), samples composed of soil were collected in the depth from 0 to 20 cm of the useful area of each portion, for determination of the content of K, Mg, B, Zn and Cu available. In the beginning of the flower development of the sunflower, the nutritional status of the plants was evaluated, being determined the content of N, P, K, Ca, S, Mg, Zn, B and Cu in the leaves. At the end of the trial, plant height, stem and chapter's diameter, mass of 1.000 grains and the yield of grains were evaluated. The application of K and B doses increased the levels of those nutrients ones in the soil, however there was not effect in the plant as well as the characteristics of the sunflower plant related to the growth and the production. The treatments of presence and absence of a dose of Zn, Cu and Mg didn't influence the characteristics of the sunflower plant related to the growth and the production. The N fertilization of the sunflower culture, using different sources of N applied in the planting and in covering, didn't influence the level of N in the leaf and the characteristics of the sunflower plant related to the growth and the production.

Key words: Sunflower, oilseed, potassium, boron.

1. INTRODUÇÃO

A agricultura tem um potencial elevado para atender grande parte da demanda mundial de combustíveis pela produção de culturas que servirão de matéria prima para fabricação de etanol e de biodiesel. O óleo de algumas culturas oleaginosas, com destaque para a soja e o girassol, além de servir para produção de biodiesel também serve para a alimentação humana. Outro produto da cadeia produtiva do girassol é a torta, que é subproduto do processo de extração de óleo das sementes. Esta pode ser usada para alimentação animal e adubação orgânica. Seus teores médios de proteína e extrato etéreo são 22,19 e 22,15 %, respectivamente (Costa et al., 2005). O óleo de girassol representa aproximadamente 13% do óleo vegetal mundial produzido, mas a área plantada com girassol e a produção do seu óleo têm aumentado no mundo (USDA, 2009), com uma produção próxima a 30 milhões de toneladas anuais de grãos (FAO, 2009).

A produção brasileira de grãos de girassol ainda é pouco expressiva, com aproximadamente 0,5% da produção mundial nos últimos anos, tendo registrado 105 mil toneladas de grãos em 2007 (FAO, 2009), com uma produtividade média de 1.287 kg ha⁻¹ de grãos. O Estado do Rio Grande do Norte, embora não tenha apresentado aumento de área plantada nos últimos dois anos, produziu 1.300 toneladas de grãos em 2009 em uma área de 2.366 ha, obtendo uma produtividade média de 865 kg ha⁻¹, representando um aumento de 73,8% em relação ao ano de 2008, quando foi registrada uma produtividade de 512 kg ha⁻¹ em uma área semelhante (CONAB, 2010).

O girassol é uma oleaginosa que se adapta a larga faixa de ambientes, desenvolvendo-se em climas temperados, subtropicais e tropicais; apresenta boa tolerância a estiagens, às baixas temperaturas e ampla adaptabilidade às diferentes condições edafoclimáticas, desde que plantado na estação quente. O rendimento é pouco influenciado pela latitude, altitude e pelo fotoperíodo. Desenvolve-se bem nos solos férteis, planos e bem drenados. O girassol se constitui numa boa opção nos sistemas de rotação e sucessão de culturas de grãos (soja e milho) na época das chuvas (Smiderle, 2000).

No semi-árido nordestino, a cultura do girassol pode ser cultivada em condições de sequeiro (com ou sem irrigação complementar) no período das chuvas ou sob condições de irrigação no período da estiagem, constituindo-se em mais uma opção de cultura para produção de grãos e para rotação de culturas. No Agropolo Mossoró-Assú, região do semi-árido que se destaca na produção de melão e de

melancia em condições de irrigação durante o período de estiagem, o girassol se apresenta com potencial elevado para rotação de cultura durante o período chuvoso. As paisagens rurais do Estado do Rio Grande do Norte têm mudado nos últimos anos, pois em alguns locais onde se viam apenas plantações de milho e de feijão, agora já podem ser observadas algumas plantações de girassol.

Um importante fundamento para a expansão do cultivo do girassol no Rio Grande do Norte é a recente procura por óleo vegetal pelas companhias de refinamento de óleo diesel, em busca de alcançar as metas traçadas pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) que estabeleceu o mínimo de 5% de adição de biodiesel ao óleo diesel comercializado ao consumidor final. A principal empresa de extração e refino de petróleo (PETROBRAS) possui instalações locais e por isso, tem incentivado programas de desenvolvimento e difusão de tecnologia, buscando viabilizar o desenvolvimento desta cultura, tornando rentável a exploração do óleo de girassol oriundo da produção regional, em alternativa a soja, principal fonte de biodiesel no país (BILICH & SILVA, 2006), produzido em maior escala em outras regiões.

Outro fator que justifica a implantação de áreas de girassol é sua contribuição para melhoria da qualidade do solo, com a ciclagem de nutrientes, disponibilizando grande quantidade de nutrientes após a mineralização dos restos culturais, beneficiando o desenvolvimento e o estado nutricional das culturas subseqüentes (Trezzi et al., 1994; Ungaro, 1990), além de melhorar a qualidade física do solo com a incorporação de elevada biomassa. Além disso, como o girassol tem apresentado tolerância elevada à salinidade do solo (Moraes et al., 2010), que é um problema não raro em muitos solos do semi-árido, essa cultura pode ser produzida satisfatoriamente em solos afetados por sais onde culturas sensíveis não poderiam ser cultivadas satisfatoriamente.

O cultivo do girassol só será economicamente viável na região do Agropolo Mossoró-Assu se forem obtidas produtividades elevadas, o que depende muito de uma adubação adequada. Nesta região, já foi estudada a resposta da cultura do girassol a doses de nitrogênio e de fósforo (Braga, 2010) e à adubação orgânica com torta de mamona (Góes, 2010). Porém, a resposta dessa cultura a doses de potássio, boro, zinco, cobre e magnésio ainda não foi estudado. Inclusive, não foram encontrados relatos de trabalhos avaliando a resposta da cultura do girassol a doses de potássio e de boro, que são nutrientes considerados de alta relevância para essa cultura. Além disso, também é importante estudar o potencial de resposta da cultura do girassol a diferentes fontes de nitrogênio aplicadas no plantio e em cobertura, haja vista que

grande parte dos solos da região são alcalinos e possuem potencial elevado de perda de N por volatilização de amônia. Entre os micronutrientes, ressalta-se a importância de obter resposta a aplicação de boro, zinco e cobre, vistos os mais importantes para esta cultura entre os nutrientes menores.

Considerando que a definição de doses adequadas de nutrientes para a cultura do girassol é de grande importância para o aumento da produtividade dessa cultura e que resultados de pesquisa sobre adubação da cultura do girassol no Estado do Rio Grande do Norte ainda são bastante escassos, a definição de doses ideais de nutrientes baseada em experimentos de campo conduzidos na própria região é fundamental para o aumento da produtividade dessa cultura.

Neste trabalho objetivou-se avaliar a resposta da cultura do girassol a doses de potássio, boro, zinco, cobre e magnésio e a diferentes fontes de nitrogênio aplicadas no plantio e em cobertura.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A cultura do girassol

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma dicotiledônea anual da ordem Synandrales, família Asteraceae, originária da América do Norte, embora ocorram controvérsias de autores que defendem sua origem no México e Peru. O girassol também é conhecido como “flor do sol” devido à sua intrigante rotação sempre voltada para o Sol (heliotropismo).

O girassol é uma planta anual, de sistema radicular do tipo pivotante, com uma combinação entre raízes grossas e finas. Em solos bem desenvolvidos, a raiz principal pode atingir profundidade superior a dois metros, contribuindo para apresentar-se como tolerante a irregularidade pluvial devido à distribuição radicular e capacidade de captação de água em profundidade. No entanto, em solos compactados, ocorre baixo desenvolvimento radicular, com baixa absorção nutricional e hídrica (Ungaro, 2000).

O caule do girassol é ereto, geralmente não ramificado, com altura entre 1,0 e 2,5 m e número de folhas por planta entre 20 e 40. A inflorescência do girassol é tipo capítulo e sua semente é chamada de aquênio, constituído de pericarpo (casca), mesocarpo e endocarpo (amêndoa) (Viana, 2008). O caule e o capítulo são os componentes de maior participação na produção de massa do girassol. Segundo EMBRAPA (2010), nos genótipos comerciais, o peso de 1.000 aquênios varia de 30 a 60 g e, o número mais freqüente de aquênios pode variar entre 800 e 1.700 por capítulo.

Apresenta polinização cruzada, feita basicamente por entomofilia, pela ação de abelhas e outros insetos (Kakida et al., 1981). Atualmente, alguns cultivares tem alto grau de autocompatibilidade, reproduzindo-se mesmo na ausência de insetos.

O ciclo vegetativo do girassol varia entre 90 a 130 dias, dependendo do cultivar, da data de semeadura e das condições ambientais características de cada região e ano (EMBRAPA, 2010).

O girassol é uma cultura que se adapta a diferentes condições edafoclimáticas, podendo ser cultivada em todos os Estados nacionais (Leite et al., 2007). Atualmente, o girassol é cultivado em todos os continentes. Esta é uma das oleaginosas de características agronômicas mais importantes, visto que apresenta maior resistência à seca, ao frio e ao calor do que a maioria das espécies normalmente cultivadas no Brasil. Por possuir um ciclo vegetativo relativamente curto, elevada adaptabilidade às

diferentes condições edafoclimáticas e por não ter seu rendimento afetado por parâmetros como latitude, longitude e fotoperíodo, seu cultivo torna-se uma opção nos sistemas de rotação e sucessão de culturas em regiões produtoras de frutas.

2.1.1 Fases do desenvolvimento da planta do girassol

O desenvolvimento do girassol entre a semeadura e a maturação fisiológica é uma seqüência de alterações morfológicas e fisiológicas na planta. Muitas práticas culturais requerem o conhecimento de uma parte específica para seu melhor emprego, como aplicação de adubação de cobertura, de produtos químicos, ou a coleta da folhas para análise de tecido para serem executadas corretamente (Castiglioni et al., 1994; Castro & Farias, 2005).

A escala mais adotada e utilizada para publicações sobre o cultivo nas regiões produtoras de girassol na América do Sul (Argentina, Brasil e Paraguai) é a escala proposta por Schneiter & Miller (1981) (Quadro 1), em que o desenvolvimento da planta é dividido em duas etapas: Vegetativa (V) e Reprodutiva (R).

A fase vegetativa começa com a emergência de plântulas (VE) e termina com o início do aparecimento da inflorescência (botão floral). Após a emergência, as fases são definidas em função do número de folhas com o mínimo de 4 cm de comprimento, começando com V1, V2, VN. A fase reprodutiva começa com o aparecimento da inflorescência (botão floral) e termina com a maturação da planta (R1 até R9).

Quadro 1 – Descrição esquemática das fases de desenvolvimento da planta do girassol

Fase Vegetativa				Fase Reprodutiva								
Emergência	Número de folhas superior a 4cm			Desenvolvimento da inflorescência				Floração		Enchimento de aquênios		Maturação fisiológica
VE	V1	V2	VN	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9

Fonte: Schneiter & Miller (1981)

2.2. Importância da cultura do girassol

De acordo com vários estudos científicos, o óleo de girassol possui uma ótima qualidade nutricional e organoléptica (aroma e sabor), sendo essencial na prevenção de diferentes doenças cardiovasculares e no controle do nível de colesterol no sangue. Além disso, entre os óleos vegetais comestíveis, o óleo de girassol possui o maior teor percentual de ácidos graxos poliinsaturados, principalmente o ácido linoléico, essencial ao organismo humano e não sintetizado pelo mesmo, devendo ser ingerido através dos alimentos.

O girassol vem sendo explorado em escala crescente para a produção de biodiesel, como uma alternativa aos combustíveis derivado do petróleo, podendo ser usado em carros e qualquer outro veículo com motor diesel. É um combustível que emite menos poluente que o diesel.

Além do uso como biodiesel e do consumo humano, o óleo de girassol possui outras vantagens. A cultura do girassol é também utilizada na apicultura, sendo possível a produção de 20 a 40 kg de excelente mel por hectare plantado (BIODIESELBR, 2010). Cabe também salientar o uso do girassol em misturas com outras fontes de proteínas no preparo de ração para animais.

Além dos usos anteriormente citados, o óleo de girassol pode também ser utilizado nas indústrias farmacêutica, de cosméticos, de tintas e de limpeza. Suas sementes podem ser torradas e usadas como aperitivo, na composição de barras de cereais, biscoitos, papas de bebês, alimento de pássaros e ração para cães e gatos. Na área de floricultura e ornamentação, sua utilização pode ser ampliada com a criação de girassóis coloridos (Vieira, 2005). Esta cultura desponta como boa opção para uso em adubação verde, apresentando importante papel na recuperação da fertilidade do solo. Em áreas de reforma de canaviais utilizando o girassol, observa-se uma melhoria no desempenho e produtividade da cana-de-açúcar (Ambrosano et al., 2005), e em áreas de soja e milho que se faz rotação com o girassol pode se observar um incremento na produtividade de 10% para a soja e de 15 a 20% para o milho (Leite & Carvalho, 2005).

Trabalhos de diversos autores (Trezzi et al., 1994; Ungaro et al., 2000) demonstraram que o girassol é uma cultura que melhora a qualidade do solo, promovendo a ciclagem de nutrientes mediante a mineralização dos restos culturais ao longo do perfil, beneficiando, dessa forma, o desenvolvimento e a melhoria do

estado nutricional das culturas subseqüentes, representando uma boa alternativa para rotação de culturas. Silva (2009) identificou efeito alelopático do girassol sobre espécies invasoras, de forma especial a *Bidens ssp.*

Destaca-se a nível mundial como a quinta oleaginosa em produção de matéria prima, ficando atrás somente da soja, colza, algodão e amendoim, quarta oleaginosa em produção de farelo depois da soja, colza e algodão e terceira em produção mundial de óleo, depois da soja e colza (Lazarato et al., 2005). Atualmente, o girassol é cultivado em todos os continentes, abrangendo uma área de 18 milhões de hectares, totalizando aproximadamente 20 milhões de toneladas anuais de grãos. Seus maiores produtores, com base na safra 2005/2006, são Rússia, Ucrânia, Argentina, União Européia e Índia (USDA, 2009).

A produção nacional chegou as 148 mil toneladas em 2008, apresentando um aumento de 27% nos últimos 10 anos, alcançando 115 mil ha e uma produtividade de 1.287 kg ha⁻¹, após ter apresentado rendimentos médios históricos acima de 1.400 kg ha⁻¹ (Quadro 2). Os principais produtores nacionais de girassol são Mato Grosso, seguido por Rio Grande do Sul, Goiás e Mato Grosso do Sul. As diferenças mais marcantes entre os estados produtores ficam a cargo do nível tecnológico empregado: sistema de manejo, sementes utilizadas, dosagens de fertilizantes aplicados e época de semeadura (IBGE, 2010).

Na safra 2008, comparando a media brasileira de 1.297 kg ha⁻¹ com a media estadual, os produtores de girassol no estado do Rio Grande do Norte obtiveram uma produtividade considerada baixa, com uma média de 512 kg ha⁻¹ em 1.600 ha de área colhida com girassol (Quadro 2). Devido às irregularidades pluviométricas registradas no semi-árido nordestino, não se espera produtividades semelhantes através de sucessivas temporadas. De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação - FAO (2010), a porcentagem total média de água usada nos diferentes períodos de crescimento da cultura do girassol é de aproximadamente 20% durante o período vegetativo e de 55% durante o florescimento, restando 25% para o período de enchimento de grãos. Suas necessidades hídricas não estão bem definidas, havendo informações desde menos de 200 mm até mais de 900 mm por ciclo. Usualmente, tem-se admitido uma faixa entre 500 mm e 700 mm de água, bem distribuídos ao longo do ciclo, que tem resultado em rendimentos próximos ao máximo.

Quadro 2 – Área plantada, produtividade e produção da cultura do girassol no Brasil e nas principais regiões e Estados produtores, nas safras 2008/2009 e 2009/2010

Região/UF	Área (em mil ha)		Produtividade		Produção (em mil t)	
	08/09	09/10	08/09	09/10	08/09	09/10
	-----kg ha ⁻¹ -----					
Brasil	75,00	67,30	1.460	1.429	109,40	96,30
Nordeste	3,50	3,40	676	782	2,30	2,70
CE	1,90	1,90	815	717	1,50	1,40
RN	1,60	1,50	512	865	0,80	1,30
Centro-oeste	47,20	47,00	1.601	1.453	75,50	68,30
MT	41,30	38,10	1.635	1.469	67,50	56,00
MS	2,40	2,70	1.100	1.120	2,60	3,00
GO	3,50	5,60	1.550	1.500	5,40	9,30
Sul	24,30	16,90	1.298	1.441	31,60	25,30
PR	0,70	0,70	1.371	1.382	1,00	1,00
RS	23,60	16,20	1.296	1.499	30,60	24,30

Fonte: COMPARATIVA DE ÁREA, PRODUTIVIDADE E PRODUÇÃO SAFRAS 2008/09 E 2009/10 (2010).

Ademais, o baixo nível técnico empregado associado com o insuficiente aporte nutricional, tem limitado o rendimento da cultura no Rio Grande do Norte, que junto ao Maranhão e Piauí foi contemplado na região nordeste em estudos de zoneamento agrícola para a cultura do girassol na safra 2009/2010.

Os municípios aptos para produção de girassol foram aqueles que apresentaram em, no mínimo, 20% de seu território, Índice de Satisfação de Necessidade de Água (ISNA) maior ou igual a 0,65, em 80% dos anos avaliados. No Maranhão e no Piauí, acrescenta-se a isso a temperatura média do ar maior que 20 °C, em no mínimo sete dias, durante a terceira fase do ciclo, também em 80% dos anos avaliados.

2.3. O Agropolo Mossoró-Assu

O Agropólo Mossoró-Assu é a principal região produtora de frutas, hortaliças e grãos da região semi-árida do Estado do Rio Grande do Norte, abrangendo parte ou o total da área de 18 municípios (Figura 1), onde se pratica agricultura de sequeiro e,



Figura 1 – Municípios pertencentes ao Agropolo Mossoró-Assu.

principalmente, agricultura irrigada. Os materiais de origem dos solos dessa região são de natureza sedimentar, compostos principalmente por calcário, arenito, sedimentos do grupo barreiras e sedimentos aluviais (DNPM, 1998). De acordo com o Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solos do Estado do Rio Grande do Norte (Brasil, 1971), nesta região se encontram muitos Latossolos, Argissolos, Chernossolos Rêndzicos, Cambissolos, Neossolos Litólicos, Neossolos Quartzarênicos e Neossolos Flúvicos.

Quanto ao clima, a região apresenta pluviosidade baixa e irregular, em torno de 600 mm ano⁻¹, em média, concentrada em uma única estação de fevereiro a maio, com ocorrência de períodos agudos de estiagem; temperaturas médias anuais em média 27,4°C, com taxas elevadas de evapotranspiração e balanço hídrico negativo, durante parte do ano; insolação muito forte (2.700 horas ano⁻¹), aliada a uma umidade relativa média anual em torno de 70% (IDEMA, 2010).

A formação vegetal é a Caatinga Hiperxerófila, que se caracteriza por ser uma vegetação de caráter mais seco, com abundância de cactácea e plantas de porte mais baixas e espalhadas. Entre outras espécies destacam-se a jurema-preta (*Mimosa*

tenuiflora), mufumbo (*Combretum leprosum*), faveleiro (*Cnidoscolus phyllacanthus*), marmeleiro (*Croton sonderianus*), xique-xique (*Pilosocereus gounellei*) e facheiro (*Pilosocereus glacensis*) (IDEMA, 2010).

O solo predominante é o Cambissolo desenvolvido a partir do calcário e localizado sobre a Chapada do Apodi, com terras planas a ligeiramente elevadas, formadas por terrenos sedimentares, cortados pelos rios Apodi-Mossoró e Piranhas-Açu. Quimicamente, possuem alta soma de bases trocáveis, podendo representar mais de 90% de saturação da capacidade de troca de cátions. Normalmente são alcalinos, com pH às vezes acima de 8,0 e fósforo assimilável muito baixo (menor que 5 mg kg⁻¹). Naturalmente têm sido constatadas deficiências de micronutrientes, principalmente zinco e, embora possa conter mais de 200 mg kg⁻¹ de potássio, tem sido constatada deficiência desse nutriente, pelo desequilíbrio existente na relação entre os cátions K : Ca : Mg, com os altos teores de cálcio, causando inibição competitiva na absorção do potássio e, às vezes, até do magnésio (Crisóstomo et al., 2010).

O Agropolo Mossoró-Assu com predominância das áreas de produção do município de Baraúna se destaca na produção de melão e de melancia, sendo a principal região produtora de melões do Brasil. Essas cucurbitáceas são plantadas durante a estação seca (segundo semestre) sob condições de irrigação, mas durante a estação chuvosa (primeiro semestre) muitas áreas plantadas com melão e melancia não são cultivadas ou são cultivadas com culturas de pouco retorno econômico para os produtores, ocasionando a demissão de vários trabalhadores rurais. Isso tem levado vários produtores da região a buscarem culturas alternativas para serem cultivadas durante a estação chuvosa, como a cultura do girassol.

No caso dos produtores de melão e de melancia da região, a infra-estrutura do sistema de irrigação utilizada na estação seca fica ociosa durante a estação chuvosa e pode ser utilizada para realização de irrigação complementar da cultura do girassol durante este período, que é marcada por veranicos freqüentes.

2.4. Nutrição e adubação da cultura do girassol

2.4.1. Exigência nutricional da cultura do girassol

Entre os fatores que colaboram na absorção e na disponibilidade de nutrientes do solo, destacam-se as propriedades do solo, as condições climáticas, bem como a disponibilidade de água e seu manejo, a capacidade de exploração do

sistema radicular, entre outros que conjuntamente, possibilitam a planta de ter suas necessidades atendidas e conseqüentemente, expressar seu potencial genético sobre as características da produção e qualidade de seus produtos.

Entre as necessidades cruciais para a expressão máxima do potencial produtivo, destaca-se o estado nutricional da planta. Para a cultura do girassol, os níveis críticos em faixa de suficiência, onde são considerados os níveis nutricionais de amostras de população de plantas de alta produtividade estão descritos no quadro 03.

A exigência nutricional da cultura de girassol varia em função da fase de desenvolvimento em que se encontra. Na fase vegetativa, ou seja, ciclo inicial de desenvolvimento com até 30 dias após a emergência (DAE), o girassol necessita de pouca quantidade de nutrientes. Castro & Oliveira (2005) verificaram que a maior absorção de nutrientes e água e, conseqüentemente, maior desenvolvimento ocorre a partir desse momento até o florescimento pleno (fase R5).

Entre os 28 e 56 dias após emergência existe um rápido aumento na exigência nutricional. Nas fases de florescimento e início do enchimento de aquênios (R5, R6 e R7) entre os 56 e 84 dias, ocorre uma diminuição gradativa na velocidade de absorção de nutrientes quando se alcança o nível máximo de acúmulo em quantidades variáveis para cada nutriente (Castro & Oliveira, 2005). Observa-se que o girassol acumula um total de 41 kg de N; 17,1 kg de P_2O_5 e 171 kg de K_2O para produzir uma tonelada de grãos (Quadro 4).

O período que compreende o final do enchimento de aquênios possui intensa translocação, principalmente de nitrogênio e fósforo dos órgãos vegetativos para os reprodutivos, demonstrando uma alta exportação, a qual é de aproximadamente 56 a 70% do total acumulado. Para o potássio apenas uma quantidade pequena é acumulada nos aquênios e exportada 7% do total absorvido pela planta, mas precisa concentrações elevadas no caule e no capítulo para obter um bom desenvolvimento. Outros nutrientes como cálcio e boro também apresentam taxas de exportação reduzidas (Castro & Oliveira, 2005).

Quadro 3 – Nível crítico em faixa de suficiência dos principais nutrientes na cultura do girassol

Nutrientes	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn	Cu
	-----dag kg ⁻¹ -----						-----mg kg ⁻¹ -----		
Planta	3,3-3,5	0,4-0,7	2,0-2,4	1,7-2,2	0,9-1,1	0,5-0,7	50-70	70-140	30-50

Fonte: Cantarutti et al. (2007).

Quadro 4 – Exportação e quantidade de macronutrientes absorvidos pela cultura do girassol, para cada 1.000 kg de grãos produzidos

Parte da Planta	N	P	K	Ca	Mg	S
	----- kg t ⁻¹ -----					
Grãos	23	12,0	12	1,6	2,5	2,2
Restos culturais	18	5,1	159	37,9	8,7	6,6
Total	41	17,1	171	39,5	11,2	8,8
Exportação (%)	56	70	7	4	22	25

Fonte: Adaptado de Castro & Oliveira (2005) e Blamey et al (1997).

Na última fase ocorre uma redução das atividades metabólicas e aceleração do processo de senescência das folhas, promovendo a maturação fisiológica dos grãos, encerrando a absorção e o acúmulo de nutrientes, com forte perda de umidade (Schneiter & Miller, 1981).

Como na maioria das grandes culturas agrícolas, o girassol acumula grandes quantidades de nutrientes, com ênfase ao nitrogênio, fósforo e potássio, porém sua resposta à adubação é limitada. Seu sistema radicular profundo proporciona maior exploração e auxilia no melhor aproveitamento da fertilidade natural dos solos e grande parte dos nutrientes aplicados a esta cultura retorna ao solo, após a colheita, através da parte aérea e raízes (Castro et al. 1997).

O potássio (K) é o elemento exigido em maior quantidade pela cultura (Santos, 2009). É um elemento muito móvel na planta, com alta mobilidade intracelular e nos tecidos, percorrendo longas distâncias com distribuição pelos vasos do xilema e floema (Meurer, 2006). A absorção do nutriente é função da demanda pela planta e da capacidade de suprimento do solo.

Para uma boa produção de girassol, a disponibilidade de potássio deve ser média a alta devido à elevada demanda para cada tonelada de grão produzido, próximo de 171 kg ha⁻¹ de K na parte aérea. A quantidade exportada através dos aquênios na colheita é baixa, em torno de 12 kg ha⁻¹ de K por tonelada produzida (Quadro 4). Zabiole et al. (2010) constataram que o K é o nutriente absorvido em maiores quantidades, porém a redistribuição para os aquênios é baixa, indicando que grande parte do K acumulado pode retornar ao solo com a decomposição dos restos culturais. A ordem de exportação, por sua vez, foi à seguinte: N > P = K > Mg = S > Ca.

Castro & Oliveira (2005) verificaram em um Latossolo muito argiloso no Paraná, pouco incremento de produtividade do girassol em solo com quantidade de potássio acima do nível crítico, em torno de 70 mg kg^{-1} para atingir 90 % da produtividade relativa máxima. Experimentos realizados em Latossolo Vermelho eutroférico e distroférico com teor menor que 47 mg kg^{-1} de K no solo, determinaram baixa disponibilidade e absorção de potássio pelo cultivo de girassol, o qual apresentou baixa concentração de K nas folhas, em torno de $18,8 \text{ g kg}^{-1}$. Nessas condições foram evidenciados sintomas de deficiência típica do nutriente e queda da produtividade (Borkert et al., 1997). Quando se apresentam solos com disponibilidade alta do nutriente utiliza-se uma adubação de manutenção, considerando uma exportação de 10 a 12 kg de K_2O para cada 1.000 kg de grãos produzidos (Castro & Oliveira, 2005).

O nitrogênio (N) é o segundo nutriente mais requerido pela cultura do girassol, o qual absorve 41 kg de N por 1.000 kg de grãos produzidos, podendo ser tanto a partir da adubação quanto através de restos culturais, exportando 56 % do total absorvido (Castro & Oliveira, 2005).

Blamey et al. (1997) cita que o nitrogênio é o maior limitante nutricional na produtividade do girassol, proporcionando redução de até 60 % de seu potencial de produção em decorrência da sua deficiência.

Avaliações experimentais indicam que com 40 a 50 kg ha^{-1} de N, obtém-se 90% da produção relativa máxima, o qual corresponde à quantidade do nutriente economicamente mais eficiente. Também se verificou que com 80 a 90 kg ha^{-1} de N é alcançada a produção máxima do girassol (Smiderle et al., 2002; Smiderle et al., 2004; Castro et al., 2004).

O fósforo (P) é o nutriente mais exportado pelos aquênios. Sua absorção ocorre até o ponto de enchimento dos grãos, podendo ser translocado das folhas e caule durante o período de maturação, numa razão de até 60% (Hoocking & Steer, 1983). A adubação mínima de exportação de P para a produção de 2.000 kg ha^{-1} em solos com alto teor de fósforo é de 30 kg ha^{-1} de P_2O_5 , podendo ser de até 80 kg ha^{-1} nos solos com disponibilidade muito baixa (Castro & Oliveira, 2005).

O cálcio (Ca) apesar de considerado um macronutriente secundário, é o terceiro nutriente mais exigido pela cultura do girassol (Zabiole et al., 2010). Segundo Vitti et al. (2006), sua absorção pode ser diminuída por altas concentrações no solo de K^+ , Mg^{++} e NH_4^+ . Encontra-se firmemente ligado a estruturas no apoplasto, sendo parte trocável nas paredes celulares e na membrana plasmática. Muitas das funções do Ca estão

ligados à composição estrutural de macromoléculas e relacionadas à sua capacidade de coordenação, o que confere ligações intermoleculares estáveis mais reversíveis, principalmente nas paredes celulares e na membrana plasmática (Vitti et al., 2006).

Depois do cálcio o magnésio (Mg) segue na ordem de absorção nutricional do girassol (Zabiole et al., 2010). Sua absorção ocorre de forma semelhante ao K, porém, com mais intensidade de assimilação pela planta através do mecanismo de fluxo de massa, assim como Ca. As funções do Mg na planta estão relacionadas principalmente, com sua capacidade de interagir com ligantes nucleofílicos, como os grupos fosforílicos, por meio de ligações iônicas, e agindo como elemento de ligação e, ou, formando complexos de diferentes estabilidades plasmática. Grande proporção do Mg total da planta está envolvida na regulação do pH celular e no balanço cátion-ânion (Vitti et al., 2006).

O enxofre (S) é requerido pela cultura do girassol em níveis semelhante ao fósforo (Zabiole et al., 2010). Em muitos aspectos, a assimilação do S é semelhante à do nitrato. Sua assimilação ocorre principalmente através de fluxo de massa. As principais funções do S na planta são estruturais, na formação das proteínas e metabólicas, na ação dos aminoácidos em proteínas, aminoácidos livres e compostos de S de baixo peso molecular (Vitti et al., 2006).

O boro (B) é um micronutriente essencial ao desenvolvimento das plantas superiores e a sua deficiência é mais comum que de qualquer outro micronutriente. No Brasil, deficiência de boro ocorre com maior frequência nos solos de cerrado. A cultura do girassol é uma das mais sensíveis a essa deficiência e apresenta pouca eficiência em seu aproveitamento (Sousa et al., 2004). O B ocorre sob cinco formas no solo: minerais primários como turmalina e micas ricas em B; minerais secundários, principalmente dentro da estrutura das argilas; adsorvido às argilas, na superfície de hidróxidos e na matéria orgânica; em solução como ácido bórico e como borato; bem como na matéria orgânica e biomassa microbiana (Shorrocks, 1997). Goldberg (1997) considera a química do B muito simples, pois não sofre reações de redução-oxidação ou de volatilização no solo.

Na planta, o B intervém em vários processos biológicos importantes. Atua em alguns processos enzimáticos como constituinte ou como componente ativo. Participa na translocação de açúcares e no metabolismo de carboidratos. Desempenha papel importante no florescimento, no crescimento do tubo polínico, nos processos de frutificação, no metabolismo do N e na atividade de hormônios (Dechen & Nachtigall, 2006).

O zinco (Zn) tanto é absorvido por via radicular como foliar, sendo considerado por muitos autores como nutriente altamente móvel. Sua maior concentração se encontra na raiz, sendo muito baixo no fruto. Sua ação na planta se dá principalmente como constituintes estruturais de enzimas desidrogenases, participa na ativação enzimática da trifosfatase-desidrogenase, nos processos de respiração e fermentação e afeta na síntese e conservação de auxinas (Dechen & Nachtigall, 2006).

O cobre (Cu) está presente em baixas concentrações no tecido vegetal do girassol. Bowen (1969) menciona evidências de inibição entre o Cu e o Zn. Seu movimento na planta é intermediário e depende da concentração no tecido vegetal. O Cu é constituinte da oxidase do ácido ascórbico, da citocromo-oxidase da plastocianina, que se encontra nos cloroplastos (Dechen & Nachtigall, 2006).

2.4.2. Recomendação de adubação

A dose do nutriente a ser aplicado depende fundamentalmente do teor do elemento disponível no solo e a expectativa de rendimento a ser obtido. Estas são obtidas por meio de experimentos de calibração e são fornecidos através de tabelas de recomendações de adubação de cada Estado ou região brasileira ou nos pacotes tecnológicos que existem para a cultura nas áreas de aptidão agrícola.

A recomendação de adubação potássica é realizada por alguns Estados com propósito de corrigir a deficiência natural do solo, quando os teores de K no solo são muito baixos ou baixos, em adição a tradicional adubação de manutenção. A adubação de correção objetiva elevar o teor de K no solo até valores próximos ao nível crítico, enquanto a adubação de manutenção procura repor as quantidades exportadas do solo pelo produto da colheita e pelas perdas naturais (Ernani et al., 2007) .

Comissão de Fertilidade do Solo (2004) apresenta para a cultura do girassol os seguintes valores para suficiência de potássio no tecido foliar, valores de K em cada tonelada de grãos e recomendação média de K_2O por tonelada de grãos colhidos, respectivamente: 30 à 45 g kg^{-1} K, 6 kg t^{-1} K e 15 kg $ha^{-1} t^{-1}$ K_2O .

Para os micronutrientes, as recomendações são mais limitadas assim como a disponibilidade de pesquisa para os diferentes elementos em função das culturas comerciais. Existem três estratégias básicas para aplicação de micronutrientes que

vem sendo utilizados no Brasil: de segurança, de prescrição e de restituição. A primeira foi bem mais utilizada no passado e ainda persistem naqueles cultivos de alto valor, como hortaliças e frutíferas, onde seu custo é insignificante no valor da produção. Geralmente incluem vários ou todos os micronutrientes.

A estratégia de prescrição vem substituindo as de segurança devido ao aumento de casos de recomendações oficiais de micronutrientes para as culturas em diferentes regiões (Abreu et al., 2007).

Para a cultura do girassol, Ribeiro et al. (1999) e Raij et al. (1996) recomendam 1 kg ha⁻¹ de boro e 2 a 4 kg ha⁻¹ de zinco. Galvão (2002) cita que para solos com baixos teores de B, Cu e Zn, a cultura do girassol deve ser adubada com estes três micronutrientes via adubação de plantio na razão de 2, 2 e 6 kg ha⁻¹ de boro, cobre e zinco respectivamente e uma complementação foliar de 5, 5 e 5 g L⁻¹ de bórax, sulfato de Cu e sulfato de Zn, respectivamente. Alguns autores recomendam a aplicação entre 1,0 a 2,0 kg ha⁻¹ de boro no girassol (Silva, 1990; Castro et al., 1997).

As recomendações de magnésio estão associadas a correção da acidez do solo. Não existe recomendação de aplicação destes nutrientes em solos derivados de calcário, com alto teor deste nutriente no solo, ainda que as relações com cálcio sejam elevadas. As recomendações para adubação com K, B, Mg, B, Zn e Cu em diferentes regiões do Brasil estão descritas no Quadro 5.

Quadro 5 – Doses de potássio, boro, zinco, cobre e magnésio recomendadas para a cultura do girassol em diferentes Estados e Regiões do Brasil

Recomendação	K ₂ O	B	MgO	Zn	Cu
	----- kg ha ⁻¹ -----				
SP	20	0,5 a 1,0	*	-	-
MG	30	1,0	**	2,0 a 4,0	-
RS/SC	30	-	-	-	-
Cerrado	30	2,0	**	6,0	2,0
CE	30	1,0	**	5,0	-
Média	28	1,25	-	4,7	2,0
Amplitude	20 a 30	0,5 a 2,0	-	2,0 a 6,0	2,0

Fonte: Universidade Federal do Ceará (1993), Quaggio & Ungaro (1997), Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (1999), Sousa & Lobato (2004), Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (2004), Leite et al. (2007). *Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 70% e o teor de magnésio a um teor mínimo de 5 mmol_c dm⁻³. ** Elevar o teor de Mg no solo com aplicação de calcário.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Descrição geral da área experimental

Dois experimentos foram realizados em uma área agrícola de propriedade particular localizada no município de Baraúna-RN, distante 45 km da sede do município de Mossoró-RN, com as seguintes coordenadas geográficas: 5° 04' 48" de latitude sul, 37° 37' 00" de longitude oeste e altitude de 94 m (IBGE, 2008). O solo da área experimental é um Cambissolo Háplico de textura franco-argilo-arenosa, relevo plano e derivado de calcário.

O clima da região é do tipo semi-árido quente e apresenta um período de chuvas irregulares entre os meses de fevereiro e maio e um período de seca entre os meses de junho e janeiro. Como o experimento de campo foi conduzido no período de seca, foram realizadas irrigações complementares às precipitações pluviais. O sistema de irrigação utilizado foi o de gotejamento com tubos gotejadores com emissores de 1,7 L h⁻¹ a uma pressão de 120 KPa, utilizando subsídio de informações climáticas diárias provenientes de uma estação meteorológica localizada em outra propriedade agrícola particular próxima da área experimental. A lâmina total de água fornecida durante o ciclo da cultura do girassol foi de aproximadamente 400 mm ha⁻¹, de modo que a cultura não sofreu nenhum déficit hídrico. A composição química média da água extraída do Aquífero Jandaíra, de onde se retirou a água de irrigação, é apresentada no quadro 6.

Quadro 6 – Composição química média da água de irrigação utilizada no experimento

pH	CE	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	RAS	Cátions	Ânions
	dS m ⁻¹	mmol _c L ⁻¹								(mmol L ⁻¹) ^{0,5}	mmol _c L ⁻¹	
7,1	1,26	0,08	2,3	7,9	4,8	3,8	0,0	7,7	0,26	0,9	15,1	11,8

3.2. Instalação dos experimentos

Em maio de 2009 foram coletadas amostras de solo antes da preparação do solo para caracterização química e física do solo (Quadro 7) da área experimental,

Quadro 7 – Características químicas e físicas do solo da área experimental antes da instalação dos experimentos, avaliadas na camada de 0-20 cm

pH	M.O	N _{total}	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	(H+Al)	Areia	Silte	Argila
(H ₂ O)	%	g kg ⁻¹	-----	mg dm ⁻³	-----	-----	cmol _c dm ⁻³	-----	-----	-----	g kg ⁻¹	-----
7,4	0,77	1,6	1,8	210,3	11,5	4,8	1,3	0,00	1,98	177	331	492

retirando amostras de uma profundidade de 0 a 20 cm e submetidas a análises de acordo a EMBRAPA (1997).

A preparação do solo foi constituída por duas subsolagens cruzadas a uma profundidade média de 40 cm e dois passes de grades niveladoras cruzadas a aproximadamente 20 cm de profundidade. A marcação e abertura das linhas de plantio foram realizadas com sulcador, a uma profundidade média de 15 cm. Em seguida, os blocos e parcelas foram marcados, após as devidas mensurações.

Foram instalados simultaneamente dois experimentos utilizando o delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições. Cada parcela dos experimentos foi composta por quatro linhas de plantio com seis metros de comprimento, espaçadas a 0,90 m, com área total de 21,6 m². A área útil de cada parcela foi composta pelas duas linhas centrais, desconsiderando meio metro nas extremidades de cada linha de plantio.

O girassol foi plantado em agosto de 2009 no espaçamento de 0,90 x 0,30 m e a cultivar utilizada foi o híbrido H-251. A semeadura foi realizada a 4 cm de profundidade com duas sementes a cada 0,30 m na linha da adubação (sulco). O desbaste foi realizado aos 27 dias após o plantio, deixando apenas uma planta a cada 0,30 m, para alcançar um stand de aproximadamente 37.000 plantas ha⁻¹.

Todos os nutrientes foram aplicados dentro do sulco por ocasião do plantio, com exceção do nitrogênio (N) e do potássio (K). Para o N, 20% da dose utilizada foi aplicada junto com os outros nutrientes no sulco de plantio, sendo que o restante foi dividido em duas adubações de cobertura, aplicando-se 40% da dose de N aos 30 dias após a emergência (DAE) e os outros 40% da dose aos 50 DAE. No experimento 1, as fontes de N utilizadas foram a uréia no plantio e o sulfato de amônio nas duas adubações de cobertura. Como fonte de K foi utilizado o cloreto de potássio, aplicando-se 50% da dose no plantio e o restante aos 30 DAE, junto com o N. A fonte de fósforo utilizada foi o

superfosfato triplo e as de boro (B), zinco (Zn) e cobre (Cu) foram o ácido bórico, sulfato de zinco e sulfato de cobre, respectivamente.

No experimento 1, foram aplicados 10 tratamentos referente a cinco doses de potássio (0; 25; 50; 75 e 100 kg ha⁻¹) e cinco doses de boro (0,0; 0,5, 1,0; 2,0 e 3,0 kg ha⁻¹) (Quadro 8). Já no Experimento 2, aplicaram-se sete tratamentos (Quadro 9) com o objetivo de avaliar os efeitos da presença e ausência de adubação com Zn, Cu e Mg e os efeitos de diferentes formas de utilização (plantio e, ou, cobertura) de fontes de N (uréia e, ou, sulfato de amônio).

No período de condução dos experimentos no campo a precipitação pluvial na área experimental foi de 37,7 mm, mas a cultura não teve problemas de déficit hídrico porque foi irrigada. Os valores médios de temperatura (°C) média, máxima e mínima, umidade relativa do ar (%) e evapotranspiração potencial (mm dia⁻¹) foram: 26,4; 34,0; 20,58; 70 e 5,7, respectivamente.

3.3. Condução dos experimentos

Aos 47 DAE foram coletadas com trado holandês amostras compostas de solo na profundidade de 0 a 20 cm da área útil de cada parcela, para determinação dos teores de K, Zn e Cu disponíveis pelo extrator Mehlich-1, de Mg disponível pelo extrator KCl 1 mol L⁻¹ e B disponível pelo método de extração com água quente (Embrapa, 2006). Na composição da amostra composta do solo de cada parcela, duas amostras simples foram coletadas no sulco de plantio, quatro amostras simples a 10 cm do sulco e seis amostras simples no ponto médio entre os sulcos, de acordo com recomendação de Oliveira et al. (2007). No início do florescimento do girassol, aos 67 dias após a emergência, foram coletadas na área útil de cada parcela 14 folhas localizadas no terço superior de 14 plantas (Malavolta et al., 1997), nas quais foram determinados os teores de N, P, K, Ca, S, Mg, Zn, B e Cu, de acordo com Tedesco et al. (1995).

Os tratos culturais adotados durante a condução dos experimentos seguiram as recomendações de Leite et al. (2007). O controle de ervas daninhas foi realizado por meio de capinas manuais, realizadas sempre que necessário desde o plantio até os 35 DAE. Foram realizadas três pulverizações (aos 23, 42 e 71 DAE), usando misturas compostas dos inseticidas Vertimec®, Actara®, para controle de mosca branca (*Bemisia tabaci*) e mosca minadora (*Lyriomiza huidobrensis*). O Amistar® foi usado no combate ao fungo causador da mancha de alternaria (*Alternaria helianthi*).

Quadro 8 – Doses de nutrientes aplicadas na cultura do girassol, de acordo com os tratamentos do Experimento 1

Tratamento	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	B	Zn	Cu
----- kg ha ⁻¹ -----						
Doses de K						
T1	70	90	0	2,0	1,0	0,5
T2	70	90	25	2,0	1,0	0,5
T3	70	90	50	2,0	1,0	0,5
T4	70	90	75	2,0	1,0	0,5
T5	70	90	100	2,0	1,0	0,5
Doses de B						
T6	70	90	75	0,0	1,0	0,5
T7	70	90	75	0,5	1,0	0,5
T8	70	90	75	1,0	1,0	0,5
T9	70	90	75	2,0	1,0	0,5
T10	70	90	75	3,0	1,0	0,5

Quadro 9 – Doses de nutrientes aplicadas na cultura do girassol, de acordo com os tratamentos do Experimento 2

Tratamento	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	B	Zn	Cu
----- kg ha ⁻¹ -----							
Testemunha ⁽¹⁾	70	90	75	0	2,0	1,0	0,5
Ausência Zn ⁽²⁾	70	90	75	0	2,0	0,0	0,5
Ausência Cu ⁽²⁾	70	90	75	0	2,0	1,0	0,0
Presença Mg ⁽²⁾	70	90	75	10	2,0	1,0	0,5
Fonte de N (U, SA e U) ⁽³⁾	70	90	75	0	2,0	1,0	0,5
Fonte de N (U, U e U) ⁽⁴⁾	70	90	75	0	2,0	1,0	0,5
Fonte de N (SA, SA e SA) ⁽⁵⁾	70	90	75	0	2,0	1,0	0,5

⁽¹⁾O tratamento testemunha foi considerado como o tratamento de referência. As fontes de N utilizadas neste tratamento foi uréia (U) no sulco de plantio e sulfato de amônio (SA) nas duas adubações nitrogenadas de cobertura.

⁽²⁾As adubações nitrogenadas nesses tratamentos foram iguais às realizadas no tratamento testemunha. ⁽³⁾Utilizou-se uréia no sulco de plantio, sulfato de amônio na primeira adubação nitrogenada de cobertura e uréia na segunda adubação nitrogenada de cobertura. ⁽⁴⁾Uso exclusivo da uréia no plantio e nas duas adubações nitrogenadas de cobertura. ⁽⁵⁾Uso exclusivo do sulfato de amônio no plantio e nas duas adubações nitrogenadas de cobertura.

3.4 Características avaliadas e análises estatísticas

Ao final do experimento, aos 118 DAE, foram avaliados em 10 plantas localizadas na área útil de cada parcela, a altura da planta, considerada como a distância entre a superfície do solo e a inserção do capítulo, o diâmetro do caule medido aos 5 cm de distância do solo e o diâmetro dos capítulos. As plantas úteis de cada parcela foram contadas, e os capítulos de cada planta foram cortados e colocados em sacos de pano para secagem ao sol. Os grãos dos capítulos de cada parcela foram separados manualmente e pesados, obtendo-se a produtividade de grãos. Em seguida, uma amostra de 1.000 grãos de cada parcela foi separada para obtenção da massa de mil grãos. Todos os dados de pesagem foram corrigidos para o teor de água nos grãos a 9%.

Os dados dos dois experimentos foram tabulados e submetidos à análise estatística utilizando-se o software SAEG (Ribeiro Júnior, 2001). Os dados do experimento 1, onde se avaliou o efeito de doses de potássio e de boro, foram submetidos às análises de variância e de regressão. No experimento 2, primeiramente realizou-se uma análise de variância (ANAVA) considerando os sete tratamentos. O valor do quadrado médio do resíduo desta ANAVA foi utilizado para aplicação dos testes de Dunnett e de Tukey até 5% de probabilidade. No teste de Dunnett, o tratamento testemunha foi comparado com os tratamentos de ausência de zinco e de cobre e com presença de magnésio. Por sua vez, o teste de Tukey foi aplicado para comparar entre si os tratamentos referentes à aplicação de diferentes fontes de nitrogênio no plantio e em cobertura.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Efeito de doses de Potássio e de Boro

4.1.1. Potássio no solo e na planta

As médias dos teores de potássio no solo variaram de 158,3 a 253,4 mg dm⁻³ para as doses zero e 100 kg ha⁻¹ K₂O, respectivamente (Quadro 10). O aumento do teor de K no solo foi significativo e apresentou comportamento linear com alta

correlação entre doses aplicadas e o teor do elemento no solo (Figura 2). Antes da instalação do experimento o teor de K no solo era de 210 mg dm^{-3} (Quadro 7), mas ao final do cultivo do girassol o teor de K no solo sem adubação potássica diminuiu para $158,3 \text{ mg dm}^{-3}$, evidenciando que o girassol retira quantidade elevada de K do solo. De acordo com Castro & Oliveira (2005) e Blamey et al. (1997), o K é o nutriente acumulado em maior quantidade na planta de girassol, mas apenas 7% dessa quantidade de K é exportada pelos grãos.

De acordo com as principais tabelas de recomendação de adubação em uso no País (Universidade Federal do Ceará, 1993; Quaggio & Ungaro, 1997; CFSEMG, 1999; Sousa & Lobato, 2004; Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004; Leite et al., 2007), teores de K disponível no solo maiores ou iguais aos encontrados neste trabalho (Quadro 10) são considerados “Muito Alto”. No Paraguai, Villalba (2008) recomenda o valor de $88,8 \text{ mg dm}^{-3}$ como o nível crítico de K disponível no Argissolo vermelho-amarelo.

O aumento dos teores de K no solo em consequência da adubação potássica não influenciou os teores de K nas folhas do girassol. Em média, o teor de K na planta foi $28,2 \text{ g kg}^{-1}$ (Quadro 10), valor que está um pouco abaixo da faixa de suficiência recomendada ($30 \text{ a } 45 \text{ g kg}^{-1}$) por Ernani et al. (2007), mas está um pouco acima daquela recomendada ($20 \text{ a } 24 \text{ g kg}^{-1}$) por Malavolta et al. (1997).

Em macieira, Ernani et al. (2002) mostraram que teores elevados de K no solo nem sempre estão associados a concentrações elevadas de K nas folhas, como aconteceu com o girassol neste trabalho. A mobilidade de K no solo e a absorção de K pela planta pode ser muito afetada pelas concentrações elevadas de Ca e de Mg na solução do solo, pois enquanto estes nutrientes se deslocam mais rapidamente no solo por fluxo de massa, o K se desloca mais lentamente por difusão. Assim, o maior acúmulo de Ca e de Mg na rizosfera pode diminuir a absorção de K e, conseqüentemente diminuir a concentração de K nas folhas (Malavolta, 2005; Rosolem, 2005). Convém salientar que mesmo sem adubar com K o teor de K no solo já era muito alto, de modo que acréscimos nos teores de K no solo dificilmente provocariam acréscimos nos teores de K na planta, pois o girassol já estaria na sua capacidade máxima de acúmulo de K nos seus tecidos.

Quadro 10 – Médias dos teores de potássio no solo (KSO) e nas folhas (KFO) do girassol, em função de doses de potássio aplicadas no solo

Dose de K (kg ha ⁻¹)	KSO mg dm ⁻³	KFO g kg ⁻¹
0	158,3	28,5
25	178,9	27,5
50	191,8	28,2
75	217,4	28,3
100	253,4	28,3
Média:	200,0	28,2
Análise de regressão ⁽¹⁾ :	*	ns

⁽¹⁾* e ns modelo significativo a 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente.

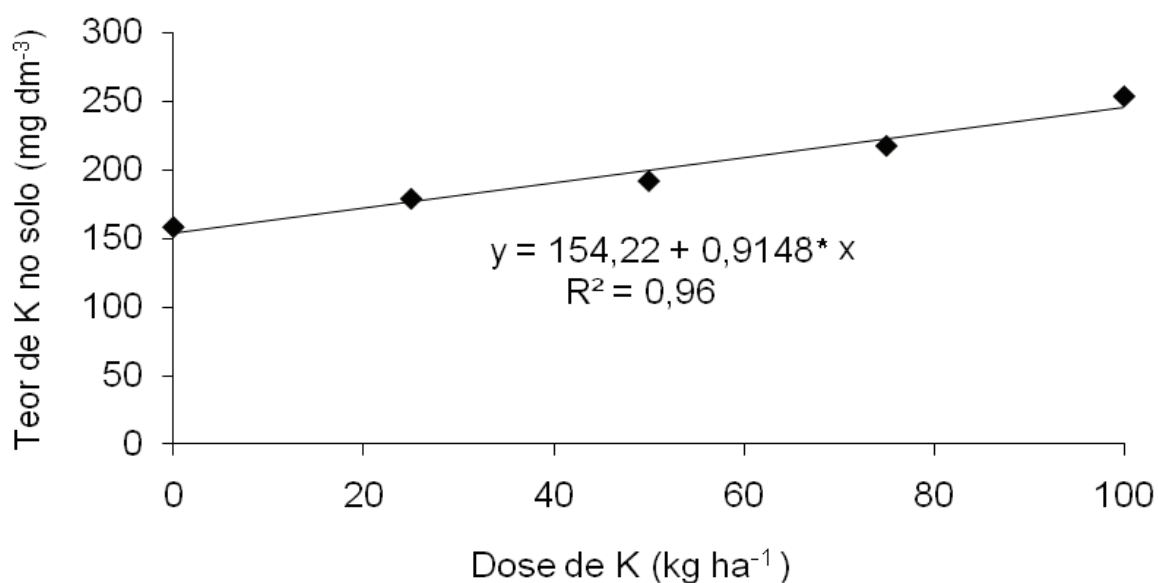


Figura 2 – Teor de potássio no solo aos 47 dias após a aplicação de doses de potássio aplicadas no solo.

Borkert et al. (1997) indicam que teores de K no tecido vegetal do girassol inferiores a 18 g kg^{-1} causam queda no rendimento da cultura. Também relatam que, em Latossolo Vermelho Distroférrico com teor de K disponível menor que $46,8 \text{ mg dm}^{-3}$, a absorção de K pela planta e o rendimento da cultura do girassol são menores. Prado & Leal (2006) observaram resposta da cultura do girassol à adubação potássica, obtendo-se o rendimento máximo quando o teor de K na folha alcançou $40,5 \text{ g kg}^{-1}$.

4.1.2. Altura da planta, diâmetro do caule, diâmetro do capítulo, massa de 1.000 grãos e produtividade em função de doses de potássio

Assim como foi observado para o teor de K na folha, as variáveis altura da planta, diâmetro do caule, diâmetro do capítulo, produtividade e massa de 1.000 grãos não responderam à adubação potássica, de modo que não foi possível o ajuste de nenhum modelo de regressão aos dados observados (Quadro 11). As médias observadas para a altura da planta, diâmetro do caule, diâmetro do capítulo, massa de 1.000 grãos e produtividade foram, respectivamente, 1,85 m, 2,26 cm, 14,8 cm, 58,7 g e 2.931 kg ha^{-1} .

No mesmo tipo de solo deste trabalho e com a mesma cultivar, Góes (2010) verificou valores de altura da planta entre 1,80 m e 1,89 m. De acordo com Barni et al. (1995), o girassol não evidencia diferenças no crescimento quando o nível de fertilidade do solo é elevado.

Embora a massa de 1.000 grãos não tenha sido influenciada pela adubação potássica, a média observada (58,7 g) neste trabalho (Quadro 11) foi superior à encontrada (46,2 e 52,7 g) por Sasch et al. (2006), em um experimento no qual essa variável foi influenciada pela adubação potássica em girassol variedade EMBRAPA 122 V2000. A ausência de efeito significativo da adubação potássica no teor de K na planta (Quadro 10) e nas características relacionadas ao crescimento e aos componentes de produção (Quadro 11), certamente contribuiu para que a produtividade do girassol também não fosse influenciada pelo aumento das doses de K aplicadas ao solo (Quadro 11). Resultados semelhantes também foram encontrados por Campos & Sarder (1987).

Diversos trabalhos apontaram dados contrários aos encontrados no presente experimento, embora poucos foram desenvolvidos sob estas condições de alta fertilidade natural com respeito ao nutriente estudado. Grove & Sumner (1982) encontraram resposta no aumento de produtividade do cultivo de girassol com

Quadro 11 – Médias de altura da planta (APL), diâmetro do caule (DCAU), diâmetro do capítulo (DCAP), produtividade (PROD) e massa de 1.000 grãos (MMG), para a cultura do girassol, em função de doses de potássio aplicadas no solo

Doses de K	APL	DCAU	DCAP	MMG	PROD
(kg ha ⁻¹)	m	Cm	cm	g	kg ha ¹
0	1,84	2,37	15,8	62,2	3.011
25	1,87	2,28	14,5	58,3	2.830
50	1,85	2,24	14,7	57,9	2.884
75	1,80	2,20	14,3	57,5	2.878
100	1,91	2,22	14,8	57,4	3.054
Média	1,85	2,26	14,8	58,7	2.931
Análise de regressão ⁽¹⁾ :	ns	Ns	ns	ns	ns

⁽¹⁾ ns = nenhum modelo de regressão se ajustou aos dados.

incremento de K em dois experimentos instalados em solos degradados nos Estados Unidos. Efeito semelhante foi encontrado por Villalba (2008) em solos paraguaios em sistema de plantio direto, alcançando rendimento de 2.600 kg ha⁻¹ com dose de 90 kg ha⁻¹ de K₂O em um solo arenoso de baixa fertilidade. Sob condições semelhantes, Harn et al. (2007) obtiveram resposta de produtividade do girassol em 2.501 kg ha⁻¹ com uma dose máxima testada de 150 kg ha⁻¹ K₂O.

Trabalhos em solos de textura média do Estado de Mato Grosso (Castro & Oliveira, 2005) demonstraram que em condições de baixa até média disponibilidade de K-trocável no solo, a cultura do girassol respondeu a doses de K que variaram de 40 a 80 kg ha⁻¹ de K₂O. Sachs et al. (2006), em experimento em solo contendo 105 mg dm⁻³ de K, encontrou efeito significativo de doses de K na produtividade do girassol, sendo que a resposta máxima foi obtida com a dose de 41 kg ha⁻¹ de K₂O. Borket et al. (1997) verificaram restrição ao rendimento do girassol somente quando o teor de K disponível no solo foi inferior a 60 mg kg⁻¹.

Vários trabalhos têm apresentado ausência de resposta das culturas a doses de potássio, mesmo quando as análises de solos apresentavam baixos teores naturais desse elemento. Castilhos & Meurer (2001, 2002) e Castilhos et al. (2002) mostraram que a principal razão da ausência de resposta à adubação potássica se deve a presença no solo de minerais fontes de K.

4.1.3. Boro no solo e na planta

As médias dos teores de boro no solo variaram de 0,32 mg dm⁻³ a 0,61 mg dm⁻³ entre o menor tratamento, onde foi omitida a adubação com boro e a dose de 2 kg ha⁻¹ B (Quadro 12). O aumento do teor de B no solo foi significativo e apresentou alta correlação entre doses aplicadas e o teor do elemento no solo (Figura 3). Entretanto, no tratamento com a maior dose de B aplicada ao solo (3 kg ha⁻¹), observou-se uma mudança de comportamento sobre o teor de B no solo, provavelmente em detrimento de erros ocasionados pela distribuição do adubo ao solo, bem como imprecisões da coleta do solo.

Para Raij et al. (1996), os teores de B nos solos de São Paulo considerados médios estão na faixa compreendida entre 0,21 mg dm⁻³ e 0,60 mg dm⁻³. Para Alvarez V. et al. (1999), o teor adequado de B nos solos de Minas Gerais está entre 0,61 e 0,90 mg dm⁻³. No entanto, para Sociedade Brasileira de Ciência de Solo (2004), acima de 0,3 mg dm⁻³ de B nos solos de Santa Catarina e Rio Grande do Sul já são considerados elevados. Pipolo et al. (1999) encontrou na dose 1 mg dm⁻³ a melhor resposta para produtividade e matéria seca do girassol. Castro et al. (2006) apresenta como nível mínimo abaixo do qual ocorre comprometimento na produtividade o valor de 0,27 mg dm⁻³ de B no solo.

Segundo Malavolta et al. (1997), os níveis de boro no solo abaixo de 0,5 mg dm⁻³ e acima de 1,0 mg dm⁻³ pode promover deficiência e fitotoxidez, respectivamente, na cultura do girassol, que é uma cultura bastante sensível a variação deste nutriente. Para Ungaro (2000), solos que tenham recebido correções com calcário e o teor de boro estiver abaixo de 0,26 mg dm⁻³, deve fornecer uma suplementação desse elemento sob pena de comprometimento na produção do girassol.

Para o teor de B no tecido vegetal, não houve efeito significativo. O teor médio de B foliar foi de 60 mg kg⁻¹ de B. Estes dados diferem de Castro et al. (2006), que encontraram correlação entre dose de B aplicado, conteúdo de B foliar e produtividade de aquênios. Os dados encontrados estão dentro das faixas adequadas, respectivamente, indicadas por Raij et al. (1996) de 35-100 mg kg⁻¹ e Malavolta et al. (1989) de 50-70 mg kg⁻¹.

A resposta para maior rendimento de grãos encontradas por Marchetti et al. (2001) foi com 1 mg kg⁻¹ de B aplicado ao solo. Estes relatam que o nível crítico de B no tecido vegetal encontrado foi entre 12 e 20 mg kg⁻¹ de massa seca. Blamey (1979) encontrou melhores respostas em 47 mg kg⁻¹ enquanto Machado (1979)

Quadro 12 – Médias dos teores de boro no solo (BSO) e nas folhas do girassol (BFO), em função de doses de boro aplicadas no solo

Dose de B (kg ha ⁻¹)	BSO mg dm ⁻³	BFO mg kg ⁻¹
0,0	0,32	60
0,5	0,41	58
1,0	0,51	56
2,0	0,61	65
3,0	0,46	61
Média:	0,46	60
CV (%):	17	12
Análise de regressão ⁽¹⁾ :	**	ns

⁽¹⁾ ns = nenhum modelo de regressão se ajustou aos dados. ** = o modelo se ajustou satisfatoriamente aos dados ao nível de 1% de probabilidade.

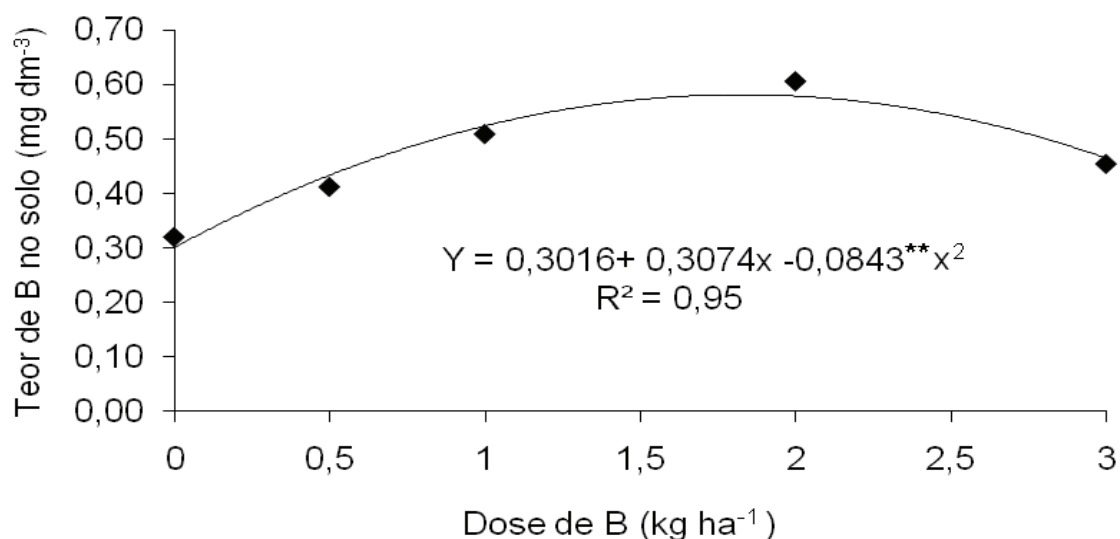


Figura 3 – Teor de boro no solo aos 47 dias após a aplicação de doses de boro no solo.

observou 50 mg kg⁻¹. Melo & Lemos (1991) testando presença e ausência de B em girassol, observaram teores foliares de 140 mg kg⁻¹ e 45 mg kg⁻¹ de B, respectivamente.

O B no solo disponível para as plantas encontra-se na forma de ácido bórico em condições de pH neutro, sendo máxima entre 8 e 9, formando complexos com Ca ou ligados a compostos orgânicos solúveis, forma com que este nutriente é absorvido pela planta (Dechen & Nachtigall, 2006). Segundo os mesmos autores, quando o solo recebe elevada calagem, promove redução na disponibilidade de B no solo.

Dado as condições do conteúdo de B natural do solo estudado apresentar níveis adequados para a cultura do girassol, não houve correlação entre efeito de doses de B no solo e B absorvido pela planta.

Observa-se nas condições estudadas que este nutriente não constituiu uma limitação para o desenvolvimento do girassol, considerando seus níveis naturais próximo a 0,32 mg dm⁻³. Também se justifica pelas diversas condições adequadas apresentadas pelo solo estudado, onde este nutriente se disponibiliza para a planta: pH alcalino, textura argilosa, presença de matéria orgânica do solo e umidade do solo.

Ressalta-se que a não reposição do mesmo em sucessivos cultivos, poderá levar a cultura a expressar seu efeito em níveis insuficientes para o desenvolvimento da planta, gerando deficiência nutricional e possível limitação da produção.

4.1.4. Altura da planta, diâmetro do caule, diâmetro do capítulo, massa de 1.000 grãos e produtividade, em função de doses de boro

As médias referente a altura de planta, diâmetro do caule, diâmetro do capítulo, produtividade e massa de 1.000 grãos não apresentaram efeito significativo de doses de B, não sendo possível o ajuste de nenhum modelo matemático para curva de resposta (Quadro 13).

A média de altura da planta foi de 1,85 m. O mesmo efeito também foi constatado por Bonacin et al. (2009). Lima et al. (2010), embora tenham observado diferença significativa entre doses de 1 a 5 kg ha⁻¹, a máxima altura de planta observada na dose de 3 kg ha⁻¹ foi de 1,18m, bem inferior as médias encontradas neste experimento.

A média de diâmetro de caule apresentou valor de 2,27 cm (Quadro 13). Igualmente a este, Bonacin (2002) não encontrou efeito significativo de doses de boro sobre o diâmetro de caule. Todavia, estes dados são satisfatórios quando comparados

Quadro 13 – Médias de altura da planta (APL), diâmetro do caule (DCAU), diâmetro do capítulo (DCAP), produtividade (PROD) e massa de 1.000 grãos (MMG), para a cultura do girassol, em função de doses de boro aplicadas no solo

Doses de B	APL	DCAU	DCAP	MMG	PROD
(kg ha ⁻¹)	m	Cm	cm	g	kg ha ⁻¹
0,0	1,87	2,25	14,5	59,3	2.816
0,5	1,86	2,30	15,4	60,8	2.790
1,0	1,85	2,23	15,0	58,9	2.691
2,0	1,85	2,32	15,3	59,8	2.718
3,0	1,84	2,22	14,7	63,8	2.709
Média	1,85	2,27	15,0	60,5	2.745
CV (%)	3	5	5	8	7
Análise de regressão ⁽¹⁾ :	ns	Ns	ns	ns	ns

⁽¹⁾ns = nenhum modelo de regressão se ajustou aos dados.

aos dados de Lima et al. (2010), que ainda encontrando resposta significativa, o máximo valor médio para diâmetro de caule foi de 1,74 cm para uma dose de 3 kg ha⁻¹.

Para diâmetro do capítulo, a média encontrada foi de 15,0 cm. Braga (2010) encontrou média máxima do diâmetro do capítulo de 16,83 cm, enquanto Góes (2010) verificou valores entre 12,9 e 14,7 cm trabalhando com mesma cultivar.

Para a variável massa de mil grãos, foi encontrado 60,5 g, corroborando com dados de Braga (2010) com valor máximo de 64,8 g.

A média para produtividade de grãos foi de 2.745 kg ha⁻¹. Dados corroborados por Bonacin et al. (2009), que testaram na cultivar EMBRAPA V122-2000 até a dose de 4 kg ha⁻¹, obtendo como melhor resposta, a produtividade de 2.559 kg ha⁻¹. Lemos & Vazquez (2005), trabalhando com o híbrido H-251 de girassol, no período de safrinha e sem irrigação em São Paulo, notaram produtividades médias de grãos de 1.050 kg ha⁻¹, valor bem menor que os obtidos neste experimento. Já no Paraná, Leite & Carvalho (2005) obtiveram produtividade média de grãos de 1.839 kg ha⁻¹, para o mesmo híbrido. Entretanto, Braga et al. (2009) trabalhando no Rio Grande do Norte, observaram para o híbrido H-251 com adubação a base de torta de mamona e alta dose de nitrogênio em fundação e NPK via fertirrigação, uma produtividade de 4.171 kg ha⁻¹, superior aos dados obtidos neste experimento.

Em experimento testando doses de boro entre 0 e 2,25 kg ha⁻¹, Andrade (2000) não obteve resposta significativa de produção quando o teor de boro no solo era igual a 0,25 mg dm⁻³. Caletti & Vázquez-Amábile (2002) trabalharam com três híbridos de girassol em solos da Argentina, sob dose de boro entre 0 e 7 kg ha⁻¹ e obtiveram produções entre 2.003 e 2.539 kg ha⁻¹. Resposta semelhante aos encontrados por Lima et al. (2010), que obtiveram uma produtividade de 2.442 kg ha⁻¹.

Em solo ácido (pH 4,3), Pipolo et al. (1999) testando doses de boro obtiveram resposta significativa sobre rendimentos do girassol. No entanto, neste mesmo experimento, neutralizando a acidez com calcário dolomítico, não constataram resposta significativa.

Efeito significativo de doses de B sobre matéria seca, produção de aquênios e rendimento de óleo até a dose 1 kg ha⁻¹ foram encontrados por Castro et al. (2006). Prado e Leal (2006) avaliando o efeito da ausência de boro em experimento de girassol, não observaram sintomas visuais de deficiência durante o período experimental. Cruz et al. (1983), cultivando plantas de girassol da linhagem LA 1, em condições de casa de vegetação, observaram redução no tamanho das plantas, clorose internerval nas folhas do ponteiro e deformação do limbo das plantas. Bonacin (2002), avaliando a aplicação de doses crescentes de boro (entre 0 e 4 kg ha⁻¹), em girassol cultivado em vasos, com Latossolo Vermelho, observou que não houve diferença significativa das doses do elemento nas variáveis de crescimento vegetativo, como altura das plantas, número de folhas, área foliar e diâmetro do caule, além da produção e matéria seca. Porém, a presença do elemento, mesmo na dose mais baixa, foi importante para o desenvolvimento das plantas.

A deficiência de boro prejudica o transporte e a ação dos reguladores de crescimento, além de provocar distúrbios no desenvolvimento da planta (Melo & Lemos, 1991). Segundo Dechen & Nachtigall (2006), o girassol por se constituir em umas das espécies mais susceptíveis a deficiência de B, que por sua vez limita a produção por desempenhar um papel importante no florescimento, no crescimento do tubo polínico, nos processos de frutificação, no metabolismo do N e na atividade de hormônios, esperando assim, correlação entre rendimento e aplicação de doses crescentes deste elemento.

O teor natural de B no solo em níveis adequados somada as características físicas e químicas deste solo, bem como a manutenção da umidade através da

irrigação localizada, possivelmente foram as causas da falta de resposta dos atributos do crescimento e da produção do girassol frente a doses de B.

O B disponível para as plantas no solo representam uma fração pequena do B total, com teores em torno de 0,1 a 3,0 mg kg⁻¹ (Dechen & Nachtigall, 2006). A mineralização da matéria orgânica disponibiliza um percentual importante do B para a planta. Acredita-se que a implantação do experimento logo após a incorporação de restos vegetais, tenha contribuído para o aporte de B para a cultura do girassol em níveis de suficiência para o desenvolvimento da cultura. Abreu et al. (2007) relatam que a seca acelera o aparecimento de deficiência do B. No entanto, tende a desaparecer quando a umidade do solo é adequada. Esta tese pode explicar os dados observados no experimento, uma vez que as condições hídricas foram totalmente atendidas pelas irrigações proferidas durante todo o ciclo do cultivo.

No entanto, as maiores doses de ácido bórico aportados não foram correspondidos por maior absorção de B pela planta provavelmente pela interação deste elemento com o Ca altamente disponível na solução do solo. Malavolta (1976) relata que entre vários fatores, a combinação entre pH elevado e o alto teor de cálcio existente em solos alcalinos explicam a baixa absorção de boro em solos corrigidos com calcário.

4.2. Resposta do girassol a adubação com zinco, cobre e magnésio

4.2.1. Teores de zinco e de cobre no solo e na planta

Não observou-se efeito significativo de Zn no solo sobre os tratamentos aplicados, não corroborado por Fouly et al. (2001) testando este nutriente em níveis semelhantes. Assim como no solo, não houve efeito no tecido vegetal, onde não foi observada diferença estatística entre os tratamentos (Quadro 14). A média de Zn no tecido vegetal do tratamento sem aplicação de uma fonte de Zn foi de 42 mg kg⁻¹, considerado adequado por Ambrosano et al. (1996) e Raij et al. (1996), que relatam como ideais para a cultura do girassol, valores entre 30 e 80 mg kg⁻¹ de Zn e 20 a 55 mg kg⁻¹ de Zn, respectivamente. No entanto, para Cantarutti et al. (2007), está abaixo dos valores de referência, uma vez que são relatados para a cultura do girassol a faixa de 70 e 140 mg kg⁻¹ de Zn no tecido vegetal. Malavolta et al. (1989) citam que apenas

teores inferiores a 25 mg kg^{-1} de Zn no tecido vegetal caracterizam deficiência do elemento nas folhas.

Em estudo desenvolvido por Prado & Leal (2006) testando presença e ausência de Zn em solução nutritiva para o girassol, observaram que a quantidade acumulada do elemento nas plantas que receberam um tratamento comercial de Zn foi de 30 mg kg^{-1} . Abreu et al. (2007) relatam que a correlação entre os valores obtidos de Zn no solo e no tecido vegetal são baixos, quando comparados as correlações com macronutrientes.

O teor de Cu no solo não expressou diferença estatística entre o tratamento sem aplicação de uma fonte de Cu e a testemunha. O tratamento sem aplicação de Cu apresentou média de $0,96 \text{ mg dm}^{-3}$ Cu (Quadro 14), que segundo Raij et al. (1996), é considerado um nível elevado nos solos agrícolas. Assim como no solo, o Cu no tecido vegetal também não diferiu estatisticamente, expressando uma média de $20,7 \text{ mg kg}^{-1}$ no tratamento sem aplicação de Cu, abaixo da faixa de suficiência apresentado por Ambrosano et al. (1996), entre 25 e 100 mg kg^{-1} de Cu no tecido vegetal do girassol. Esta baixa correlação de Cu no solo e no tecido vegetal pode ser interpretada pela forte ligação deste elemento com os ácidos húmicos originados da mineralização da matéria orgânica acumulada na zona radicular, a partir da decomposição dos restos vegetais.

As plantas raramente apresentam deficiência de Cu, dada sua disponibilidade adequada na maioria dos solos. Contudo, poderia ocorrer em solos com baixo teor total de Cu ou com altos teores de matéria orgânica (Abreu et al., 2001). Segundo interpretação dos resultados da análise de solo para micronutrientes, consideram elevado os teores de Zn e Cu no solo os valores superiores a $0,5$ e $0,4 \text{ mg dm}^{-3}$ nos Estados de RS e SC, respectivamente (Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004); acima de $2,1$ e $2,0 \text{ mg dm}^{-3}$, respectivamente, nos solos do PR (Costa & Oliveira, 1998), acima de $1,2$ e $0,8 \text{ mg dm}^{-3}$ respectivamente, para SP (Raij et al., 1996) e superior a $2,2$ e $1,8 \text{ mg dm}^{-3}$ respectivamente, em MG (Alvarez V. et al., 1999). Entretanto, o teor de Cu encontrado no solo estudado apresentou-se no mínimo, em níveis adequados pelas interpretações para solos do PR e MG. Para o elemento Zn, os níveis médios encontrados no solo foram classificados elevados por todas as avaliações mencionadas.

Quadro 14 – Médias⁽¹⁾ dos teores de zinco e de cobre no solo e nas folhas do girassol, em função da adubação com presença e ausência de zinco, cobre e magnésio

Tratamento	Zinco		Cobre	
	Solo	Folha	Solo	Folha
	mg dm ⁻³	mg kg ⁻¹	mg dm ⁻³	mg kg ⁻¹
Testemunha ⁽²⁾	3,11	40,1	1,04	19,7
Ausência de Zn	2,60	42,0	0,96	17,0
Ausência de Cu	2,91	41,4	0,96	20,7
Presença de Mg	3,27	39,6	0,86	20,0

⁽¹⁾Em cada coluna, médias com * diferem da testemunha, pelo teste de Dunnet a 5%. ⁽²⁾Testemunha: presença de Zn e Cu e ausência de Mg.

4.2.2. Teores de magnésio e de cálcio no solo e na planta

Os teores de Cálcio (Ca) no solo e no tecido vegetal não sofreram influencia dos tratamentos com presença e ausência de Mg (Quadro 15). O nível elevado de Ca no Cambissolo estudado decorre de sua origem calcária, somado ao Ca introduzido pela água de irrigação, que neste experimento chegou a 630 kg ha⁻¹ Ca. Segundo Lopes (1998), solos calcários em ambiente árido, contêm os maiores valores deste nutriente.

Os teores médios foliares também se apresentaram elevados, com média de 32,6 g kg⁻¹ de Ca no tecido vegetal no tratamento com aplicação de Mg. Estes dados são considerados elevados, segundo valores de referência apresentados por Cantarutti et al. (2007), cujos valores apresentados para a cultura do girassol oscilam entre 17 e 22 g kg⁻¹ de Ca.

A absorção do Ca está associada às relações de equilíbrio com o Mg e o K na solução do solo (Sousa et al., 2007). As relações entre Ca, Mg e K no solo antes e após a implantação do experimento, na presença e ausência de adubação com Mg, estão expressos no quadro 16. Verificou-se que as relações entre Ca e K; Mg e K, aumentaram após a condução do experimento, devido aos incrementos fornecidos pela água de irrigação, além do decréscimo do K em função da maior exportação deste nutriente pela planta.

Quadro 15 – Médias⁽¹⁾ dos teores de cálcio e de magnésio no solo e nas folhas do girassol, em função da adubação com presença e ausência de zinco, cobre e magnésio

Tratamento	Cálcio		Magnésio	
	Solo	Folha	Solo	Folha
	cmol _c dm ⁻³	g kg ⁻¹	cmol _c dm ⁻³	g kg ⁻¹
Testemunha ⁽²⁾	7,33	32,6	1,48	4,70
Ausência de Zn	7,28	32,0	1,93	4,65
Ausência de Cu	7,25	32,3	2,25	4,48
Presença de Mg	7,93	32,6	2,23 *	4,44

⁽¹⁾Em cada coluna, médias com * diferem da testemunha, pelo teste de Dunnett a 5%. ⁽²⁾Testemunha: presença de Zn e Cu e ausência de Mg.

O Mg apresentou diferença no teor médio no solo. No tratamento com presença deste nutriente, a média observada foi de 2,23 cmol_c dm⁻³ de Mg no solo, diferindo estatisticamente do tratamento testemunha, segundo o teste de Dunnett a 5% de probabilidade (Quadro 15). Observa-se que em todos os tratamentos estudados, o Mg apresentou aumento do seu teor no solo em relação ao nível apresentado antes da implementação do experimento.

Além do conteúdo natural deste elemento no solo, em função da sua natureza de origem, não menos importante é o incremento de Mg na água de irrigação, que assim como o Ca, representa grande quantidade de ingresso deste nutriente distribuído durante toda a fase do cultivo, quando se faz necessário o uso de água extraída do aquífero Jandaíra, dotada de elevadas taxas de Ca, Mg e bicarbonatos. O incremento de Mg durante este experimento foi de 230 kg ha⁻¹. Desta forma, a extração de Mg pela planta ocorre sem comprometer de forma significativa, o nível elevado de Mg no solo.

Neptune (1986) relata que solos de regiões áridas ou semi-áridas, podem conter grandes quantidades de Mg na forma de epsomita (MgSO₄.7H₂O). Vitti et al. (2006) relatam que o Mg participa da estrutura de micas e minerais de argila do tipo 2:1, encontrados em solos menos intemperizados, nos quais é possível a persistência desses e de outros minerais contendo esse elemento. Estas condições são pertinentes ao Cambissolo do presente trabalho.

Quadro 16 – Relações Ca:K, Ca:Mg e K:Mg no solo antes da instalação do experimento e 47 dias após a instalação do experimento para os tratamentos com presença e ausência de uma dose de magnésio

Relação	Antes do experimento	Quarenta e sete dias depois	
		Ausência de Mg	Presença de Mg
Ca : K	9,0 : 1,0	13,5 : 1,0	14,0 : 1,0
Ca : Mg	3,6 : 1,0	3,5 : 1,0	3,6 : 1,0
K : Mg	1,0 : 2,5	1,0 : 3,8	1,0 : 4,0

Segundo Vitti et al. (2006), a deficiência de Mg no solo pode surgir quando este apresenta pH inferior a 5,4, alto teor de K, relação K : Mg superior a 4, concentrações de Mg inferior a $0,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e proporção da CTC inferior a 6%. Em função do elevado teor de K no solo, fundamentou-se a hipótese da necessidade de incrementos deste elemento ao solo.

Segundo Lopes (1998), outra condição em que o Mg pode expressar deficiência na planta cultivada em solos com teores satisfatórios de Mg é quando se aplica água de irrigação com alto teor de bicarbonato, prática esta observada em cultivos irrigados com a água mencionada. A quantidade estimada de bicarbonato durante a condução do experimento foi aproximadamente 1.900 kg ha^{-1} .

O teor médio de Mg no tecido vegetal foi de $4,44 \text{ g kg}^{-1}$ (Quadro 15), corroborado por Prado & Leal (2006) que encontraram teores foliares de $4,9 \text{ g kg}^{-1}$ trabalhando com recomendações comerciais através de solução nutritiva. Estes dados se apresentam abaixo dos valores de referencia para a cultura do girassol, segundo Cantarutti et al. (2007) e Malavolta et al. (1989), que estabeleceram o limite entre 9 e 11 g kg^{-1} . No entanto, está dentro da faixa considerada adequada por Raij et al. (1996), que é de 3 a 8 g kg^{-1} .

De acordo com Sousa et al. (2007), a absorção do Mg está associada as suas relações de equilíbrio com o Ca e o K na solução do solo, o que pode responder o porquê da limitada absorção do Mg em nível foliar mediante ao elevado conteúdo de Mg no Cambissolo estudado somado ao elevado incremento de Mg via água de irrigação.

Para Vitti et al. (2006), a relação de K : Mg na planta geralmente varia entre 7 e 10, sendo que em relações na ordem de 15 a 20 com Mg absoluto baixo no tecido vegetal, a planta pode apresentar sintomas de deficiência deste nutriente, causando

comprometimento na produção. Fato este não observado no presente trabalho, onde relação K : Mg no tecido vegetal foi de 6, com níveis intermediários de Mg na planta.

4.2.3. Altura da planta, diâmetro do caule, diâmetro do capítulo, massa de 1.000 grãos e produtividade, em função da adubação com zinco, cobre e magnésio

As variáveis analisadas altura de planta, diâmetro do caule e diâmetro do capítulo, não apresentaram efeito significativo para as condições propostas de ausência de adubação com fonte de Zn, ausência de adubação com fonte de Cu e presença de adubação com fonte de Mg (Quadro 17).

As médias para altura de planta apresentaram-se entre 1,80 m e 1,87 m e as médias observadas para diâmetro do caule foram entre 2,19 cm e 2,30 cm. Para diâmetro do capítulo, as médias observadas foram entre 13,8 cm e 15,3 cm. A ausência de adubação com Zn e Cu não apresentaram efeito sobre os parâmetros de crescimento, pela disponibilidade natural destes nutrientes no solo. Embora o Cambissolo estudado apresente pH com reação alcalina, que apresenta impedimento para a maior disponibilidade de micronutrientes metálicos para as plantas, o girassol extraiu tais elementos, satisfazendo suas necessidades para atender suas funções fisiológicas. O teor médio de Zn no solo foi superior a 2,5 mg dm⁻³ em todos os tratamentos, enquanto que o teor médio de Cu foi de 0,85 mg dm⁻³. Estes teores disponíveis no solo devem ser respondidos pela fração de resíduos vegetais depositados na superfície do solo, onde, pela decomposição, liberam estes nutrientes para a planta (Dechen & Nachtigall, 2006).

Observações realizadas por Prado & Leal (2006) em estudos com condições de ausência de Zn sobre o girassol revelam que a omissão de zinco não ocasionou redução nos atributos que indicam crescimento vegetativo, nem nas características da produção. Não foram observados, durante o período de experimentação, sintomas visuais de deficiência do elemento.

Quanto ao Mg, os níveis naturais deste elemento somado as condições adequadas de pH resultaram em uma disponibilidade efetiva para todos os tratamentos. A aplicação proposta de uma fonte de Mg neste solo não foi refletida pela resposta biológica da planta.

Quadro 17 – Médias de altura da planta (APL), diâmetro do caule (DCAU), diâmetro do capítulo (DCAP), massa de 1.000 grãos (MMG) e produtividade (PROD), para a cultura do girassol, em função da adubação com presença e ausência de zinco, cobre e magnésio

Tratamento	APL	DCAU	DCAP	MMG	PROD
	m	-----cm-----		g	kg ha ⁻¹
Testemunha ⁽¹⁾	1,80	2,20	14,3	57,5	2.878
Ausência de Zn	1,85	2,30	15,3	61,2	3.062
Ausência de Cu	1,87	2,30	15,2	60,2	3.008
Presença de Mg	1,83	2,19	13,8	56,5	2.724
F (ANOVA) ⁽²⁾	1,32 ^{ns}	1,08 ^{ns}	1,93 ^{ns}	1,43 ^{ns}	1,25 ^{ns}

⁽¹⁾Testemunha: presença de Zn e Cu e ausência de Mg. ⁽²⁾Análise de variância considerando sete tratamentos e quatro repetições.

De acordo com Barni et al. (1995) não há evidência de diferenças no crescimento do girassol quando ocorre elevada fertilidade do solo para o cultivo de girassol. Fouly et al. (2001) não encontraram efeito significativo entre doses de zinco e diâmetro do caule do girassol cultivado em solo alcalino. No entanto, encontrou efeito positivo entre a aplicação de zinco e altura da planta.

Efeito semelhante aos tratamentos de ausência de adubação com fonte de Zn e Cu e presença de adubação com fonte de Mg sobre as características do crescimento do girassol foi observado com as características da produção. Não foi observada diferença significativa entre os tratamentos estudados (Quadro 17).

As médias dos tratamentos para a variável massa de 1.000 grãos apresentaram-se entre 56,5 g e 61,2 g, enquanto que as médias de produtividade dos tratamentos foram entre 2.724 kg ha⁻¹ e 3.062 kg ha⁻¹ (Quadro 17). Este comportamento pode ser responsabilizado pelos mesmos fatores analisados nas características de crescimento da planta.

4.3. Fontes de nitrogênio na adubação de plantio e de cobertura

4.3.1. Teores de nitrogênio, fósforo e enxofre na planta

A média do teor de N na planta em função das fontes de N aplicado na adubação de plantio, primeira e segunda cobertura foi de $31,2 \text{ g kg}^{-1}$, não apresentando diferença estatística significativa (Quadro 18). Para Cantarutti et al. (2007), o teor de N no tecido vegetal da cultura do girassol deve estar entre 33 e 35 g kg^{-1} .

O teor médio de P na planta foi de $1,65 \text{ g kg}^{-1}$, igualmente não diferindo estatisticamente entre os tratamentos estudados. (Quadro 18). Hanway & Olson (1980) relatam que ocorre um aumento expressivo da absorção do fósforo pelas plantas quando este é aplicado ao solo juntamente com N amoniacal no sulco de semeadura. No entanto, as diferentes fontes de nitrogênio aplicado junto ao fósforo não apresentou nenhum aumento da absorção do P pela planta.

O teor de P na planta obtido neste experimento foi inferior aos valores ideais citados por Malavolta et al. (1997) para a cultura do girassol, que compreende entre $4,0$ e $7,0 \text{ g kg}^{-1}$ de P. Entretanto, Deibert & Utter (1989) registraram valores entre $2,2$ e $5,2 \text{ g kg}^{-1}$ de P como sendo adequados para folhas de girassol no início de florescimento. Castro & Oliveira (2005) consideram o nível crítico de P na folha suficiente ou médio entre $2,9$ e $4,5 \text{ g kg}^{-1}$.

Novais et al. (2007) citam que a retenção do P adicionado ao solo, em formas lábeis ou não, ocorre tanto pela precipitação do P em solução com formas iônicas de Fe, Al e Ca, como em adsorção pelos oxidróxidos de Fe e de Al, presentes principalmente em solos mais intemperizados. Para Chaves et al. (2009), em solos alcalinos, a energia de ligação entre o P e o Ca é maior que a energia entre P e oxidróxidos de Fe e de Al em solos ácidos. Este fenômeno explica a baixa absorção e acúmulo de P na planta no Cambissolo háplico derivado de calcário estudado.

Os sintomas de deficiência de P são menos marcantes comparados a outros macronutrientes, evidenciando-se primordialmente no crescimento da planta como um todo (Araújo & Machado, 2006). Apesar das condições do solo apresentar alta capacidade de adsorção e precipitação de P, tornando-o menos disponível para a planta e os níveis de P no tecido vegetal apresentarem-se abaixo da linha de suficiência, pressupõe-se que não houve comprometimento expressivo da cultura em detrimento a

Quadro 18 – Médias⁽¹⁾ dos teores de nitrogênio (NFO), fósforo (PFO) e enxofre (SFO) nas folhas do girassol submetidas à adubação nitrogenada utilizando diferentes fontes aplicadas no plantio e em cobertura

Fonte de N utilizada ⁽²⁾			NFO	PFO	SFO
Plantio	1ª Cobertura	2ª Cobertura			
-----g kg ⁻¹ -----					
U	SA	AS	32,7 a	1,94 a	26,3 c
U	SA	U	30,0 a	1,64 a	28,6 a
U	U	U	30,7 a	1,53 a	27,3 b
SA	SA	AS	31,3 a	1,48 a	27,7 b
Média			31,2	1,65	27,5

⁽¹⁾Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de tukey a 5%.

⁽²⁾U= Uréia; SA= Sulfato de amônio.

este nutriente, uma vez que a plantas apresentaram alto desenvolvimento.

Para o teor médio do enxofre (S) encontrado no tecido vegetal do girassol, houve diferença estatística, com maior valor para o tratamento com duas aplicações de uréia e uma com sulfato de amônio, com 28,6 g kg⁻¹ de S na folha (Quadro 18). No entanto, foi verificado em todos os tratamentos que o teor médio de S na planta supera o nível de suficiência deste nutriente determinado para a cultura do girassol, em função do alto conteúdo deste elemento naturalmente presente no solo. Segundo Malavolta et al. (1997) e Martinez et al. (1999), o nível de suficiência do S na planta de girassol está compreendido entre 5 e 7 g kg⁻¹. Para Alvarez V. et al. (2007), o S disponível a planta depende do equilíbrio entre as reservas lábeis e não-lábeis e, conseqüentemente, da dinâmica dessas formas no solo, que pode ser influenciada pela concentração inicial de SO₄²⁻ na solução do solo.

Para Vitti et al. (2006), a maior parte do S está na forma orgânica, que, por via microbiana, é convertido a formas disponíveis para as plantas. No entanto, o mesmo autor cita que em solos semi-áridos, onde a drenagem é insuficiente, se acumulam grandes quantidades de sulfatos de K, Mg e Na.

4.3.2. Altura da planta, diâmetro do caule, diâmetro do capítulo, massa de 1.000 grãos e produtividade

As médias observadas para altura de planta em função da fonte de nitrogênio utilizado no plantio, primeira e segunda cobertura, não diferiram estatisticamente entre os tratamentos testados. A média entre estas foi de 1,83 m (Quadro 19).

Esperava-se encontrar neste solo de reação alcalina, uma melhor resposta da cultura do girassol adubada com sulfato de amônio, uma vez que a uréia possui menor estabilidade em solos alcalinos, devido a rápida hidrólise formando composto volátil de amônia (Cantarella, 2007). O mesmo autor cita que as perdas de N em solos alcalinos são maiores quando oriundos de adubos amídicos (uréia), decrescendo entre os adubos DAP, MAP e por fim, o sulfato de amônio.

Pressupõe-se neste trabalho que a prática da incorporação do adubo tenha promovido a redução de perdas do gás amônia, sendo absorvido pela cultura em seu rápido ciclo de produção em quantidade satisfatória para a planta. Em se tratando da forma mais barata de fornecimento de N as plantas, embora não apresentando vantagens técnicas sobre o sulfato de amônio, a aplicação de uréia como fonte nitrogenada sobressai sob o ponto de vista da viabilidade econômica. O custo da adubação nitrogenada com a fonte uréia foi de R\$ 0,036 por kg de grão produzido, contra R\$0,042 quando usado o sulfato de amônio como fonte nitrogenada, correspondendo a uma economia de 15% no custo desta operação. Segundo Ceretta & Silveira (2002), o suprimento de N a planta via uréia incorporado ao solo alcança uma economia de 34 % do custo da adubação nitrogenada comparada à adubação com sulfato de amônio.

O diâmetro do caule teve uma reposta semelhante à altura de planta, não apresentando diferença significativa entre as fontes de nitrogênio nas diferentes adubações. A média observada foi de 2,27 cm. O mesmo efeito se refletiu sobre o diâmetro do capítulo, onde a média foi de 14,6 cm, sem diferir entre os tratamentos estudados (Quadro 19).

Os fatores de produção testados em função da fonte de nitrogênio aplicado no plantio, primeira e segunda cobertura, apresentaram respostas equivalentes às respostas encontradas para os parâmetros do crescimento (Quadro 19).

Quadro 19 – Médias⁽¹⁾ de altura da planta (APL), diâmetro do caule (DCAU), diâmetro do capítulo (DCAP), massa de 1.000 grãos (MMG) e produtividade (PROD), para a cultura do girassol, em função da adubação nitrogenada utilizando diferentes fontes aplicadas no plantio e em cobertura

Fonte de N utilizada ⁽²⁾			APL	DCAU	DCAP	MMG	PROD
Plantio	1ª Cobert.	2ª Cobert.					
			m	Cm	cm	g	kg ha ⁻¹
U	SA	SA	1,80 a	2,20 a	14,3 a	57,5 a	2.878 a
U	SA	U	1,82 a	2,19 a	14,4 a	58,7 a	2.782 a
U	U	U	1,89 a	2,38 a	15,0 a	62,5 a	3.201 a
SA	SA	SA	1,82 a	2,30 a	14,5 a	59,4 a	2.927 a
Média			1,83	2,27	14,6	59,5	2.947

⁽¹⁾Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de tukey a 5%.

⁽²⁾U= Uréia; SA= Sulfato de amônio.

Observa-se que a massa de 1.000 grãos não apresentou diferença estatística, com uma média geral entre os tratamentos de 59,53 g.

A produtividade não foi afetada pelo efeito dos tratamentos propostos, expressando uma média de 2.947 kg ha⁻¹.

5. CONCLUSÕES

A aplicação de doses de potássio e de boro no Cambissolo da Chapada do Apodi aumentou os teores desses nutrientes no solo, mas não aumentou os teores desses nutrientes na planta e nem influenciou as características da planta de girassol relacionadas ao crescimento e à produção.

Os tratamentos de presença e ausência de uma dose de zinco, cobre e magnésio não influenciaram as características da planta de girassol relacionadas ao crescimento e à produção.

A adubação nitrogenada da cultura do girassol em Cambissolo Alcalino, utilizando fontes de nitrogênio aplicadas no plantio e em cobertura, não influenciou o teor de nitrogênio na planta e as características da planta de girassol relacionadas ao crescimento e à produção.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, C.A.; FERREIRA, M.E. & BORKERT, C.M. Disponibilidade e avaliação de elementos catiônicos: zinco e cobre. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P.; RAIJ, B.van; ABREU, C.P., eds. Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura. Jaboticabal, CNPq – FAPESP-POTAFOS, 2001. p.125-150.
- ABREU, C.A.; LOPES, A.S. & SANTOS, G.C.G. Micronutrientes. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B. & NEVES, J.C.L. eds. Fertilidade do solo. Viçosa: SBCS, 2007. p. 645-736.
- ALVAREZ V., V.H.; NOVIS, R.F.; BARROS, N.F.; CANTARUTTI, R.B. & LOPES, A.S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G. & ALVAREZ V., V.H., eds. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação. Viçosa, MG, CFSEMG, 1999. p. 25-32.
- ALVAREZ V., V.H.; ROSCOE, R.; KURIHARA, C.H. & PEREIRA, N.F. Enxofre. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B. & NEVES, J.C.L. eds. Fertilidade do solo. Viçosa: SBCS, 2007. p. 595-644.
- AMBROSANO, E.J.; GUIRADO, N.; UNGARO, M.R.G.; CANTARELLA, H.; MENDES, P.C.D.; ROSSI, F.; AMBROSANO, G.M.B.; SAKAI, R.H. & SCHAMMAS, E.A. Vantagens da utilização da rotação com girassol e outras leguminosas em áreas de reforma de canavial em Piracicaba – São Paulo. In: XVI REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL E IV SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A CULTURA DO GIRASSOL, 16., Londrina, 2005. Anais. Embrapa, 2005. p.92-94.
- AMBROSANO, E.J.; TANAKA, R.T.; MASCARENHAS, H.A.A.; RAIJ, B. Van; QUAGGIO, J.A. & CANTARELLA, H. Leguminosas e oleaginosas. In: RAIJ, B. Van; CANTARELLA, H. & FURLANI, A.M.C., eds. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2.ed. Campinas, IAC, 1996. P.187-203. (Boletim Técnico, 100)
- ANDRADE, S.G. Efeito de lâminas de água e doses de boro na cultura do girassol. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 2000. 94p. Tese Doutorado.
- ARAUJO, A.P. & MACHADO, C.T.T. Fósforo. In: FERNANDES, M.S., ed. Nutrição mineral de plantas. Viçosa: SBCS, 2006. p.253-280.
- BARNI, N. A.; BERLATO, M. A.; SANTOS A. O. & SARTORI G. Análise de crescimento do girassol em resposta a cultivares, níveis de adubação e épocas de semeadura. Pesquisa Agropecuária Gaúcha, 1: p.167-184, 1995.
- BILICH, F.; SILVA, R. Análise do potencial brasileiro na produção de biodiesel. Disponível em: < www.biodiesel.gov.br/docs/congressso2006/.../AnalisePotencial.pdf> Acesso em 20 de março de 2010.
- BIODIESELBR. Disponível em: < <http://www.biodieselbr.com/plantas/girasol/girasol.htm>> Acesso em 04 de setembro de 2010.

- BLAMEY, F.P.C.; MOULD, D. & CHAPMAN, J. Critical boron concentrations in plant tissue of two sunflower cultivars. *Agron. J.*, 71: 243-247, 1979.
- BLAMEY, F.P.C.; ZOLLINGER, R.K. & SEITER, A. A. Sunflower production and culture. In: SEITEER, A.A. ed. *Sunflower technology and production*. Madison, American Society of Agronomy, 1997. p.595-670.
- BONACIN, A.G. Crescimento de plantas, produção e característica das sementes de girassol em função de doses de boro. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias-Unesp. Jaboticabal, São Paulo. 2002. 98 p. (Tese de Doutorado).
- BONACIN, G. A.; RODRIGUES, T.J.D.; CRUZ, M.C.P. & BANZATTO, D.A. Características morfofisiológicas de sementes e produção de girassol em função de boro no solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, 13: p.111–116, 2009.
- BORKERT, C.M.; SFREDO, G.J.; FARIAS, J.R.B.; CASTRO, C. de; SPOLADORI, C.L. & TUDIDA, F. Efeito residual da adubação potássica sobre girassol e milho em três diferentes Latossolos Roxos. *PAB, Brasília*, 32: p.1227-1234, 1997.
- BOWEN, J.E. Absorption of copper, zinc and manganese by sugarcane tissue. *Plant Physiol.*, 44:255-261, 1969.
- BRAGA, D.F. Adubação nitrogenada e fosfatada na cultura do girassol em solo alcalino da Chapada do Apodi-RN. Mossoró, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2010. 53 f. (Dissertação de Mestrado).
- BRAGA, D.F.; OLIVEIRA, F.H.T.; ZONTA, E.; MEDEIROS, J.F.; LIMA, C.B. & MEDEIROS, V.F.L.P. Produção e acúmulo de nutrientes de três cultivares de girassol adubadas com torta de mamona. In: XXXII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32., 2009. Anais. Fortaleza, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009. CD-ROM.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Divisão de Pesquisa Pedológica, DNPEA. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Rio Grande do Norte. Recife, Convênio MA/ DNPES-SUDENE/DRN, MA/USAID/BRASIL. 1971. 530p. (Boletim Técnico, 21).
- CALETTI, M.J. & VÁZQUEZ-AMÁBILE, G. Evaluación del efecto de la fertilización con boro para híbridos de girasol en suelos Haplustoles Énticos de Gral. Pico, Departamento de Maracó, Prov. de La Pampa. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 22: p.45-49, 2002.
- CAMPOS, M.S.O. & SADER, R. Efeito do potássio na produção e qualidade das sementes de girassol. *Revista Brasileira de Sementes*, 9: p. 19-27, 1987.
- CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B. & NEVES, J.C.L., eds. *Fertilidade do solo*. Viçosa: SBCS, 2007. p. 375-470.
- CANTARUTTI, R.B.; BARROS, N.F.; MARTINEZ, H.E.P. & NOVAIS, R.F. Avaliação da fertilidade do solo e recomendação de fertilizantes. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B. & NEVES, J.C.L., eds. *Fertilidade do solo*. Viçosa: SBCS, 2007. p. 769-850.

- CASTILHOS, R.M. & MEURER, E.J. Cinética de liberação de potássio em Planossolo do Estado do Rio Grande do Sul. *Ciência Rural*, 32: p. 979-983, 2001.
- CASTILHOS, R.M. & MEURER, E.J. Suprimento de potássio de solos do Rio Grande do Sul para arroz irrigado por alagamento. *R. Bras. Ci. Solo*, 26:977-982, 2002.
- CASTILHOS, R.M.; MEURER, E.J.; KAMPF, N. & PINTO, L.F.S. Mineralogia e fontes de potássio em solos no Rio Grande do Sul cultivados com arroz irrigado. *R. Bras. Ci. Solo*, 26:191-199, 2002.
- CASTIGLIONI, V.B.R.; BALLA, A.; CASTRO, C. & SILVEIRA, J.M. Fases de desenvolvimento da planta de girassol. Londrina, EMBRAPA, CNPSo, 1994. 24p. (Documentos, 58).
- CASTRO, C. & BOUCAS FARIAS, J.R. Ecofisiologia do girassol. In: LEITE, R.M.V.B. de C.; BRIGHENTI, A.M. & CASTRO, C., eds. *Girassol no Brasil*. Londrina, Embrapa Soja, 2005. p.163-218.
- CASTRO, C.; CASTIGLIONI, V.B R.; BALLA, A.; LEITE, R.M.V.B.C.; KARAM, D.; MELLO, H.C.; GUEDES, L.C.A. & FARIAS, J.R.B. A cultura do girassol. Londrina, EMBRAPA - CNPSo, 1997. 38 p. (Circular Técnica, n. 13).
- CASTRO, C & de OLIVEIRA, F.A. Nutrição e adubação do girassol. In: LEITE, R.M.V.B. de C.; BRIGHENTI, A.M. & CASTRO, C., eds. *Girassol no Brasil*. Londrina: Embrapa Soja, 2005. p.317-373.
- CASTRO, C; MOREIRA, A.; OLIVEIRA, R.F. & DECHEN, A.R. Boro e estresse hídrico na produção do girassol. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, MG. 30: 214-220, 2006.
- CASTRO, C. de; LANTMANN, A.F.; SFREDO, G.J.; BORKET, C.M. & SILVEIRA, J.M. In: Resultados de pesquisa da EMBRAPA Soja, 2003: girassol. Londrina, Embrapa Soja, 2004. p. 19-27.(Embrapa Soja. Documentos 242).
- CERETTA, C.A. & SILVEIRA, M.J. Nitrogênio para o milho: Épocas e formas de aplicação e fontes. In: ENCONTRO PIONEER DE DIFUSORES DE TECNOLOGIA, Passo Fundo, 2002. Resumos. Passo Fundo, Pioneer Sementes, 2002. 14p. CD-ROM
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Sugestões de adubação para grandes culturas anuais ou perenes: Girassol e Mamona. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G. & ALVAREZ V., V.H., eds. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais*, 5ª aproximação. Viçosa: CFSEMG, 1999. p.310-311.
- CHAVES, L.H.G.; CHAVES, I.B.; NASCIMENTO, A.K.S. & SOUSA, A.E.C. Características de adsorção de fósforo em argissolos, plintossolos e cambissolos do estado da Paraíba. *Engenharia Ambiental, Espírito Santo do Pinhal*, 6:130-139, 2009.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO – CFSRS/SC. Manual de adubação e calagem para os solos dos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Porto Alegre, 2004. 400p.
- COMPANHIA NACIONAL DO ABASTECIMENTO – CONAB. Acompanhamento de safra brasileira: grãos, quarto levantamento. Safra 2009/2010. Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília: Conab, 2010. 39 p.

- COMPARATIVO DE ÁREA, PRODUTIVIDADE E PRODUÇÃO SAFRAS 2008/09 e 2009/2010. Disponível em:<<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/9819336a8f>>. Acesso em 26 de ago. 2010.
- COSTA, J.M. & OLIVEIRA, E.F. Fertilidade do solo e nutrição de plantas. Cascavel, Campo Mourão, COAMO/COODETC, 1998. 89P.
- COSTA, M.C.R, SILVA, C.A, PINHEIRO, J.W, FONSECA, A.N, SOUZA, N.E, VISENTAINER, J.S, BELÉ, J.C, BOROSKY, J.C, MOURINHO, F.L. & AGOSTINI, P.S. Utilização da Torta de Girassol na Alimentação de Suínos nas Fases de Crescimento e Terminação: Efeitos no Desempenho e nas Características de Carcaça. Ver. Bras. de Zootecnia, 34:1581-1588, 2005.
- CRISÓSTOMO, L.A.; SANTOS, A.A. dos; RAIJ, B. van; FARIA, C.M.B. de; SILVA, D.J. da; FERNANDES, F.A.M.; SANTOS, F.J. de S.; CRISÓSTOMO, J. R.; FREITAS, J. de A.D. de; HOLANDA, J.S. de; CARDOSO, J.W. & COSTA, N.D. Adubação, irrigação, híbridos e práticas culturais para o meloeiro no nordeste, Fortaleza, Embrapa Agroindústria Tropical. (Circular Técnica, 14). Disponível em: <http://www.cnpat.embrapa.br/cnpat/cd/jss/acervo/Ci_014.pdf> Acesso em: 21 abr. 2010.
- CRUZ, M.C.P.; FERREIRA, M.E. & FERNANDES, N.G. Diagnose por subtração em girassol. PAB, 18:1311-1315, 1983.
- DECHEN, A.R. & NACHTIGALL, G.R. Micronutrientes. In: FERNANDES, M.S. ed. Nutrição mineral de plantas. Viçosa, SBCS, 2006. p.327-354.
- DEIBERT, E.J. & UTTER, R.A. Sunflower Growth and Nutrient Uptake: Response to Tillage System, Hybrid Maturity and Weed Control Method. Soil Sci. Soc. Am. J, 53:133-138, 1989.
- DNPM. Departamento Nacional de Produção Mineral. Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Norte. Escala 1:500.000. Natal, DNPM – 4º Distrito/UFRN/Petrobrás/CRM, 1998.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212 p. (Documentos, 1)
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. Avaliação de procedimento de extração e determinação de boro em amostras de solo. São Carlos, SP, Embrapa Pecuária Sudeste, 2006. 41p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 5).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. Tecnologia de produção-Girassol. <<http://www.cnpso.embrapa.br/producaogirassol>>. Acesso em 10 jan. 2010. (Embrapa Soja. Sistema de produção, 1)
- ERNANI, P.R.; ALMEIDA, J.A. & SANTOS, F.C. Potássio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B. & NEVES, J.C.L., eds. Fertilidade do Solo. Viçosa, SBCS, 2007. p. 551-594.
- ERNANI, P.R.; DIAS, J. & FLORE, J.A. Annual additions of potassium to the soil increased apple yield in Brazil. Comm. Soil Sci. Plant Anal., 33:1291-1304, 2002.

- FAO - Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação. Crop Water Management. Sunflower. Disponível em: <<http://www.fao.org/landandwater/aglw/cropwater/sunflower.stm#requirements>>. Acesso em: Agosto 2010.
- FAO. Food and Agriculture Organization. FAOSTAT-Agriculture. Disponível em: <<https://www.fao.org>>. Acesso em 22 out. 2009.
- FOULY, M.M.; NOFAL, O.A. & MOBARAK, Z.M. Effects of soil treatment with iron, manganese and zinc on growth and micronutrient uptake of sunflower plants grown in high-ph soil. *Journal of agronomy and crop science*. 186:245–251, 2001.
- GALRÃO, E.Z. Micronutrientes. In: SOUSA, D.M.G. & LOBATO, E. eds. Cerrado – Correção do solo e adubação. Planaltina, Embrapa Cerrados, 2002. p. 185-226.
- GÓES, G.B. de. Adubação do girassol com torta de mamona da produção de biodiesel direto da semente. Mossoró, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2010. 63 f. (Dissertação de Mestrado).
- GOLDBERG, S. Reactions of boron with soils. *Plant and Soil*, Dordrecht, 193:35-48, 1997.
- GROVE, J.H. & SUMNER, M.E. Yield and leaf composition of sunflower in relation to N, P, K, and lime treatments. *Netherlands, Fertilizer Research*, 3:367-378, 1982.
- HANWAY, J.L. & OLSON, R.A. Phosphate nutrition of corn, sorghum, soybeans and small grains. In: KHASAWNEH, F.E.; SAMPLE, E.C. & KAMPRATH, E.J., eds. The role of phosphorus in agriculture. Madison, American Society of Agronomy, 1980. p.681-692.
- HARN, E.O.; ELTZ, F.L.F. & SAMANIEGO, L.R. Resposta do girassol à adubação potássica em solos sob plantio direto no Paraguai. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007. Anais. Gramados, RS, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. CD-ROM.
- HOCKING, P.J. & STEER, B.T. Uptake and partitioning of selected mineral elements in sunflower (*Helianthus annuus L*) during growth. *Field Crops Research*, 6:93-107, 1983.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em out. 2010.
- IBGE. Perfil dos municípios brasileiros. Pesquisa de informações básicas municipais 2008. Rio de Janeiro, Departamento de População e Indicadores Sociais, 2008. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em Novembro de 2010.
- INSTITUTO DE DEFESA DO MEIO AMBIENTE - IDEMA. Perfil do seu município: Baraúna. Disponível em: <<http://www.idema.rn.gov.br/governo/secretarias/idema/perfil/Barauna/Bara%C3%BAna.doc>>. Acesso em: 29 de mar. de 2010.
- KAKIDA, J.; GONÇALVES, N.P.; MARCIANI-BENDEZÚ, J. & ARANTES, N.E. Cultivares de girassol. *Informe Agropecuário*, 7:76-78, 1981.
- LAZARATO, J.; ROESSING A.C. & MELLO H.C. O agronegócio do girassol no mundo e no Brasil. In : LEITE, R.M.V.B. de C.; BRIGHENTI, A.M. & CASTRO, C. ed. Girassol no Brasil. Londrina, Embrapa Soja, 2005. p. 15-42.

- LEITE, R. M. V. B. C. & CARVALHO, C. G. P. Avaliação da resistência de genótipos de girassol à mancha de *Alternaria* (*Alternaria helianthi*) em condições de campo. In: Reunião Nacional de Pesquisa de Girassol, 16, e Simpósio Nacional sobre a Cultura do Girassol, 4, 2005, Londrina. Anais. Londrina, Embrapa Soja, 2005. p.108-110.
- LEITE, R.M.V.B.C.; CASTRO, C.; BRIGHENTI, A.M.; OLIVEIRA, F.A.; CARVALHO, C.G.P. & OLIVEIRA, A.C.B. Indicações para o cultivo de girassol nos Estados do Rio Grande do Sul, Paraná, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás e Roraima. Londrina, Embrapa Soja, 2007. 4p. (Comunicado Técnico, 78).
- LEMONS, D.M.R. & VAZQUEZ, G.H. Comportamento agrônomo de diferentes genótipos de girassol na época da safrinha em Fernandópolis/SP. In: Reunião Nacional de Pesquisa de Girassol, 16, e Simpósio Nacional sobre a Cultura do Girassol, 4, 2005, Londrina. Anais. Londrina, Embrapa Soja, 2005. p.76-79.
- LIMA, A.D.; MARINHO, A.B. & CAMBOIM NETO, L.D.; Efeito da adubação borácica na cultura do girassol. In: IV Congresso Brasileiro de Mamona e I Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas, João Pessoa, 2010. CD-Rom.
- LOPES, A.S. Manual internacional de fertilidade do solo. Piracicaba, Instituto da Potassa & Fosfato – Potafós, 1998. p.79-85.
- MACHADO, P.R. Absorção de nutrientes por duas variedades de girassol (*Helianthus annuus* L.) em função da idade e adubação em condições de campo. 1979. 83 f. (Dissertação de Mestrado.)
- MALAVOLTA, E. Manual de química agrícola: nutrição de plantas e fertilidade do solo. São Paulo, Agronômica Ceres, 1976. 528p.
- MALAVOLTA, E. Potássio – Absorção, transporte e redistribuição na planta. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T.L., ed. Potássio na agricultura Brasileira. Piracicaba, 2005. p.179-238.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C. & OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas. 2.ed. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997, 319p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C. & OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, Piracicaba. 201 p. 1989.
- MARCHETTI, M.E.; MOTOMYA, W.R.; FABRÍCIO, A.C. & NOVELINO, J.O. Resposta do girassol, *Helianthus annuus*, a fontes e níveis de boro. Acta Scientiarum, 23: 1107-1110, 2001.
- MARTINEZ, H.E.P.; CARVALHO, J.G. & SOUZA, R.B.; Diagnóstico foliar. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G. & ALVAREZ V., V.H. eds., Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5ª Aproximação. Viçosa, MG, CFSEMG, 1999. p.143-168.
- MELO, J.W. & LEMOS, E.G.M.. Análise bioquímica de plantas. p. 310-331. In Simpósio sobre Micronutrientes Pesquisa Agropecuária Tropical, 36:187-193, 1991.
- MEURER, E.J. Potássio. In: FERNANDES, M.S., ed. Nutrição mineral de plantas. Viçosa: SBCS, 2006. p.281-298.
- MORAIS, F.A.; GURGEL, M.T.; OLIVEIRA, F.H.T.; MOTA, A.F. & SOUSA NETO, O.N.

- Evolução do sódio e percentagem de sódio trocável em um argissolo cultivado com girassol e irrigado com água salina. In: Simpósio Brasileiro de Salinidade, Fortaleza, 2010. CD-ROM.
- NEPTUNE, A.M.L. O Mg como nutriente para as culturas. In: Situação atual e perspectiva na agricultura, São Paulo, 1984. Anais. São Paulo, MANAH S/A, 1986. 144p.
- NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. & NUNES, F.N. Fósforo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B. & NEVES, J.C.L. eds. Fertilidade do solo. Viçosa, SBCS, 2007. p. 471-550.
- OLIVEIRA, F.H.T.; ARRUDA, J.A.; SILVA, I.F. & ALVES, J.C. Amostragem para avaliação da fertilidade do solo em função do instrumento de coleta das amostras e de tipos de preparo do solo. Rev. Bras. Ci. Solo, 31:973-983, 2007.
- PIPOLO, V.C.; ASSIS, J.S. & GARCIA, I.P. Efeito de doses de calcário e boro no crescimento do girassol (*Helianthus annuus* L.). Semina, Ci. Agr., Londrina, 20:64-66, 1999.
- PRADO, R.M. & LEAL, R.M. Desordens nutricionais por deficiência em girassol var. Catissol-01. Pesquisa Agropecuária Tropical, 36:187-193, 2006.
- QUAGGIO, J.A. & UNGARO, M.R.G. Leguminosas e Oleaginosas: Girassol. In: RAIJ, B. VAN; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. & FURLANI, A.M.C. eds. Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo. Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 1997. 198p. (Boletim Técnico, 100).
- RAIJ, B.V.; ANDRADE, H.C.; QUAGGIO, J.A. & FURLANI, AM. C.; Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2. ed. Instituto Agrônomo e Fundação IAC, Campinas. 285 p. 1996.
- RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G. & ALVAREZ V., V.H. eds. Recomendações para uso de corretivo e fertilizantes de Minas Gerais – 5ª Aproximação. Viçosa, MG, CFSEMG, 1999. 359p.
- RIBEIRO JÚNIOR, J. I. Análises estatísticas no SAEG. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 301 p.
- ROSOLEM, C.A. Interação do potássio com outros íons. In: YAMADA, T. & ROBERTS, T.L., ed. Potássio na agricultura Brasileira. Piracicaba, 2005. p.239-260.
- SACHS, L.G.; PORTUGAL, A.P.; FERREIRA, S.H.P.; IDA, E.I.; SACHS, P.J. & SACHS, J.P.D. Efeito de NPK na produtividade e componentes químicos do girassol. Semina, Ciências Agrárias, 27:533-546, 2006.
- SANTOS, L.G. Suprimento de fósforo e boro no desenvolvimento e rendimento de óleo na cultura de girassol em Latossolo Amarelo Coeso. Cruz das Almas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 79 p. 2009. (Dissertação Mestrado).
- SCHNEITER, A.A. & MILLER J.F.. Description of sunflower growth stages. Crop Sci. 21:901-903, 1981.
- SHORROCKS, V.M. The occurrence and correction of boron deficiency. Plant and Soil, Dordrecht, 193:121-148, 1997.
- SILVA, H.L da. Potencial alelopático da cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.). Pato

- Branco-PR. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2009. 105 f. (Dissertação de Mestrado).
- SILVA, M.N. A cultura do girassol. Jaboticabal, FUNEP/UNESP, 1990. 67p.
- SMIDERLE, J. Orientações gerais para o cultivo do girassol em Roraima. Centro de Pesquisa Agroflorestal de Roraima. Ano VI n. 8, 2000.
- SMIDERLE, O.J.; GIANLUPPI, D. & GIANLUPPI, V. Adubação nitrogenada, espaçamento e épocas de semeadura no girassol nos Cerrados de Roraima. In: Embrapa. Resultados de pesquisa da Embrapa Soja – 2001, girassol e trigo. Londrina, Embrapa Soja, 2002. p. 24-29.(Embrapa Soja. Documentos, 199)
- SMIDERLE, O.J.; MOURÃO JÚNIOR, M.; GIANLUPPI, D. & CASTRO C. de. Adubação nitrogenada do girassol nos Cerrados de Roraima. Boa Vista, Embrapa Roraima, 2004. 7p. (Comunicado Técnico, 8).
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO – COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10 ed. Porto Alegre, SBCS-NRS, 2004. 400p.
- SOUSA, A.; OLIVEIRA, M.F. & CASTIGLIONI, V.B.R. O boro na cultura do girassol. Semina, Ciências Agrárias, 25: 27-34, 2004.
- SOUSA, D.M.G. & LOBATO, E. Calagem e adubação para culturas anuais e semiperenes. In: SOUSA, D.M.G. & LOBATO, E. eds. Cerrado: correção do solo e adubação. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p.283-315.
- SOUSA, D.M.G.; MIRANDA, L.N. & OLIVEIRA, S.A. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B. & NEVES, J. C. L. eds. Fertilidade do solo. Viçosa, SBCS, 2007. p. 205-275.
- TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S. J. Análises de solo, plantas e outros materiais. 2. ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5).
- TREZZI, M.M.; SILVA, P.R.F. & ROCHA, A.B. Sistemas de cultivo de milho em consórcio de substituição e em sucessão a girassol. Ciência Rural, 24:495-499, 1994.
- UNGARO, M.R.G. Cultura do girassol. Campinas: Instituto Agrônomo, 2000. 36p. (Boletim técnico, 188).
- UNGARO, M.R.G. Girassol (*Helianthus annuus* L.). Boletim Informativo do Instituto Agrônomo, Campinas, 200:112-113, 1990.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. Recomendações de adubação e calagem para o estado do Ceará. Fortaleza, UFC, 1993. 247p.
- USDA. United States Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service. Oilseeds: world market and trade. Washington, 2005. 28p. Disponível em: <www.fas.usda.gov/oilseeds/circular/2005/05-08/FULL05Aug.pdf>. Acesso em 15 outubro 2009.
- VIANA, M. M. Inventário do ciclo de vida do biodiesel etílico do óleo de girassol. São

- Paulo, Universidade de São Paulo, 2008. 223 p. (Dissertação de Mestrado).
- VIEIRA, O.V. Características da cultura do girassol e sua inserção em sistemas de cultivos no Brasil. Rev. Plantio Direto, Embrapa CNPSo, Londrina-PR, ed. 88, 2005.
- VILLALBA, E.O.H. Recomendação de nitrogênio, fósforo e potássio para girassol sob sistema de plantio direto no Paraguai. Santa Maria, RS, Universidade Federal de Santa Maria, 2008. 81 p. (Dissertação de Mestrado).
- VITTI, G.C.; LIMA, E. & CICARONE, F. Cálcio, magnésio e enxofre. In: FERNANDES, M.S. ed. Nutrição mineral de plantas. Viçosa, SBCS, 2006. p.299-325.
- ZABIOLE, L.H.S.; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F.A. & OLIVEIRA JÚNIOR, A. Marcha de absorção de macronutrientes na cultura do girassol. Viçosa, MG. Rev. Bras. Ci. Solo, 34:425-433, 2010.

APÊNDICES

Quadro 1A – Resumo da análise de variância para os teores de potássio e de boro no solo e nas folhas do girassol, em função de doses de potássio e de boro aplicadas no solo (Experimento 1)

F.V	G.L	Quadrado médio			
		K no solo	B no solo	K na folha	B na folha
Bloco	3	949,65	0,001329	3,2841	155,958
Tratamento	9	2.882,71*	0,034989**	1,2337^{ns}	54,392^{ns}
Resíduo	27	1.068,96	0,004929	1,0992	58,347
C.V (%)	-	16	17	4	12
Média Geral	-	208,69 mg dm ⁻³	0,41 mg dm ⁻³	28,15 g kg ⁻¹	62,33 mg kg ⁻¹

Quadro 2A – Resumo da análise de variância para a altura da planta (APL), diâmetro do caule (DCAU), diâmetro do capítulo (DCAP), produtividade (PROD) e massa de 1.000 grãos (MMG), para a cultura do girassol, em função de doses de potássio e de boro aplicadas no solo (Experimento 1)

F.V	G.L	Quadrado médio				
		APL	DCAU	DCAP	MMG	PROD
Bloco	3	0,028097	0,115296	1,403167	6,9183	340.179,90
Tratamento	9	0,003044^{ns}	0,012014^{ns}	0,856500^{ns}	17,7234^{ns}	60.249,46^{ns}
Resíduo	27	0,003521	0,014340	0,492333	23,1657	37.369,71
C.V (%)	-	3	5	5	8	7
Média Geral	-	1,85 m	2,26 cm	14,89 cm	59,58 g	2.838 kg ha ⁻¹

Quadro 3A – Resumo da análise de variância para os teores de zinco, cobre, cálcio e magnésio no solo, em função da adubação com presença e ausência de zinco, cobre e magnésio e da adubação nitrogenada utilizando diferentes fontes de nitrogênio aplicadas no plantio e em cobertura (Experimento 2)

F.V	G.L	Quadrado médio			
		Zinco	Cobre	Cálcio	Magnésio
Bloco	3	0,025719	0,039329	0,501429	0,156667
Tratamento	6	0,382237	0,037499	0,266190	0,301667
Resíduo	18	0,125683	0,023292	0,428095	0,142778
C.V (%)	-	11	17	9	18
F	-	3,04*	1,61 ^{ns}	0,62 ^{ns}	2,11 ^{ns}

Quadro 4A – Resumo da análise de variância para os teores de zinco, cobre, cálcio e magnésio nas folhas do girassol, em função da adubação com presença e ausência de zinco, cobre e magnésio e da adubação nitrogenada utilizando diferentes fontes de nitrogênio aplicadas no plantio e em cobertura (Experimento 2)

F.V	G.L	Quadrado médio			
		Zinco	Cobre	Cálcio	Magnésio
Bloco	3	13,173032	23,062262	73,068219	1,418957
Tratamento	6	26,577473	6,182381	2,205115	0,064812
Resíduo	18	24,366949	3,355873	3,626333	0,122752
C.V (%)	-	13	9	6	8
F	-	1,09 ^{ns}	1,84 ^{ns}	0,61 ^{ns}	0,53 ^{ns}

Quadro 5A – Resumo da análise de variância para a altura da planta (APL), diâmetro do caule (DCAU), diâmetro do capítulo (DCAP), produtividade (PROD) e massa de 1.000 grãos (MMG), para a cultura do girassol, em função da adubação com presença e ausência de zinco, cobre e magnésio e da adubação nitrogenada utilizando diferentes fontes de nitrogênio aplicadas no plantio e em cobertura (Experimento 2)

F.V	G.L	Quadrado médio				
		APL	DCAU	DCAP	MMG	PROD
Bloco	3	0,045152	0,119667	0,059413	17,669190	221.555,94
Tratamento	6	0,004165	0,020154	1,132354	17,133206	108.887,56
Resíduo	18	0,003150	0,018725	0,585885	11,952760	86.913,50
C.V (%)	-	3	6	5	6	10
F	-	1,32 ^{ns}	1,08 ^{ns}	1,93 ^{ns}	1,43 ^{ns}	1,25 ^{ns}

Quadro 6A – Resumo da análise de variância para os teores de nitrogênio, fósforo e enxofre nas folhas do girassol, em função da adubação com presença e ausência de zinco, cobre e magnésio e da adubação nitrogenada utilizando diferentes fontes de nitrogênio aplicadas no plantio e em cobertura (Experimento 2)

F.V	G.L	Quadrado médio		
		Nitrogênio	Fósforo	Enxofre
Bloco	3	53,311552	0,212976	0,824842
Tratamento	6	3,530764^{ns}	0,114415^{ns}	0,022662^{ns}
Resíduo	18	4,457491	0,295068	0,051500
C.V (%)	-	6,8	33	8
Média Geral	-	30,93	1,66	2,76

